บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 การศึกษาผลของการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติของไส้กรอก

จากการศึกษาผลการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design แบบ D – optimal ด้วย ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา (Generic Descriptive Analysis) ในด้านรสเค็ม และรสขมด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนตามวิธีการของ ASTM (1992) จำนวน 12 คน ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ย*ของความเข้มในด้านรสเค็ม และรสขมของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

คุณลักษณะ	ระดับของการทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์(ร้อยละ)				
	0	25	50	75	100
รสเค็ม (Saltiness)	94.95a	82.10a	64.85b	54.50bc	42.90c
รสขม (Bitterness)	0.00c	0.40c	1.15c	8.05b	18.05a

*ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินบนมาตราเส้นตรง 150 มิลลิเมตร จากผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนจำนวน 12 คน ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอน จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตาราง 4.1 การประเมินคุณลักษณะความเข้มในด้านรสเค็มและรสขมของผลิตภัณฑ์ด้วยการใช้มาตราเส้น 150 มิลลิเมตร คุณลักษณะในด้านความเข้มของรสเค็มของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 5 สูตรมีความเข้มอยู่ที่ 42.90 ถึง 94.95 และความเข้มของรสขมมีความเข้มอยู่ที่ 0.00 ถึง 18.05

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.1 การทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลทำให้ความเข้มด้านรสเค็ม (saltiness) ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีค่าลดลง และยังส่งผลให้ความเข้มด้าน รสขม (bitterness) ในผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากการประเมินโดยผู้ทดสอบรสเค็มของไส้กรอกที่ทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 0 คะแนนความเข้มด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์(94.95)ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคะแนนความเข้มด้านรสเค็ม(82.10)ของการทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 25 ($p\geq0.05$) แต่เมื่อทำการทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 50 75 และ 100 ความเข้มด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์แตกต่างจากไส้กรอกที่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 100 (0% KCl) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และจากการประเมินโดยผู้ทดสอบความเข้ มด้านรสขมของไส้กรอกที่ทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 0 25 และ 50 พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)แต่เมื่อทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 75 และ 100 ความเข้มด้านรสขมในผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะแตกต่างจากไส้กรอกที่ทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์สามารถทดแทนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ได้ที่ระดับร้อยละ 25 โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีความเข้มในด้านรสเค็มไม่แตกต่าง จากไส้กรอกที่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 100 แต่หากพิจารณาถึงปัจจัยของรสขมในผลิตภัณฑ์พบว่าสามารถทดแทนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ได้ถึงระดับร้อยละ 50 ซึ่งจากการศึกษาทดลองการแทนที่เกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักพบว่าผู้บริโภคสามารถรับรู้ถึงรสขมได้เมื่อใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นปริมาณร้อยละ 30 และผู้บริโภคจะไม่ให้การยอมรับเมื่อใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นปริมาณเกินกว่าร้อยละ 40 ซึ่งในการทดลองใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในสูตรตั้งต้น 35 กรัม ต่อเนื้อไส้กรอกหมัก 1 กิโลกรัม (Gou *et al*., 1996) และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีวิเคราะห์แบบพรรณนาเชิงปริมาณ ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักที่ใช้ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ปริมาณร้อยละ 50 ซึ่งในสูตรตั้งต้นใช้เกลือโซเดียม 22 กรัมต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม พบว่าเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในการทดแทน เกลือโซเดียมคลอไรด์คุณลักษณะของไส้กรอกหมักยังมีคุณลักษณะเหมือนกันกับไส้กรอกหมักที่ไม่ได้ทำการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (Guardia *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการวัดคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ด้วยการวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyser (TA-XT Plus, UK) และปริมาณความชื้น ในแต่ละสิ่งทดลองแสดงในตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ค่าเฉลี่ย*และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

คุณลักษณะ	ระดับของการทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์(ร้อยละ)				
	0	25	50	75	100
Hardness (N)	15.90±2.54 b	17.94±2.25 ab	17.65±2.03 ab	19.20±2.92 a	19.49±2.46 a
Adhesiveness (g.sec)	-4.80±9.20	-2.11±1.18	-5.48±12.32	-4.63±12.06	-7.45±14.03
Springiness	0.97±0.02	0.97±0.02	0.97±0.02	0.96±0.00	0.96±0.03
Cohesiveness	0.89±0.01 b	0.89±0.01 ab	0.89±0.01 ab	0.90±0.01 ab	0.90±0.01 a
Gumminess	14.22±2.23 b	16.05±2.00 ab	15.77±1.81 ab	17.29±2.66 a	17.46±2.14 a
Chewiness	13.63±2.23 b	15.44±1.91 ab	15.36±1.70 ab	16.94±2.07 ab	19.48±1.30 a
Firmness (N)	17.76±2.62 c	21.34±1.21 b	21.88±1.29 ab	22.17±1.54 ab	23.01±1.75 a
Moisture (%)	60.31±0.25 a	59.01±0.56 b	58.48±0.69b c	57.59±0.65 cd	57.21±0.46 d

*ค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการวัดค่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างด้วยเครื่อง Texture analyzer จำนวน 10 ซ้ำ
ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอน จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตาราง 4.2 ความชื้นของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 5 สูตรมีค่าร้อยละ 57.21 ถึงร้อยละ 60.31 และจากการวัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 5 สูตรพบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็ง (hardness) 15.90 ถึง 19.49 นิวตัน(N) มีค่าการยึดติด (adhesiveness) -7.45 ถึง -2.11 (g.sec) การยืดหยุ่น (springiness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.96 ถึง 0.97 การเชื่อมติด (cohesiveness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.89 ถึง 0.90 ความเหนียวลื่น(gumminess)มีค่าอยู่ระหว่าง 14.22 ถึง 17.46 ความเหนียว (chewiness) มีค่าอยู่ระหว่าง 13.63 ถึง 19.48 และมีค่าความแน่นเนื้อ (firmness) มีค่าระหว่าง 17.76 ถึง 23.01 นิวตัน (N)

จากตาราง 4.2 พบว่าการทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งส่งผลต่อความแข็ง (hardness) การเชื่อมติด (cohesiveness) ความเหนียวลื่น(gumminess) ความเหนียว(chewiness) และความชื้น(moisture) ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นมากขึ้นอย่างมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

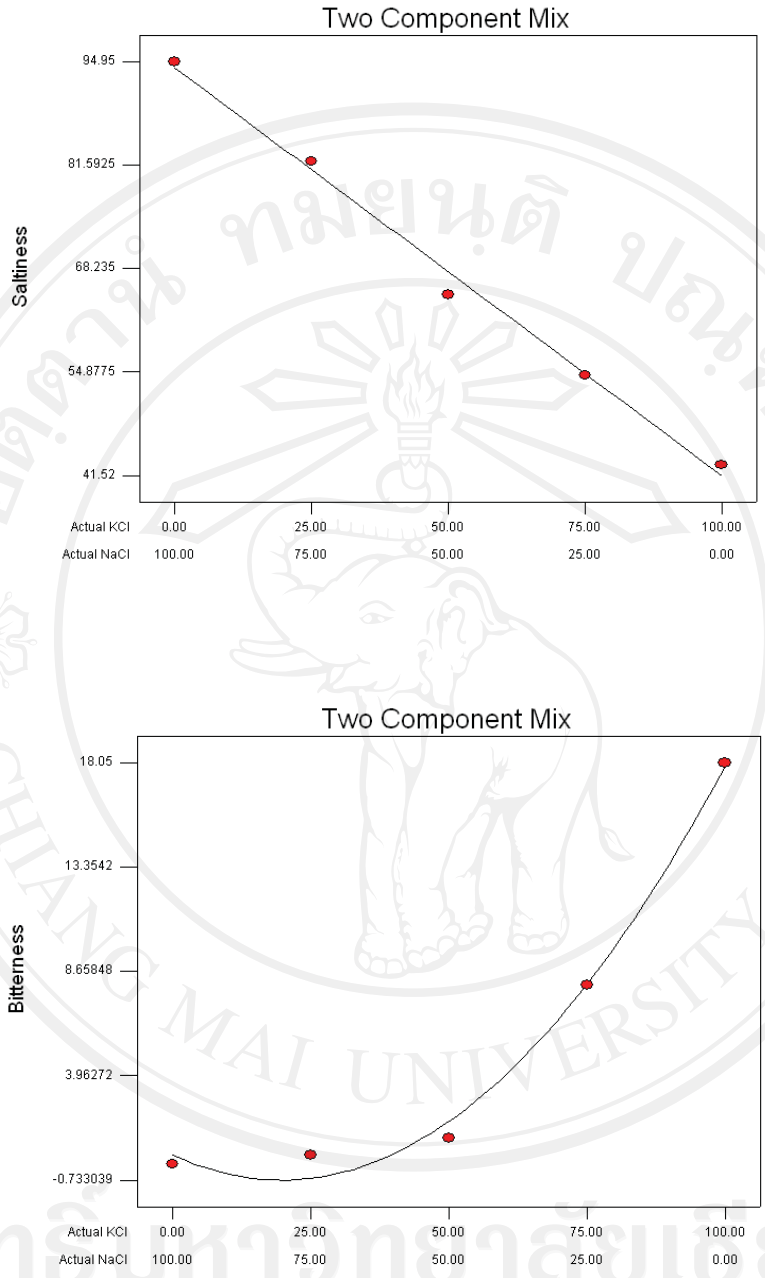
นัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งผลจากการทดลองสอดคล้องกับผลการทดลองของ Gelabert *et al.* (2002) และ Guardia *et al.* (2008) ในการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมัก ซึ่งในงานวิจัยได้รายงานไว้ว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักที่ทำการทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในระดับที่สูงขึ้นจะส่งผลทำให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลง นอกจากนั้น Keeton (1984) ได้ทำการศึกษาทดลองการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์แฮม พบว่าผลิตภัณฑ์แฮมที่ทำการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในระดับที่สูงขึ้นจะทำให้คุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสในด้านความนุ่มของผลิตภัณฑ์จะลดลงด้วยการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา นอกจากนั้นคุณลักษณะในด้านรสขมของผลิตภัณฑ์แฮมยังเพิ่มมากขึ้นเมื่อ ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ ในระดับที่มากขึ้น ซึ่งผลการทดลองในการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสอดคล้องกับผลที่ได้จากการทดลองที่ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาสมการถดถอยได้สมการที่มีนัยสำคัญ และค่า Adjusted R^2 ที่มากกว่า 0.8000 ดัง ตาราง 4.3 และกราฟค่าตอบสนองดัง ภาพ 4.1

ตาราง 4.3 สมการรีเกรสชัน(Regression equation) ของคุณลักษณะด้านรสเค็ม (Saltiness) รสขม(Bitterness) ความแข็ง(Hardness) การเชื่อมติด(Cohesiveness) ความเหนียวลื่น(Gumminess) ความเหนียว(Chewiness) และความชื้น(Moisture) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

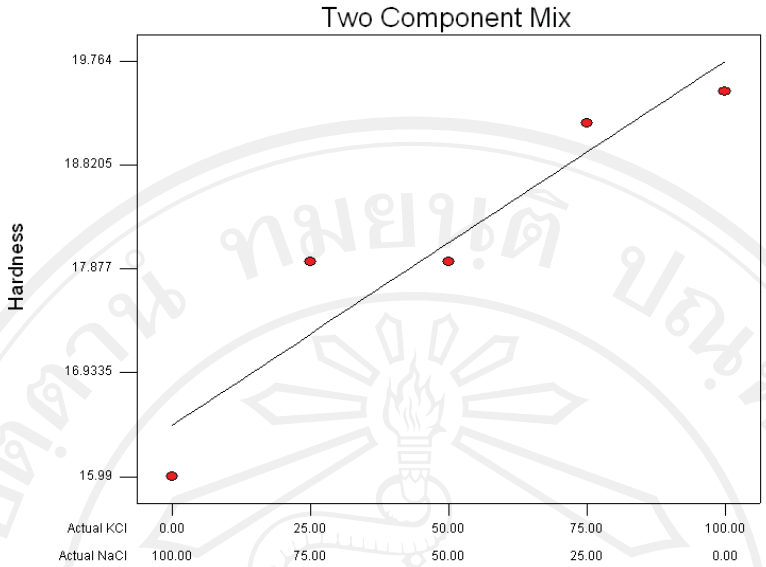
Parameters	Regression equation	Adjusted R^2	Significance level (p)
Saltiness	= 0.41520(KCl) + 0.94200(NaCl)	0.9903	0.0003
Bitterness	= 0.17901(KCl) + 4.01429E-003(NaCl) -2.89714E-003(KCl)(NaCl)	0.9843	0.0078
Hardness	= 0.19764(KCl) + 0.16460(NaCl)	0.8566	0.0155
Cohesiveness	= 8.99204 E-003(KCl) + 8.90320 E-003(NaCl)	0.8097	0.0239
Gumminess	= 0.17705(KCl) + 0.14370(NaCl)	0.9307	0.0051
Chewiness	= 0.18809(KCl) + 0.13534(NaCl)	0.8778	0.0121
Moisture	= 0.56996(KCl) + 0.60044(NaCl)	0.9512	0.0030

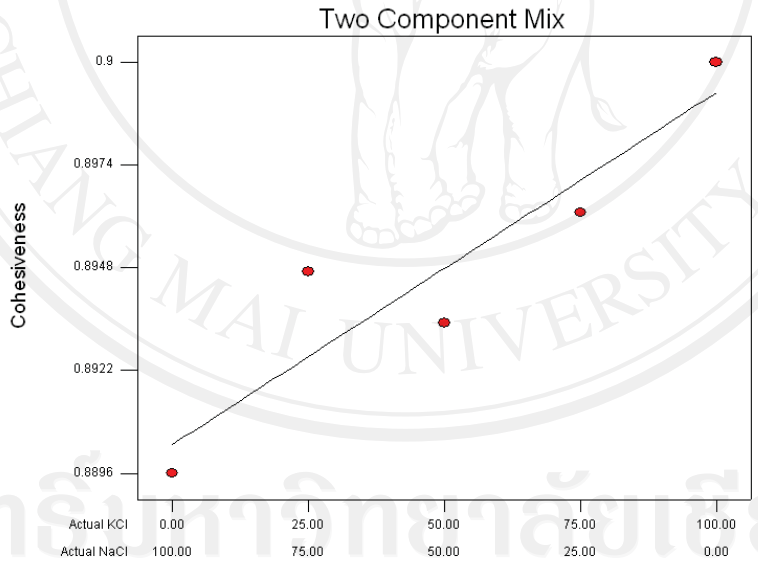
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.1 กราฟค่าตอบสนองในแต่ละคุณลักษณะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทำการทดแทนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์

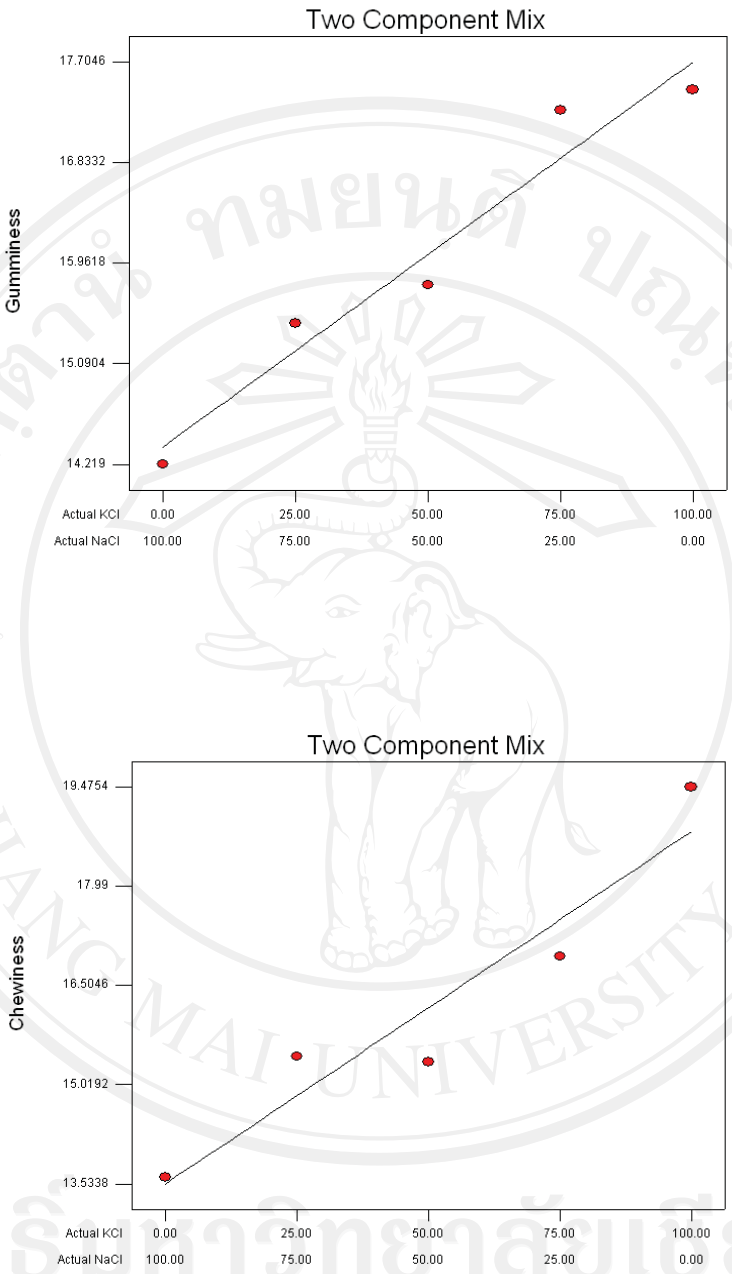
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved





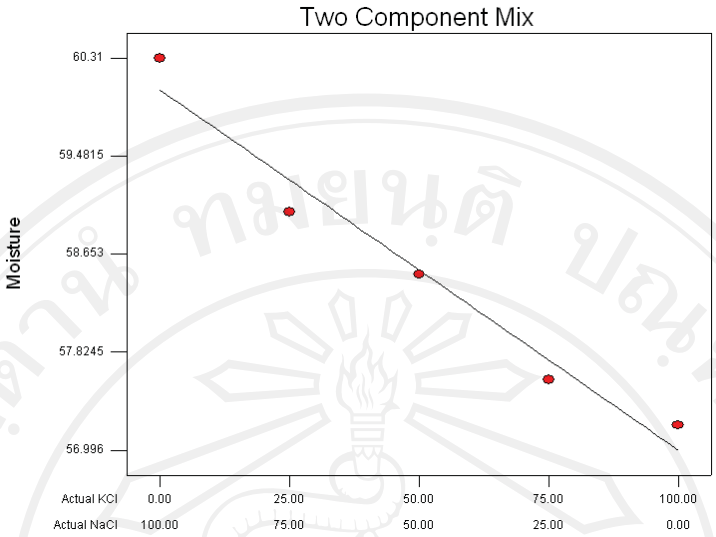
ภาพ 4.1(ต่อ) กราฟค่าตอบสนองในแต่ละคุณลักษณะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทำการทดแทนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.1(ต่อ) กราฟค่าตอบสนองในแต่ละคุณลักษณะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทำการทดแทนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.1(ต่อ) กราฟค่าตอบสนองในแต่ละคุณลักษณะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ทำการทดแทนการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์

จากตาราง 4.3 พบว่า ปริมาณการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ส่งผลต่อ รสเค็ม รสขม ความแข็ง การเชื่อมติด ความเหนียวลื่น ความเหนียว และความชื้น ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ โดย เมื่อพิจารณาจากภาพ 4.1 คุณลักษณะทางด้านรสเค็ม ความแข็ง การเชื่อมติด ความเหนียวลื่น ความเหนียว และความชื้น ปริมาณของเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ส่งผลต่อคุณลักษณะดังกล่าวในเชิงบวก ส่วนคุณลักษณะทางด้านรสขม ปริมาณของเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ส่งผลในเชิงบวก และอิทธิพลร่วมระหว่างเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์กับเกลือโซเดียมคลอไรด์ส่งผลต่อคุณลักษณะทางด้านรสขมในเชิงลบ

เนื่องจากเกลือโซเดียมคลอไรด์มีคุณสมบัติในการสกัดโปรตีนไมโอซินในเนื้อสัตว์ ซึ่งมีผลต่อการปรับปรุงคุณสมบัติในการอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป และความคงตัวของอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์อิมัลชัน (Pearson and Gillett, 1999) ดังนั้นการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในปริมาณที่สูงขึ้นทำให้ความสามารถในการสกัดโปรตีนไมโอซินลดน้อยลงจึงทำให้คุณสมบัติในการอุ้มน้ำ และความคงตัวของอิมัลชันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์ลดน้อยลง ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการสูญเสียความชื้นไปในกระบวนการผลิต และเมื่อความชื้นใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงจะส่งผลต่อคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง การเชื่อมติด ความเหนียวลื่น และความเหนียวเพิ่มมากขึ้น

4.2 การเปรียบเทียบการใช้แอล -อาร์จินีน (L-arginine) และไกลซีน (Glycine) ที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติของไส้กรอก

จากการทดลองทดแทนการใช้ เกลือโซเดียม คลอไรด์ร่วมกับ เกลือโพแทสเซียม คลอไรด์ ที่ระดับร้อยละ 75 ด้วยการใช้แอล-อาร์จินีน ปริมาณร้อยละ 15 เปรียบเทียบกับการใช้ ไกลซีน ปริมาณร้อยละ 15 ในสูตรการผลิต ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design :CRD)ทำการทดลอง 2 ซ้ำ และจากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เชิงพรรณนา (Generic Descriptive Analysis) ในด้านรสเค็ม และรสขมด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนตามวิธีการของ ASTM (1992) จำนวน 12 คน แสดงในตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ย*และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มในด้านรสเค็ม และรสขมของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

คุณลักษณะ	0% KCl + 100% NaCl	75% KCl + 25% NaCl	15% Glycine + 63.75%KCl + 21.25%NaCl	15% L-arginine + 63.75%KCl + 21.25%NaCl
รสเค็ม (Saltiness)	95.22 ± 2.50 a	55.39 ± 1.83 d	73.08 ± 3.14 b	66.08 ± 6.14 c
รสขม (Bitterness)	0.00 ± 0.00 c	7.64 ± 3.66 a	0.33 ± 0.48 bc	2.22 ± 2.40 b

*ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินบนมาตราเส้นตรง 150 มิลลิเมตร จากผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนจำนวน 12 คน ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอน จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตาราง 4.4 การประเมินคุณลักษณะความเข้มในด้านรสเค็มและรสขมของผลิตภัณฑ์ด้วยการใช้มาตราเส้น 150 มิลลิเมตร คุณลักษณะในด้านความเข้มของรสเค็มของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกมีความเข้มอยู่ที่ 55.39 ถึง 95.22 และความเข้มของรสขมมีความเข้มอยู่ที่ 0.00 ถึง 7.64

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.4 พบว่าความเข้มของรสเค็มของสิ่งทดลองทั้ง 4 สิ่งทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากตารางจะเห็นได้ว่าความเข้มของรสเค็มของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความเข้มของรสเค็มของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล -อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มในด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสิ่งทดลอง พบว่าไส้กรอกที่ทำการทดแทนด้วยการใช้ ไกลซีนปริมาณร้อยละ 15 ความเข้มของรสเค็มมีค่าเข้าใกล้กับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำการทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 0 (100% NaCl) นอกจากนี้แล้วจะเห็นได้ว่าการทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 และการทดแทนด้วยแอล -อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 สามารถเสริมรสเค็มในผลิตภัณฑ์ได้เมื่อเทียบกับความเข้มในด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 75 โดยไม่ได้ใช้กรดอะมิโนร่วม และจะเห็นได้ว่าการทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 สามารถเสริมรสเค็มในผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าการทดแทนด้วยแอล -อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 เมื่อพิจารณาจากการทดลองของ Kawai and Hayakawa (2005) ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสารละลายกรดอะมิโนที่พบว่ากรดอะมิโนไกลซีนจะให้รสหวาน ซึ่ง Keast and Breslin (2002) ได้กล่าวว่ารสหวานนั้นจะเป็นรสชาติที่สามารถบดบังรสขมในผลิตภัณฑ์ได้ และจากการทดลองของ Kawai and Hayakawa (2005) พบว่ากรดอะมิโนแอล-อาร์จินีนให้รสชาติขม และ หวาน ดังนั้นรสชาติหวานของแอล-อาร์จินีนอาจบดบังรสขมที่มีในตัวของแอล -อาร์จินีนเองจึงทำให้ความสามารถในการบดบังรสขมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกลดน้อยลง

ส่วนความเข้มของรสขมจากตาราง 4.4 พบว่าความเข้มของรสขมของสิ่งทดลองทั้ง 4 สิ่งทดลองแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากตารางจะเห็นได้ว่าความเข้มของรสขมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 ไม่แตกต่างกันกับความเข้มของรสขมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล -อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 และความเข้มของรสขมแต่ความเข้มด้านรสขมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15ไม่แตกต่างกันกับความเข้มของรสขมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วย เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 0 (100% NaCl) แต่ความเข้มของรสขมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล-อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 มีความแตกต่างกันกับความเข้มของรสขมของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 0 (100% NaCl)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 50 คน กับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 4 สิ่งทดลอง ด้วยแบบทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SuSense, Thailand) แสดงในตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ค่าเฉลี่ย*และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงก์เฟอร์เตอร์แต่ละสิ่งทดลองจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (n=50)

คุณลักษณะ	0% KCl + 100% NaCl	75% KCl + 25% NaCl	15% Glycine + 63.75%KCl + 21.25%NaCl	15% L-arginine + 63.75%KCl + 21.25%NaCl
ความชอบโดยรวม	6.5 ± 1.3 c	5.5 ± 1.3 ab	5.4 ± 1.8 ab	5.1 ± 1.4 a
รสเค็ม	6.5 ± 1.1 c	5.0 ± 1.4 ab	4.8 ± 1.6 ab	4.5 ± 1.6 a
รสชาติโดยรวม	6.6 ± 1.2 c	5.2 ± 1.2 ab	5.3 ± 1.6 ab	5.0 ± 1.6 a
เนื้อสัมผัส	6.5 ± 1.7	6.3 ± 1.5	5.8± 1.7	5.8 ± 1.4

*ค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี 9 – point hedonic scale

ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอน จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตาราง 4.5 พบว่าความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 4 สิ่งทดลองมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับรู้สึกเฉย ๆ (5.1) ถึงระดับชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง (6.5) ความชอบในด้านรสเค็มมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย (4.5) ถึงระดับชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง (6.5) ความชอบในด้านรสชาติโดยรวมมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับรู้สึกเฉย ๆ (5.0) ถึงระดับชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง (6.6) และความชอบในด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย-ชอบปานกลาง (5.8 ถึง 6.5)

จากตาราง 4.5 พบว่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม รสเค็ม และรสชาติโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 4 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 4 สิ่งทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) และเมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำการทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 กับผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล-อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้งสองสิ่งทดลองมีค่าคะแนนการยอมรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จากการวัดคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ด้วยการวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyser (TA-XT Plus, UK) และปริมาณความชื้น ในแต่ละสิ่งทดลองแสดงในตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ค่าเฉลี่ย*และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

คุณลักษณะ	0% KCl + 100% NaCl	75% KCl + 25% NaCl	15% Glycine + 63.75%KCl + 21.25%NaCl	15% L-arginine + 63.75%KCl + 21.25%NaCl
Hardness (N)	17.67 ± 2.79 a	21.46 ± 3.65 b	21.91 ± 2.98 b	16.10 ± 2.72 a
Adhesiveness (g.sec)	-2.25 ± 1.31	-2.12 ± 1.86	-2.42 ± 1.46	-2.98 ± 1.37
Springiness	0.96 ± 0.02 ab	0.96 ± 0.02 b	0.98 ± 0.02 a	0.96 ± 0.02 ab
Cohesiveness	0.88 ± 0.02	0.88 ± 0.01	0.88 ± 0.01	0.89 ± 0.01
Gumminess	15.68 ± 2.55 b	18.90 ± 3.08 a	19.39 ± 2.54 a	14.13 ± 2.39 b
Chewiness	15.13 ± 2.50 b	18.08 ± 2.82 a	18.94 ± 2.52 a	13.62 ± 2.22 b
Firmness (N)	21.52 ± 2.81	19.50 ± 5.07	22.61 ± 1.28	19.85 ± 4.83
Moisture(%)	60.00 ± 0.37	60.27 ± 0.48	61.84 ± 3.77	59.37 ± 0.47

*ค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการวัดค่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างด้วยเครื่อง Texture analyzer จำนวน 10 ซ้ำ

ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอน จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตาราง 4.6 พบว่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 59.37 ถึง 61.84 และจากการวัดค่าเนื้อสัมผัสพบว่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มีค่า 16.10 ถึง 21.91 นิวตัน(N) มีค่าการยึดติด -2.98 ถึง -2.12 (g.sec) การยืดหยุ่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.96 ถึง 0.98 การเชื่อมติดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.88 ถึง 0.89 ความเหนียวลื่น มีค่าอยู่ระหว่าง 14.13 ถึง 19.39 ความเหนียวมีค่าอยู่ระหว่าง 13.62 ถึง 18.94 และมีค่าความแน่นเนื้อ มีค่าระหว่าง 19.50 ถึง 22.61 นิวตัน (N)

จากตาราง 4.6 พบว่าความชื้น การยึดติด การเชื่อมติด และความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทั้ง 4 สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

($p \geq 0.05$) ในแต่ละสิ่งทดลอง ส่วนค่าความแข็ง การยืดหยุ่น ความเหนียวลื่น และความเหนียว ในแต่ละสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงความแข็งของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสิ่งทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล -อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 มีความแข็งแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำ การทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 แต่ความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล-อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0 (100% NaCl)

การยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำ การทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 และแอล-อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0 (100% NaCl) แต่ผลิตภัณฑ์ที่ทำ การทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าการยืดหยุ่นแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 75 แต่ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0 (100% NaCl) และผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล -อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าการยืดหยุ่นที่ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 75

และจากการพิจารณาความเหนียวลื่นของผลิตภัณฑ์พบว่าความเหนียวลื่นของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำการทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล-อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 โดยที่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำ การทดแทนด้วยแอล-อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ15 มีค่าความเหนียวลื่นไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0 (100% NaCl) และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำ การทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าความเหนียวลื่นไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 75

ส่วนความเหนียวของผลิตภัณฑ์พบว่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำ การทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล -อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 โดยที่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำ การทดแทนด้วยแอล -อาร์จินีน ที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าความเหนียวไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0 (100% NaCl) และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำ การทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าความเหนียวไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 75

จากผลการทดลองทั้งหมดในปฏิบัติการส่วนนี้พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล-อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าเนื้อสัมผัสที่วัดได้จากเครื่องมือในหลาย ๆ คุณลักษณะไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0 (100% NaCl) ซึ่งในบาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คุณลักษณะมีค่าเนื้อสัมผัสแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำ การทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 แต่เมื่อพิจารณาถึงการยอมรับจากผู้บริโภคในด้านเนื้อสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดแทนด้วยแอล-อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 และผลิตภัณฑ์ที่ทำ การทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าคะแนนการยอมรับที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการวัดค่าด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มีความไว(sensitive) ในการวัดค่ามากกว่าการทดสอบด้วยผู้บริโภคทั่วไป ซึ่งผู้บริโภคอาจไม่สามารถแยกความแตกต่างเพียงเล็กน้อยที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ได้ และเมื่อพิจารณาถึงการยอมรับของผู้บริโภคในคุณลักษณะอื่น ๆ พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำการแทนที่ด้วย ไกลซีนที่ระดับร้อยละ15 และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำการแทนที่ด้วยแอล -อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 มีค่าคะแนนการยอมรับที่ไม่แตกต่างกัน แต่การยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ทั้งสองมีค่าแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0 (100% NaCl)

และเมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เชิงพรรณนา (Generic Descriptive Analysis) ในด้านรสเค็ม และรสขม พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทำการแทนที่ด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ15 มีความเข้มใน ด้านรสเค็ม และรสขม ที่เข้าใกล้ความเข้มใน ด้านรสเค็ม และรสขมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 0 (100% NaCl) มากที่สุด

ดังนั้นตามข้อสรุปดังกล่าวจึงเลือกใช้ไกลซีนในปฏิบัติการตอนต่อไปเพื่อบดบังรสขมที่เกิดขึ้นจากการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก เนื่องจากการทดแทนด้วยไกลซีนที่ระดับร้อยละ 15 ในส่วนผสมของเกลือในผลิตภัณฑ์สามารถที่จะบดบังรสขมที่เกิดขึ้นได้ดี และยังสามารถเสริมรสเค็มในผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการทดแทนด้วยแอล-อาร์จินีนที่ระดับร้อยละ 15 นอกจากนั้นแล้วไกลซีนยังนิยมนำมาใช้ในการทดลองเพื่อทดแทนการใช้เกลือในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลาย ๆ ชนิด (Gou *et al*., 1996; Gelabert *et al*., 2003) และยังสามารถหาใช้งานได้ง่ายกว่า ราคาประหยัด กว่าการใช้แอล-อาร์จินีน

4.3 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) และใช้กรดอะมิโนในการบดบังรสขมของเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์

จากการศึกษา หาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกโดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design แบบ D-optimal โดยผันแปร 3 ปัจจัยคือ ปริมาณเกลือโซเดียม คลอไรด์ (NaCl) ปริมาณเกลือโพแทสเซียม คลอไรด์ (KCl) และปริมาณกรดอะมิโน ไกลซีน (Glycine) ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 14 สิ่งทดลอง ซึ่งรายละเอียดของแต่ละสิ่งทดลองแสดงดังตาราง 3.6 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี และกายภาพแสดงดังตาราง 4.7 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงดังตาราง 4.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 ค่าเฉลี่ย*คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมจากการทดลองแบบ Mixture design

สิ่งทดลอง**	Hardness(N)	Adhesivness(g.sec)	Springiness	Cohesivness	Gumminess	Chewiness	Firmness(N)
1	16.44±2.59 c	-8.39±5.01	0.96±0.02	0.89±0.01 cd	14.58±2.24 d	14.04±2.14 d	24.14±1.31 ab
2	16.34±2.95 c	-11.24±6.34	0.96±0.01	0.88±0.01 cd	14.45±2.53 d	13.92±2.38 d	26.34±2.36 abc
3	19.18±2.70 bc	-1.98±1.63	0.96±0.02	0.88±0.01 e	16.76±2.24 cd	16.18±2.23 cd	25.25±1.30 cd
4	23.61±2.34 a	-9.29±4.13	0.96±0.02	0.88±0.01 de	20.77±2.75ab	20.03±3.64 ab	26.38±1.36 a
5	17.92±2.30 bc	-5.45±4.27	0.96±0.02	0.89±0.01 cd	15.86±2.84 cd	15.25±2.69 d	25.37±0.90 de
6	24.87±2.35 a	-10.49±4.24	0.97±0.02	0.89±0.01 abc	22.16±1.97 a	21.58±2.12 a	25.77±1.64 abcd
7	18.50±2.52 bc	-5.29±4.89	0.97±0.01	0.89±0.01 abcd	16.45±3.05 cd	15.96±2.99 cd	25.62±1.72 bcd
8	16.76±2.85 c	-4.07±4.95	0.98±0.03	0.90±0.00 a	15.08±2.53 d	14.75±2.48 d	23.43±0.99 cd
9	19.14±3.05 bc	-5.89±3.97	0.96±0.01	0.89±0.01 cd	16.97±2.71cd	16.34±2.59cd	25.18±1.35 de
10	20.57±3.30 b	-2.04±2.04	0.98±0.02	0.90±0.02 ab	18.48±3.02 bc	18.16±2.87 bc	24.85±1.50 bcd
11	16.95±2.12 c	-2.78±3.42	0.98±0.03	0.89±0.02 abc	15.11±1.82 d	14.83±1.87 d	25.36±1.51 bcd
12	18.88±3.49 bc	-4.12±4.58	0.97±0.02	0.90±0.01 abc	16.98±3.12 cd	16.53±3.21 cd	26.46±1.82 abcd
13	18.75±3.07 bc	-6.04±3.07	0.97±0.01	0.89±0.01 abcd	16.68±2.72 cd	16.15±2.69 cd	24.44±1.90 cd
14	17.01±2.43 c	-10.36±4.56	0.97±0.03	0.89±0.01 bd	15.12±2.08 d	14.72±1.97 d	22.83±1.38 e

*ค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการวัดค่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างด้วยเครื่อง Texture analyzer จำนวน 10 ซ้ำ จากการวัดค่าสี และค่าวอเตอร์แอคติวิตี จำนวน 3 ซ้ำ

ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้ง จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** หมายเลขของสิ่งทดลองในการทดลองอ้างอิงตามสิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.6

ตาราง 4.7(ต่อ) ค่าเฉลี่ย*คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมจากการทดลองแบบ Mixture design

สิ่งทดลอง**	L*	a*	b*	a_w
1	59.43±0.14 ef	6.10±0.09 d	12.13±0.21 a	0.99±0.00 de
2	59.86±0.83 cdef	7.24±0.35 ab	11.20±0.26 bcde	0.98±0.00 f
3	60.34±0.24 abcd	7.31±0.46 ab	11.14±0.46 bcdef	0.99±0.00 abc
4	60.94±0.58 a	7.37±0.59 a	11.59±0.46 b	0.97±0.00 de
5	60.42±0.72 abcd	6.69±0.09 c	10.61±0.03 f	0.99±0.00 abc
6	60.36±0.10 bcd	6.62±0.39 c	11.42±0.13 bc	0.99±0.00 ab
7	60.14±0.06 bcde	6.51±0.02 cd	10.73±0.01 ef	0.99±0.00 abc
8	60.67±0.21 ab	6.71±0.06 c	10.77±0.18 ef	0.98±0.00 e
9	59.83±0.16 def	6.65±0.10 c	11.03±0.20 cdef	0.99±0.00 bc
10	60.62±0.26 abc	6.51±0.22 cd	10.67±0.24 f	0.99±0.00 abc
11	60.60±0.46 abc	6.68±0.25 c	11.07±0.50 cdef	0.99±0.00 a
12	60.08±0.08 bcdef	6.68±0.23 c	11.36±0.50 bcd	0.99±0.00 cd
13	60.19±0.30 abcd	6.63±0.16 c	10.88±0.22 def	0.99±0.00 ab
14	59.39±0.30 f	6.86±0.17 bc	10.67±0.19 f	0.99±0.00 ab

*ค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการวัดค่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างด้วยเครื่อง Texture analyzer จำนวน 10 ซ้ำ จากการวัดค่าสี และค่าวอเตอร์แอคติวิตี จำนวน 3 ซ้ำ

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p \geq 0.05$)ในแถวแนวตั้ง

ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้ง จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** หมายเลขของสิ่งทดลองในการทดลองอ้างอิงตามสิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมจากการทดลองแบบ Mixture design

สิ่งทดลอง*	ความชอบโดยรวม**	กลิ่นรส**	รสเค็ม**	รสชาติโดยรวม**	เนื้อสัมผัส**	ความเข้มรสเค็ม (DA)***	ความเข้มรสขม (DA)***
1	4.7±1.6 g	5.2±1.5 e	4.0±1.6 f	4.5±1.7 h	6.0±1.5 c	54.88±2.18 h	3.20±0.60 e
2	4.6±1.7 g	6.2±1.3 b	3.9±1.6 f	4.4±1.6 h	6.1±1.3 c	52.43±2.04 i	11.58±0.82 d
3	6.4±1.1 ac	6.6±1.1 a	5.9±1.5 b	6.3±1.2 b	6.8±1.0 a	89.93±3.13 a	0.05±0.08 h
4	6.4±1.3 abc	5.7±1.2 ab	5.9±1.6 b	6.2±1.4 bc	6.8±1.2 a	75.68±2.30 c	0.93±0.71 g
5	5.9±1.5 de	4.8±1.4 c	5.2±1.5 cd	5.7±1.6 de	6.5±1.3 ab	66.18±1.98 e	3.15±0.47 e
6	6.1±1.2 cd	4.8±1.4 bc	5.5±1.5 bc	5.9±1.3 cd	6.6±1.2 a	71.36±1.80 d	0.97±0.67 g
7	4.6±1.6 g	6.5±1.0 a	4.1±1.7 f	4.4±1.7 h	5.9±1.6 c	45.58±2.72 j	22.88±1.34 a
8	5.2±1.5 f	5.1±1.4 d	4.7±1.6 e	5.1±1.5 fg	6.0±1.2 c	63.53±1.50 f	18.00±1.28 c
9	6.2±1.3 bcd	6.0±1.4 b	5.7±1.4 b	6.2±1.3 bc	6.7±1.2 a	75.14±2.76 c	0.96±0.74 g
10	6.6±1.1 a	6.5±1.2 a	6.3±1.4 a	6.7±1.3 a	6.8±1.2 a	89.39±3.45 a	0.08±0.14 h
11	5.7±1.2 e	5.5±1.4 c	5.0±1.4 de	5.4±1.3 ef	6.5±1.1 ab	61.18±3.25 g	2.34±0.35 f
12	4.8±1.4 g	4.8±1.4 def	4.3±1.5 f	4.7±1.5 gh	6.2±1.3 bc	55.47±2.29 h	3.28±0.53 e
13	4.8±1.4 g	4.7±1.5 def	4.2±1.5 f	4.7±1.4 gh	6.1±1.3 bc	45.73±2.66 j	22.18±1.48 b
14	6.5±1.0 ab	6.2±1.2 ab	5.8±1.4 b	6.2±1.2 bc	6.8±1.0 a	80.22±2.18 b	0.29±0.38 gh

* หมายเลขของสิ่งทดลองในการทดลองอ้างอิงตามสิ่งทดลองดังแสดงในตาราง 3.6

** ค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี 9 – point hedonic scale จากผู้บริโภคจำนวน 100 คน ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวตั้ง จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

***ทำการประเมินบนมาตราเส้น 150 มิลลิเมตร จากผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนจำนวน 12 คน DA : Descriptive analysis

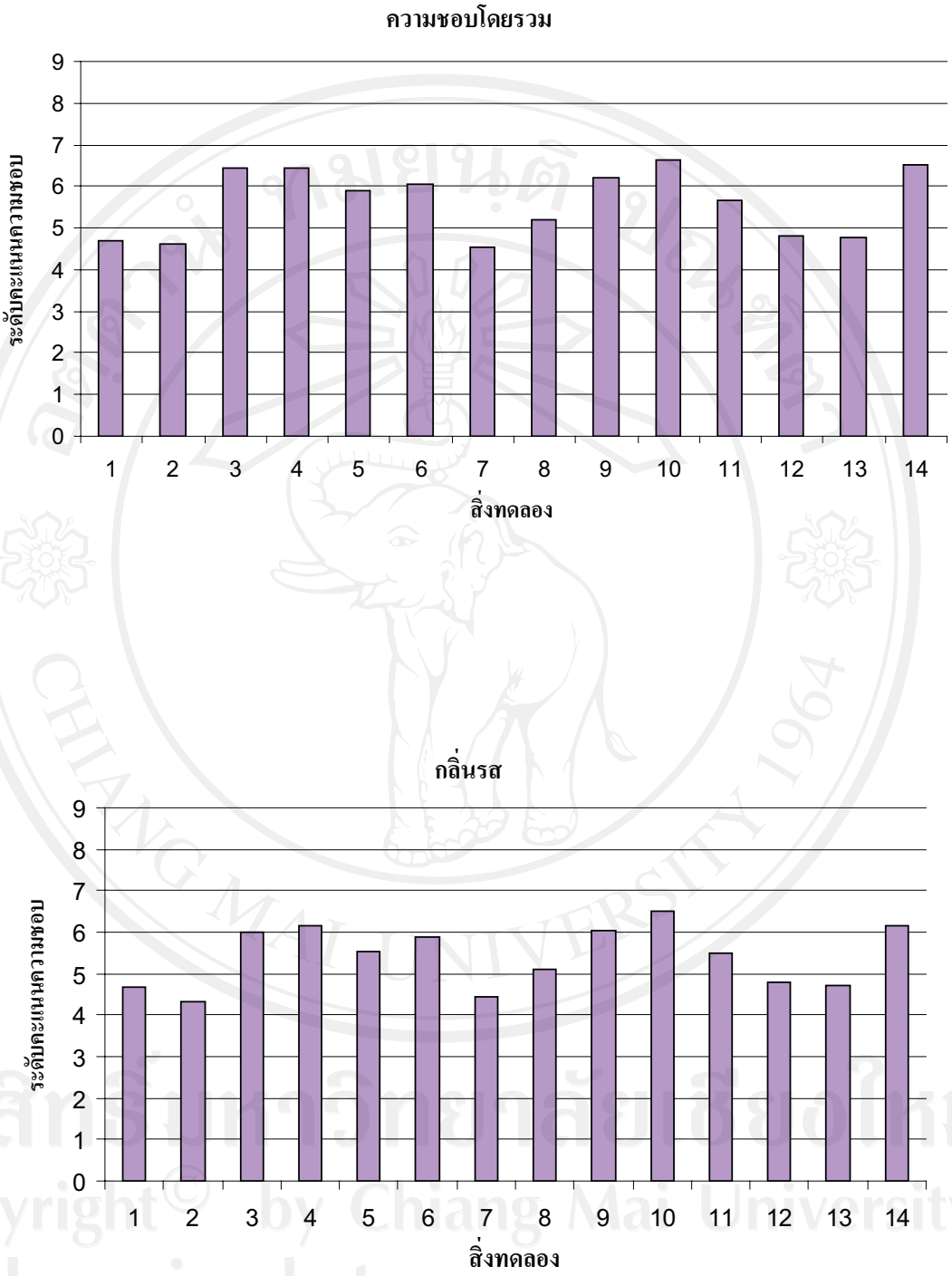
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.7 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ได้จากการทดลองทั้ง 14 สิ่งทดลองพบว่าไส้กรอกมีค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์อยู่ระหว่าง 16.34 ถึง 24.87 นิวตัน(N) มีค่าการยึดติด -1.98 ถึง -11.24 (g.sec) การยืดหยุ่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.96 ถึง 0.98 การเชื่อมติดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.88 ถึง 0.90 ความเหนียวลื่นมีค่าอยู่ระหว่าง 14.45 ถึง 22.16 ความเหนียวมีค่าอยู่ระหว่าง 13.92 ถึง 21.58 ค่าความแน่นเนื้อมีค่าระหว่าง 22.83 ถึง 26.38 นิวตัน ค่าสี L* มีค่าอยู่ระหว่าง 59.39 ถึง 60.94 ค่าสี a* มีค่าอยู่ระหว่าง 6.10 ถึง 7.37 ค่าสี b* มีค่าอยู่ระหว่าง 10.61 ถึง 12.63 และผลิตภัณฑ์มีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.98 ถึง 0.99 และจากตาราง 4.7 พบว่าคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของ ความแข็ง การเชื่อมติด ความเหนียวลื่น ความเหนียว ความแน่นเนื้อ ค่า L* ค่า a* ค่า b* และค่าวอเตอร์แอคติวิตีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 14 สิ่งทดลอง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพในด้านการยึดติด และ การยืดหยุ่น ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกทั้ง 14 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ได้จากการทดลองทั้ง 14 สิ่งทดลองดังตาราง 4.8 พบว่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวมมีระดับการยอมรับที่ ไม่ชอบเล็กน้อย (4.6) ถึง ชอบเล็กน้อย -ชอบปานกลาง (6.6) ด้านกลิ่นรสมีระดับการยอมรับที่ ไม่ชอบเล็กน้อย (4.7) ถึง ชอบเล็กน้อย -ชอบปานกลาง (6.6) ด้านรสเค็มมีระดับการยอมรับที่ ไม่ชอบเล็กน้อย (3.9) ถึง ชอบเล็กน้อย -ชอบปานกลาง (6.3) ด้านรสชาติโดยรวมมีระดับการยอมรับที่ ไม่ชอบเล็กน้อย (4.4) ถึง ชอบเล็กน้อย -ชอบปานกลาง (6.7) และด้านเนื้อสัมผัสมีระดับการยอมรับที่ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (5.9-6.8)

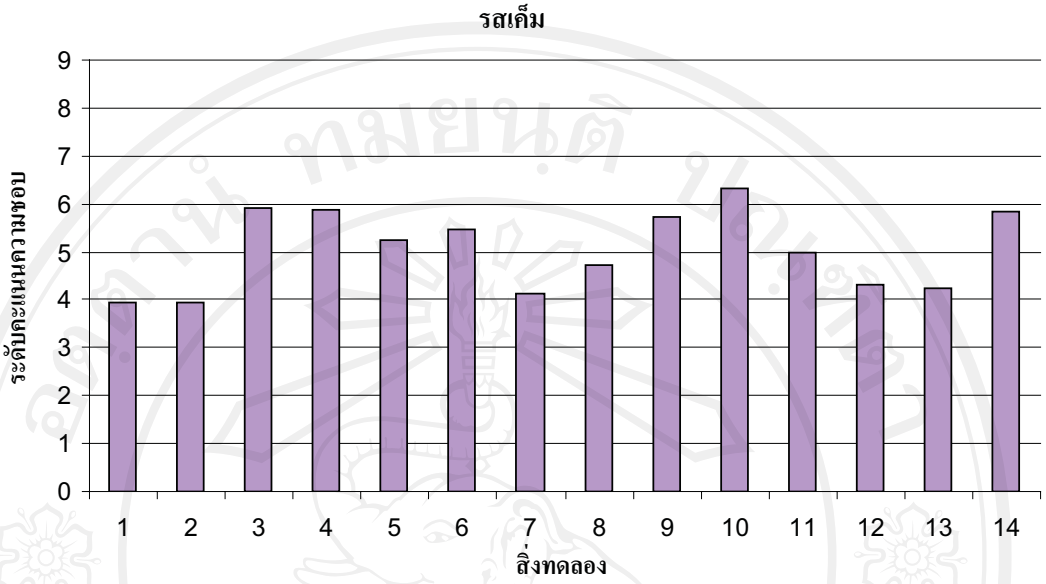
การยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส ความเข้มในด้านรสเค็ม และความเข้มในด้านรสขม ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 14 สิ่งทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังภาพ 4.2

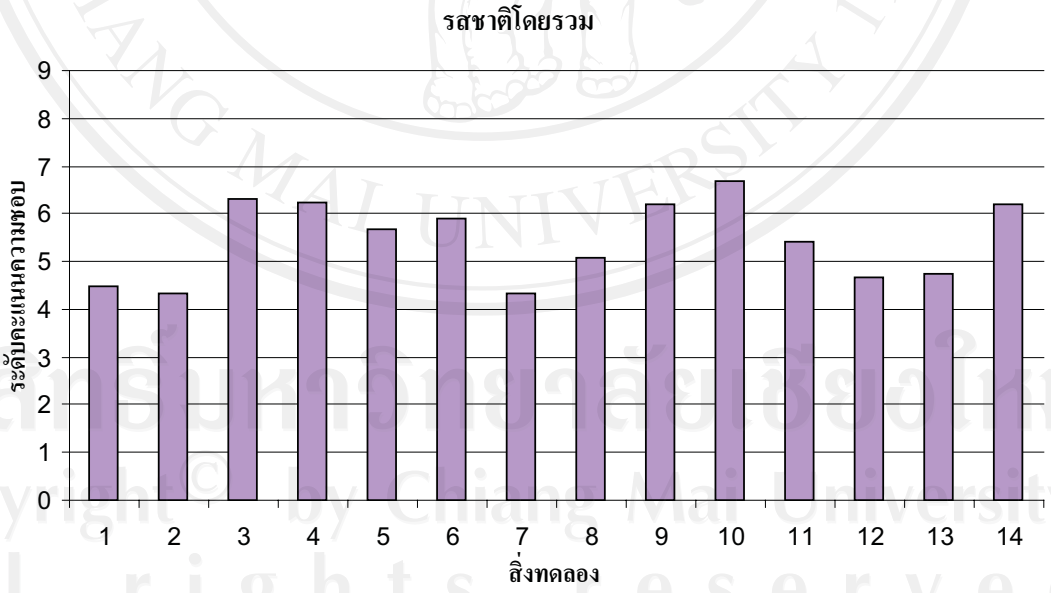
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมทั้ง 14 สิ่งทดลอง ด้วยวิธี 9-point hedonic scale

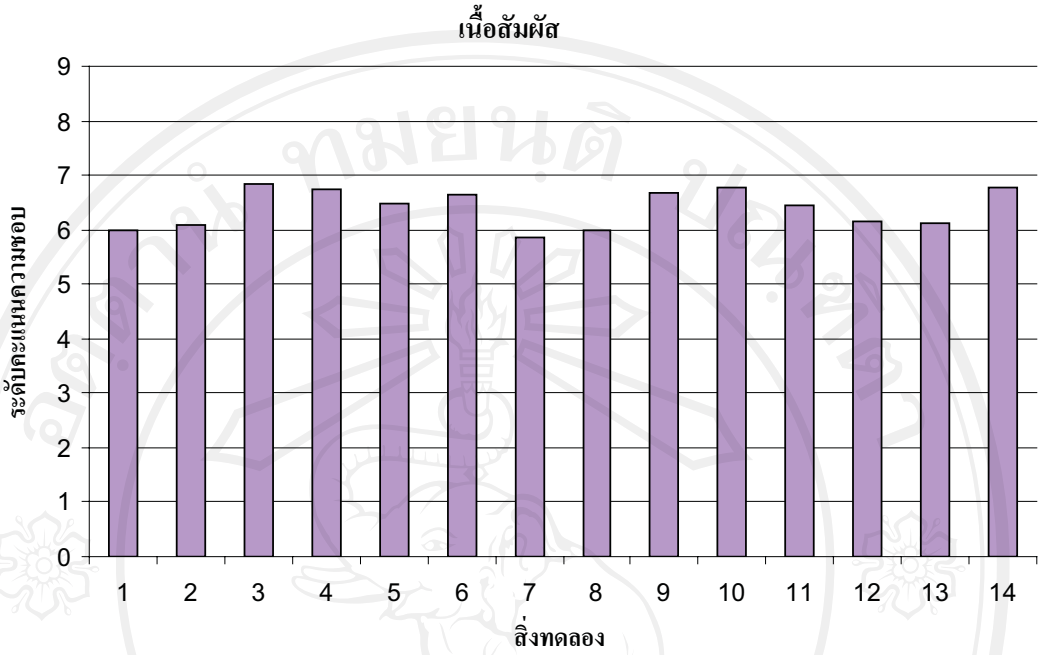
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved





ภาพ4.2(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมทั้ง 14 สิ่งทดลอง ด้วยวิธี 9-point hedonic scale

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ4.2(ต่อ) ผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมทั้ง 14 สิ่งทดลอง ด้วยวิธี 9-point hedonic scale

เมื่อพิจารณาจากภาพ 4.2 พบว่าคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัสที่ทำการประเมินด้วยวิธี 9 – point hedonic scale ของสิ่งทดลองที่ 3 4 6 9 10 และ 14 มีค่าระดับคะแนนความชอบสูงกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ เนื่องจากสิ่งทดลองดังกล่าวเป็นสิ่งทดลองที่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในระดับที่สูง ซึ่งสิ่งทดลองที่ 3 และ 10 มีการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในระดับที่สูง ส่วนสิ่งทดลอง 4 6 9 และ 14 เป็นสิ่งทดลองที่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ใน ระดับกลางสูง แต่เป็นสิ่งทดลองที่มีการใช้ไกลซีนเสริมในส่วนผสมด้วย

เมื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาสมการ regression เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ทำการผันแปรได้แก่ เกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน ที่มีต่อคุณภาพต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ และเมื่อพิจารณาเฉพาะ สมการregression ที่มีนัยสำคัญ และค่าAdjusted R^2 ที่มากกว่า 0.8000 ดัง ตาราง 4.9 และกราฟค่าตอบสนองดัง ภาพ 4.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

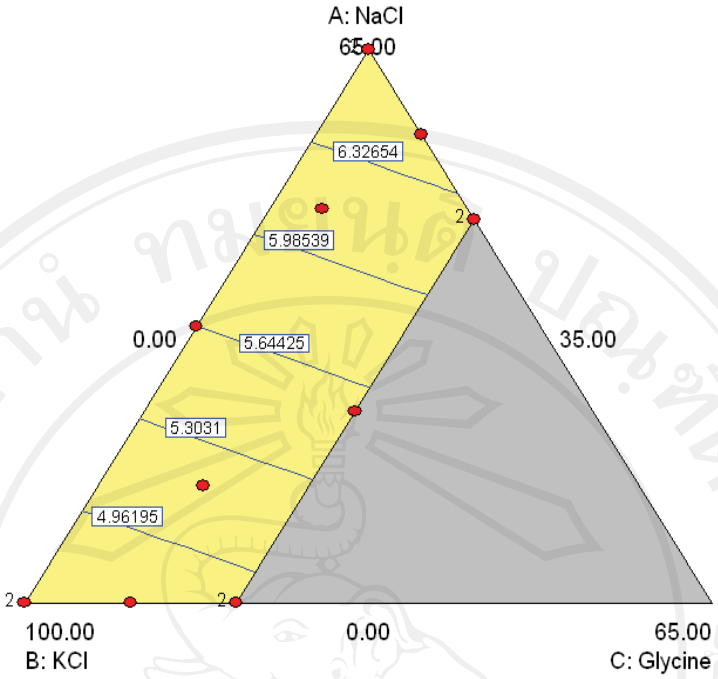
ตาราง 4.9 สมการรีเกรสชัน (regression equation) ของคุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม (overall liking) กลิ่นรส (flavor) ความเค็ม (saltiness) รสชาติโดยรวม (taste) เนื้อสัมผัส (texture) และความเข้มของรสเค็ม (saltiness : DA) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ได้จาก 14 สิ่งทดลอง*

Parameters	Regression equation	Adjusted R^2	Significance level (p)
Overall liking	= +0.077699(NaCl) +0.046208(KCl) +0.057522(Glycine)	0.9665	<0.0001
Flavor	= +0.073153(NaCl) +0.045003(KCl) +0.058835(Glycine)	0.9451	<0.0001
Saltiness	= +0.072994(NaCl) +0.040982(KCl) +0.047135(Glycine)	0.9516	<0.0001
Taste	= +0.076769(NaCl) +0.044690(KCl) +0.053975(Glycine)	0.9567	<0.0001
Texture	= +0.073201(NaCl) +0.059705(KCl) +0.065625(Glycine)	0.9129	<0.0001
Saltiness(DA)**	= +1.19695(NaCl) +0.46359(KCl) -0.36232(Glycine) -2.34280E-003(NaCl)(KCl) +4.16023E-003(NaCl)(Glycine) +0.016042(KCl)(Glycine)	0.9647	<0.0001

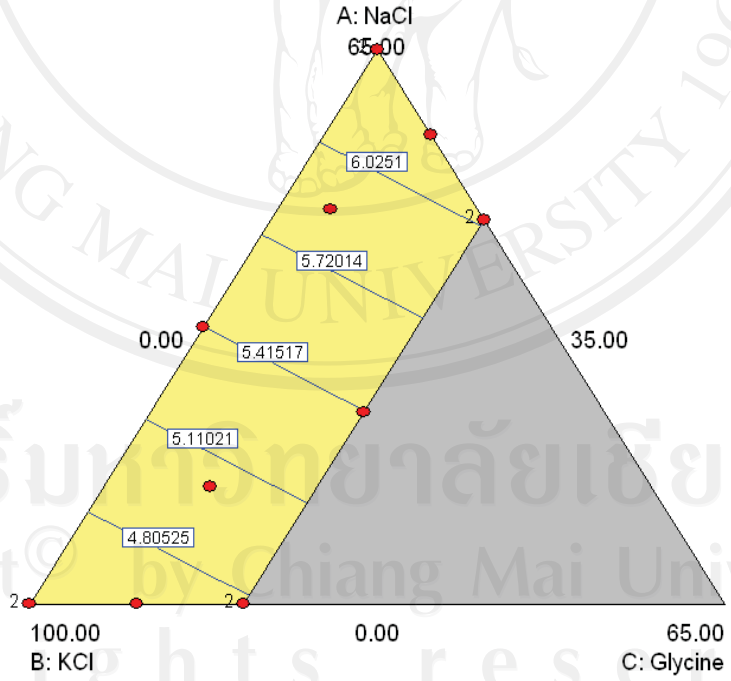
* 14 สิ่งทดลอง ตามตาราง 3.6

** DA : Descriptive analysis

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



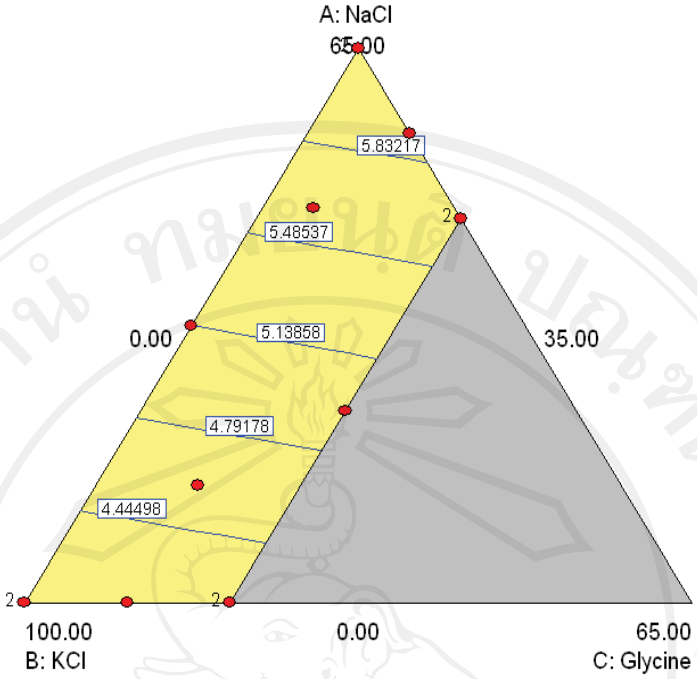
ความชอบโดยรวม (overall liking)



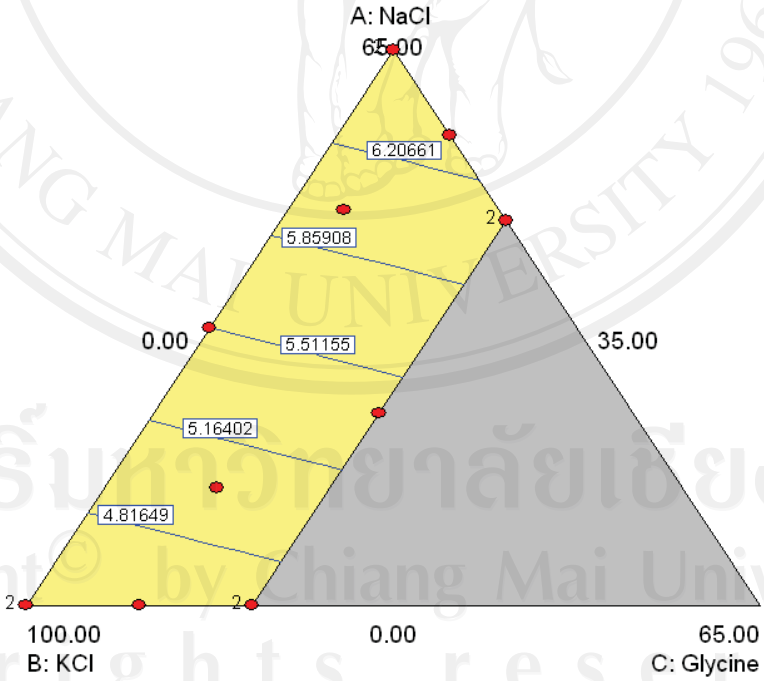
ความชอบในด้านกลิ่นรส (flavor)

ภาพ 4.3 กราฟค่าตอบสนองของคะแนนในแต่ละคุณลักษณะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์ไก่ชนิดต่าง ๆ ที่ทำการผันแปร เกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



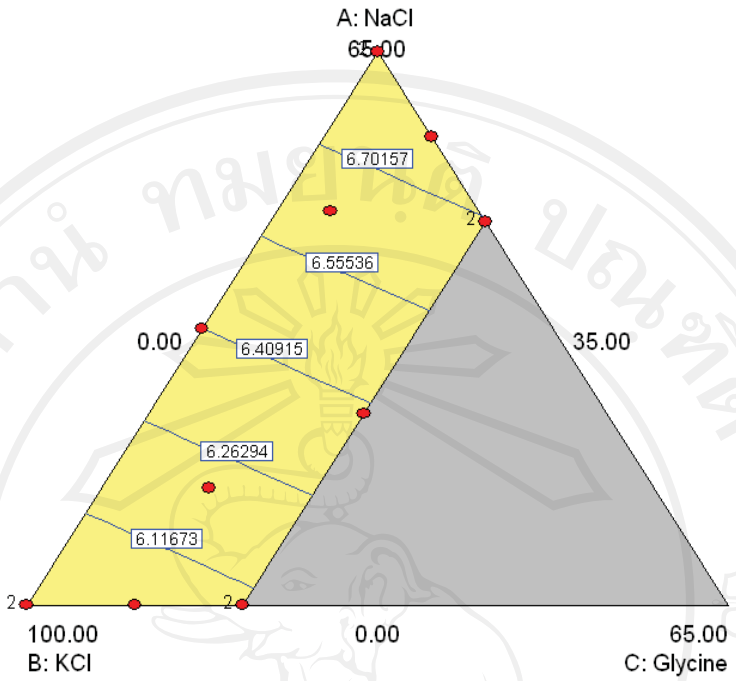
ความชอบในด้านรสเค็ม (saltiness)



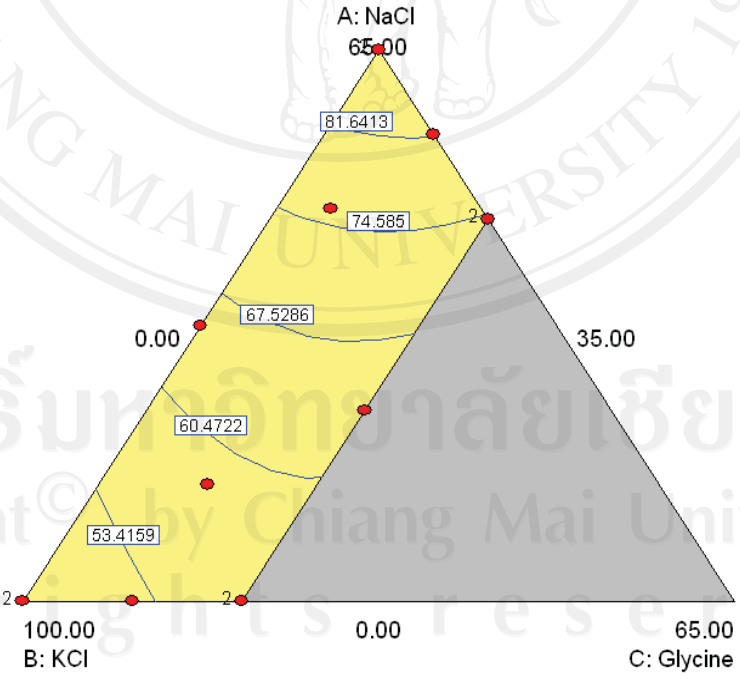
ความชอบในด้านรสชาติโดยรวม (taste)

ภาพ4.3(ต่อ) กราฟค่าตอบสนองของคะแนนในแต่ละคุณลักษณะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์ที่ลดโซเดียมคลอไรด์ด้วยการใช้เกลือทดแทนชนิดต่างๆ ที่ทำการผันแปร เกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ความชอบในด้านเนื้อสัมผัส (texture)



ความเข้มของรสเค็ม (saltiness :DA)

ภาพ4.3(ต่อ) กราฟค่าตอบสนองของคะแนนในแต่ละคุณลักษณะของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์ที่ผลิตจากเนื้อไก่ดิบ ที่ทำการผันแปร เกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.9 พบว่าปริมาณสัดส่วนของเกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส และความเข้มของรสเค็ม ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และเมื่อพิจารณาจากภาพ 4.3 พบว่าปริมาณของเกลือโซเดียมคลอไรด์ส่งผลในเชิงบวกต่อคุณลักษณะในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม เนื้อสัมผัส และความเข้มของรสเค็มของผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อใช้เกลือโซดียมคลอไรด์ที่ระดับสูงขึ้นจะทำให้คุณลักษณะดังกล่าวมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

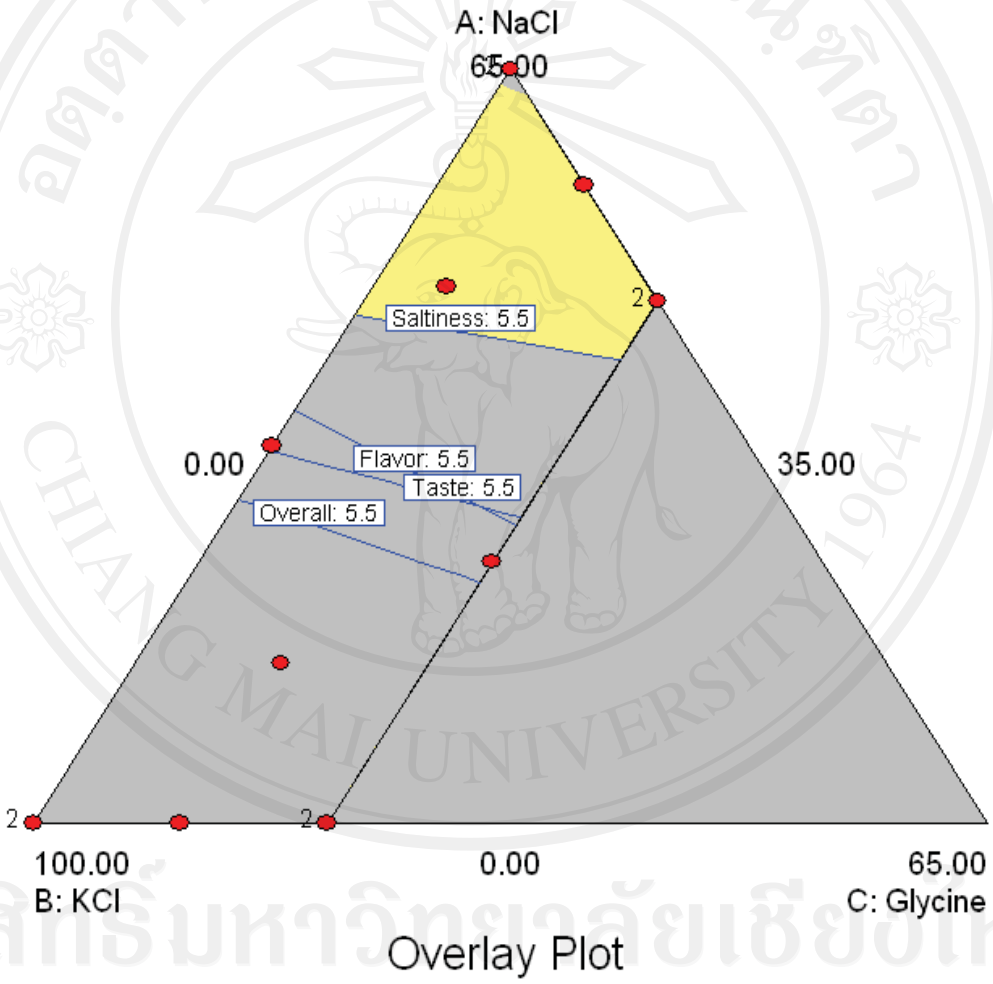
เมื่อพบว่าสัดส่วนของเกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจึงทำการวิเคราะห์หาส่วนผสมที่เหมาะสม (optimization) โดยใช้คุณลักษณะดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ ซึ่งในการทดลองนี้ใช้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัส มากกว่า 5.5 คะแนนขึ้นไป (จากการใช้วิธี 9-point hedonic scale) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการหาส่วนผสมที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียม

สำหรับคุณลักษณะอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ ได้แก่ ความเข้มของรสขม ความแข็ง การยึดติด การยืดหยุ่น การเชื่อมติด ความเหนียวลื่น ความเหนียว ความแน่นเนื้อ ค่า L* ค่า a* ค่า b* และค่า water activity (a_w) พบว่าสมการ regression ที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p\geq0.05$) จึงไม่นำคุณลักษณะดังกล่าวมาเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์หาส่วนผสมที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์

ในการเลือกใช้ระดับคะแนนทางด้านการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในการหาช่วงของส่วนผสมที่เหมาะสมนั้นมีการเลือกใช้ค่าระดับคะแนนการยอมรับที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้ทำการวิจัย เช่นงานวิจัยของ Prinyawiwatkul *et al.* (1997) ได้ใช้ระดับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคที่ 5.4 เป็นเกณฑ์ในการหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดของนักเก็ตไก่ Sriwattana *et al.* (2008) ได้ใช้ระดับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคที่ 6.5 เป็นเกณฑ์ในการหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดของขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าว และนอกจากนั้น Deshpande *et al.* (2008)ใช้ระดับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคที่ 5.0 เป็นเกณฑ์ในการหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องดื่มจากถั่วลิสงและถั่วเหลือง เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำผลของการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก มากกว่า 5.5 คะแนนขึ้นไป มาเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์หาส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด (optimization) โดยวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Design-Expert version 6.0.10 (Statease Inc., Minneapolis, USA) ผลการวิเคราะห์ที่ได้ในรูป contour plot แสดงดังภาพ 4.4



ภาพ 4.4 ช่วงระดับของเกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน ที่เหมาะสม(พื้นที่สีเหลือง) ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่ให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก มากกว่า 5.5 (จากการใช้วิธี 9-point hedonic scale)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการวิเคราะห์ช่วงที่เหมาะสมของส่วนผสมโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดพบว่า ช่วงของส่วนผสมที่เหมาะสมประกอบไปด้วย เกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 40.00 ถึง 63.66 โพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 35.00 ถึง 55.90 และไกลซีนร้อยละ 0.00 ถึง 20.00 ซึ่งส่วนผสมทั้งสามชนิดรวมกันร้อยละ 100 คิดเป็นร้อยละ 1.35 ของส่วนผสมทั้งหมด

เมื่อได้ช่วงที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียม จึงทำการทดสอบความถูกต้องของสมการทำนายด้วยการเลือกจุดที่อยู่ในพื้นที่สีเหลืองในภาพ 4.4 ที่มีค่า desirability สูง มาทำการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียม และนำผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ได้ไปทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อตรวจสอบค่าที่ได้จากการทำนาย โดยจุดที่เลือกนำมาใช้ในการทดสอบมีสัดส่วนของเกลือโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 50.32 ของเกลือที่ใช้ในส่วนผสมเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 41.24 ของเกลือที่ใช้ในส่วนผสม และไกลซีนร้อยละ 8.44 ของเกลือที่ใช้ในส่วนผสม ทำการผลิต 2 ซ้ำ จากนั้นนำค่าที่ได้จากการทดสอบจริงและค่าที่ได้จากการทำนายไปทดสอบความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นซึ่งแสดงดังตาราง 4.10

ตาราง 4.10 ค่าเฉลี่ย*ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมได้จากการทำนายสมการรีเกรสชัน**และจากการทดลอง

คุณลักษณะ	ค่าจากการทำนาย	ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง*	ความคลาดเคลื่อน (ร้อยละ)
ความชอบโดยรวม	6.3	5.9	6.78
กลิ่นรส	6.0	5.8	3.45
รสเค็ม	5.9	5.6	5.36
รสชาติโดยรวม	6.1	5.9	3.39
เนื้อสัมผัส	6.7	6.4	4.69

*ค่าเฉลี่ยได้จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale

**สมาการรีเกรสชันจากตาราง 4.9

จากตาราง 4.10 พบว่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนของคุณลักษณะต่าง ๆ ระหว่างค่าที่ได้จากการทำนาย และค่าที่ได้จากการทดลองมีค่าอยู่ที่ ร้อยละ 3.39 ถึง 6.78 ซึ่ง Hu (1999) ได้เสนอแนะว่า ร้อยละความคลาดเคลื่อนของค่าที่ได้จากการทดลอง และค่าที่ได้จากการทำนายนั้นควรจะมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 10 ดังนั้นสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปจึงสามารถนำมาใช้เพื่อทำนายค่าระดับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงส่วนผสมของ เกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์และไกลซีน ซึ่งคิดปริมาณรวมเป็นร้อยละ 1.35 ของส่วนผสมทั้งหมด และผลจากการหาช่วงของส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด (optimization) ในการพัฒนาไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่มีการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก มากกว่า 5.5 คะแนนขึ้นไป ด้วยการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale ได้ช่วงส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมซึ่งแสดงดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 ช่วงส่วนผสมที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียม

ส่วนผสม		ร้อยละ
เนื้อหัวไหล่หมูบด		48.13
มันแข็งหมูบด		24.02
น้ำแข็ง		24.02
เกลือโซเดียมคลอไรด์(NaCl)	(ร้อยละ 40.03 – 63.66)	
เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์(KCl)	(ร้อยละ 35.00 – 55.90)	1.35*
ไกลซีน(glycine)	(ร้อยละ 0.00 – 20.00)	
โปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลต (soy protein isolated)		0.95
กลิ่นควันผง (smoking powder)		0.28
โซเดียมอิริทรอเบท (sodium erythrobate)		0.28
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต (sodium tri polyphosphates)		0.28
พริกไทยป่น		0.20
เมล็ดผักชีป่น		0.20
ลูกจันทน์ป่น		0.08
เครื่องเทศผสม**		0.20
โซเดียมไนไตรท (sodium nitrite)		0.01

* ส่วนผสมรวมร้อยละ 100 ของเกลือโซเดียมคลอไรด์ เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ และไกลซีน คิดเป็นร้อยละ 1.35 ของส่วนผสมทั้งหมด

**เครื่องเทศผสมประกอบด้วย พริกไทยป่นร้อยละ 23.25 พริกปาปริกาป่นร้อยละ 11.63 มาโจแรมป่นร้อยละ 11.63 ไทม์ป่นร้อยละ 11.63 ลูกจันทน์ป่นร้อยละ 11.63 ดอกจันทน์ป่นร้อยละ 11.63 กานพลูป่นร้อยละ 11.63 เมล็ดผักชีป่นร้อยละ 6.97

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 การทดสอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย ของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่ทำการพัฒนาได้

จากการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมได้ช่วงของส่วนผสมที่เหมาะสมดังตาราง 4.11 จึงทำการเปรียบเทียบคุณภาพผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่ทำการพัฒนาได้ในช่วงที่เหมาะสม 2 สูตร(Developed I และ Developed II)กับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์สูตรเริ่มต้น (Initial หรือ Control :100%NaCl)

จากนั้นทำการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ 2 ซ้ำ เพื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ และ คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ซึ่งผลการทดสอบคุณภาพแสดงดังตาราง 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

ตาราง 4.12 ค่าเฉลี่ย*คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

คุณลักษณะ	Control**	Developed I***	Developed II***
Hardness (N)	22.07±2.14	21.52±2.97	23.02±2.51
Adhesiveness (g.sec)	-1.82±0.77 b	-1.70±1.34 a	-3.35±1.91 c
Springiness	0.96±0.01	0.97±0.01	0.97±0.01
Cohesiveness	0.88±0.01	0.88±0.01	0.88±0.01
Gumminess	19.46±2.62	18.96±2.55	20.37±2.15
Chewiness	18.69±2.47	18.32±2.50	19.68±2.14
Firmness (N)	24.82±1.18 a	21.90±1.90 b	25.28±2.05 a
Moisture (%)	42.92±0.24 a	41.95±0.37 b	41.65±0.20 b
a_w	0.98±0.01	0.98±0.00	0.98±0.00
L*	58.14±0.67	58.47±0.34	48.99±0.48
a*	6.85±0.36	6.62±0.07	6.55±0.36
b*	10.56±0.67	10.42±0.48	10.72±0.13

*ค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากการวัดค่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างด้วยเครื่อง Texture analyzer จำนวน 10 ซ้ำ จากการวัดค่าสีและค่าวอเตอร์แอคติวิตี จำนวน 3 ซ้ำ
ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอน จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
** ส่วนผสมดังตาราง 3.1
***Developed I ประกอบด้วย 50.32% NaCl 41.24%KCl และ 8.44% glycine
Developed II ประกอบด้วย 63.66% NaCl และ 36.34%KCl
ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดร้อยละ 100 คิดเป็น ร้อยละ 1.35 ของส่วนผสมทั้งหมด โดยส่วนผสมอื่นคงทีดังตาราง 3.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.13 ค่าเฉลี่ย*คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

คุณลักษณะ	Control**	Developed I***	Developed II***
ความชอบโดยรวม	5.9 ± 1.2	5.9 ± 1.1	6.0 ± 1.2
กลิ่นรส	5.8 ± 1.3	5.8 ± 1.3	5.9 ± 1.3
รสเค็ม	5.7 ± 1.3	5.6 ± 1.4	5.6 ± 1.4
รสชาติโดยรวม	6.0 ± 1.2	5.9 ± 1.3	6.1 ± 1.2
เนื้อสัมผัส	6.3 ± 1.3	6.4 ± 1.4	6.4 ± 1.2

*ค่าเฉลี่ยได้จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 115 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale

** ส่วนผสมดังตาราง 3.1

***Developed I ประกอบด้วย 50.32% NaCl 41.24%KCl และ 8.44% glycine

Developed II ประกอบด้วย 63.66% NaCl และ 36.34%KCl

ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดร้อยละ 100 คิดเป็น ร้อยละ 1.35 ของส่วนผสมทั้งหมด โดยส่วนผสมอื่นคงที่ดังตาราง 3.1

จากตาราง 4.12 พบว่าไส้กรอกทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งอยู่ระหว่าง 21.52 ถึง 23.02 นิวตัน(N) การยึดเกาะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.70 ถึง 3.35 (g.sec) การยืดหยุ่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.96 ถึง 0.97 การเชื่อมติดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.88 ถึง 0.88 ความเหนียวลื่นมีค่าอยู่ระหว่าง 18.96 ถึง 20.37 ความเหนียวมีค่าอยู่ระหว่าง 18.32 ถึง 19.68 ค่าความแน่นเนื้อมีค่าระหว่าง 21.90 ถึง 25.28 นิวตัน ค่าสี L* มีค่าอยู่ระหว่าง 48.99 ถึง 58.47 ค่าสี a* มีค่าอยู่ระหว่าง 6.55 ถึง 6.85 ค่าสี b* มีค่าอยู่ระหว่าง 10.42 ถึง 10.72 และผลิตภัณฑ์มีค่า a_w อยู่ที่ 0.98

และจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของไส้กรอกทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์พบว่า การยึดเกาะ ความแน่นเนื้อ และค่าความชื้นของ ผลิตภัณฑ์ทั้งสามมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนคุณลักษณะทางเคมีกายภาพอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

จากตาราง 4.13 ไส้กรอกทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์มีการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวมอยู่ในระดับ ชอบเล็กน้อย (5.9 – 6.0) ความชอบในด้านกลิ่นรสในระดับชอบเล็กน้อย (5.8 – 5.9) ความชอบในด้านรสเค็มในระดับชอบเล็กน้อย (5.6 – 5.7) ความชอบในด้านรสชาติโดยรวมในระดับชอบเล็กน้อย (5.9 – 6.1) และความชอบในด้านเนื้อสัมผัสในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.3 – 6.4) และจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของไส้กรอกทั้ง 3 ผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งสามมีระดับคะแนนการยอมรับของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จากนั้นเมื่อทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่ใช้ช่วงส่วนผสมที่เหมาะสมดังตาราง 4.11 จำนวน 2 สูตร(Developed I และ Developed II) กับผู้บริโภคกลุ่มเดียวกันโดยก่อนการทดสอบตัวอย่างผู้บริโภคจะได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาได้ตามภาพ 3.2 ซึ่งอธิบายถึงผลดีของผลิตภัณฑ์ลดเกลือโซเดียม จากนั้นจึงทำการเสนอตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบ ผลการทดสอบตัวอย่างแสดงดังตาราง 4.14

ตาราง 4.14 ค่าเฉลี่ย*คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่ใช้ช่วงส่วนผสมที่เหมาะสมดังตาราง 4.11

คุณลักษณะ	Developed I**		Developed II**	
	ก่อนรับข้อมูล	หลังรับข้อมูล	ก่อนรับข้อมูล	หลังรับข้อมูล
ความชอบโดยรวม	5.9±1.1b	6.4±1.2a	6.0 ± 1.2	6.2±1.2
กลิ่นรส	5.8±1.3b	6.2±1.2a	5.9 ± 1.3	6.0±1.3
รสเค็ม	5.6±1.4b	6.0±1.4a	5.6 ± 1.4	5.9±1.5
รสชาติโดยรวม	5.9±1.3b	6.4±1.2a	6.1 ± 1.2	6.2±1.4
เนื้อสัมผัส	6.4±1.4	6.5±1.3	6.4 ± 1.2	6.5±1.4

*ค่าเฉลี่ยได้จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 115 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ตัวภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนของแต่ละสูตร จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

** Developed I ประกอบด้วย 50.32% NaCl 41.24%KCl และ 8.44% glycine

Developed II ประกอบด้วย 63.66% NaCl และ 36.34%KCl

ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดร้อยละ 100 คิดเป็น ร้อยละ 1.35 ของส่วนผสมทั้งหมด โดยส่วนผสมอื่นคงที่ดังตาราง 3.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.14 พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียม Developed I มีค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม และรสชาติโดยรวมของผลิตภัณฑ์ก่อนการรับรู้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติกับค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคหลังจากรับรู้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ ($p<0.05$) ส่วนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)

และ พบว่าของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ Develop II มีค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรส รสเค็ม รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ก่อนการรับรู้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) กับค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค หลังจากรับรู้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาได้ Developed II เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในระดับที่สูงกว่าส่วนผสมของ Developed I ทำให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม ซึ่งส่งผลทำให้ระดับคะแนนความชอบของผู้บริโภคไม่แตกต่างกันทั้งก่อนการรับข้อมูล และหลังการได้รับข้อมูล ส่วนผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสม Developed I เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในระดับที่น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ Developed II ซึ่งอาจทำให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีระดับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคที่น้อย ซึ่งจะเห็นได้ว่าหากผู้บริโภคได้รับรู้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาได้ ซึ่งกล่าวถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการลดเกลือโซเดียม ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงที่เกิดจากการได้รับปริมาณโซเดียมเป็น จำนวนมากในแต่ละวัน จะส่งผลทำให้ค่าระดับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นหากผู้บริโภคได้รับรู้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาได้ ซึ่งกล่าวถึงผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการลดเกลือโซเดียม ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงที่เกิดจากการได้รับปริมาณโซเดียมเป็น จำนวนมากในแต่ละวัน จะทำให้มีค่าคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างจากก่อนการรับรู้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และมีแนวโน้มที่จะทำให้คะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น

และจากการเลือกผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในช่วงส่วนผสมที่เหมาะสม 1 สูตร(Developed I) เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี Inductively coupled plasma (ICP) แสดงผลดังตาราง 4.15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.15 ปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ซึ่งทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Inductively coupled plasma (ICP)

	Control*	Developed I**
ปริมาณโซเดียม (มิลลิกรัม/100 กรัมของตัวอย่าง)	619.50	376.35

* ส่วนผสมดังตาราง 3.1

**Developed I ประกอบด้วย 50.32% NaCl 41.24%KCl และ 8.44% glycine

ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดร้อยละ 100 คิดเป็น ร้อยละ 1.35 ของส่วนผสมทั้งหมด โดยส่วนผสมอื่นคงที่ดังตาราง 3.1

จากตาราง 4.15 พบว่าปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่ทำการพัฒนาได้มีปริมาณ 376.35 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง และปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ในสูตรต้นแบบมีปริมาณ 619.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของตัวอย่าง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดเกลือโซเดียมที่ทำการพัฒนาได้สามารถลดปริมาณโซเดียมลงได้ร้อยละ 39.24 จากสูตรเริ่มต้น โดยที่ลดการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ลงจากสูตรเริ่มต้นร้อยละ 49.68 ของปริมาณเกลือที่ใช้ในส่วนผสม ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541 ระบุว่าผลิตภัณฑ์ที่จะกล่าวอ้างได้ว่ามีการลดสารอาหารนั้น จะต้องสามารถทำการลดปริมาณสารอาหารนั้นๆได้อย่างน้อยร้อยละ 25 จากสูตรเดิม

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์แสดงผลดังตาราง 4.16

ตาราง 4.16 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์

	Control*	Developed I**
จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	9.5×10^2	10.5×10^2
ยีสต์ และ รา (cfu/g)	ไม่พบ	ไม่พบ
แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (MPN/g)	< 3	< 3

* ส่วนผสมดังตาราง 3.1

**Developed I ประกอบด้วย 50.32% NaCl 41.24%KCl และ 8.44% glycine

ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดร้อยละ 100 คิดเป็น ร้อยละ 1.35 ของส่วนผสมทั้งหมด โดยส่วนผสมอื่นคงที่ดังตาราง 3.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.16 พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 9.5×10^2 ถึง 10.5×10^2 cfu/g มีปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/g และตรวจไม่พบปริมาณยีสต์และรา ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ (มอก. 2299-2549) (กระทรวงสาธารณสุข, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved