บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 การพัฒนาสูตรต้นแบบของไส้อั่ว

4.1.1 การคัดเลือกสูตรต้นแบบ

ในการคัดเลือกสูตรต้นแบบของไส้อั่ว มีสูตรที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด 3 สูตร เมื่อนำไปตรวจคุณภาพทางเคมีกายภาพได้ผลดังตาราง 4.1 พบว่า ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของไส้อั่วสูตรที่ 1 (ศรีสมร, 2535) และสูตรที่ 2 (วิจิตรา, 2551) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) โดยทั้ง 2 สูตรมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต่ำกว่าสูตรที่ 3 (ปริญญา และคณะ, 2544) ไส้อั่วทั้ง 3 สูตรมีปริมาณไขมันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) โดยมีปริมาณไขมันใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 27.21 ถึง 28.52 เนื่องจากใช้มันหมูในปริมาณเท่ากันทั้ง 3 สูตร ในด้านเนื้อสัมผัสของไส้อั่วทั้ง 3 สูตร พบว่า มีค่าความแข็ง (hardness) ความเหนียวเป็นยาง (gumminess) และความเหนียว (chewiness) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq$0.05) ส่วนค่าการยึดติด (adhesiveness) ค่าการยึดเกาะ (cohesiveness) ความยืดหยุ่น (springiness) ความแน่นเนื้อ (firmness) และแรงเฉือน (shear force) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) ทั้งนี้ไส้อั่วทั้ง 3 สูตรที่นำมาคัดเลือกสูตรต้นแบบนั้น มีปริมาณไขมันไม่เกินร้อยละ 30 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 คุณภาพทางเคมีกายภาพของไส้อั่วที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรต้นแบบทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1 (ศรีสมร, 2535)	สูตรที่ 2 (วิจิตรา, 2551)	สูตรที่ 3 (ปริญญา และคณะ, 2544)
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	0.953 ± 0.011 a	0.953 ± 0.011 a	0.966 ± 0.007 b
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	28.52 ± 2.43 a	28.47 ± 1.37 a	27.21 ± 1.43 a
ความแข็ง (นิวตัน)	108.41 ± 20.59 a	115.63 ± 19.17 a	123.81 ± 16.54 b
ค่าการยึดติด (กรัม.วินาที)	4.08 ± 2.09 a	-2.57 ± 1.77 a	2.35 ± 1.50 a
ค่าการยึดเกาะ	0.50 ± 0.04 a	0.54 ± 0.08 a	0.52 ± 0.06 a
ความยืดหยุ่น	0.59 ± 0.05 a	0.60 ± 0.06 a	0.59 ± 0.06 a
ความเหนียวเป็นยาง	52.74 ± 13.31 a	61.86 ± 10.02 b	64.06 ± 12.74 b
ความเหนียว	31.43 ± 9.52 a	37.06 ± 7.05 b	37.95 ± 8.18 b
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	34.91 ± 8.46 a	34.47 ± 6.03 a	37.06 ± 9.19 a
แรงเฉือน (กรัม.วินาที)	30,227.27 ± 8,693.13 a	34,811.19 ± 5,891.42 a	38,106.43 ± 7,920.20 a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สำหรับผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่รับประทานไส้อั่ว 100 คน โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (ตาราง 4.2) พบว่า ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรนั้น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี รสชาติโดยรวม รสเค็ม และความเผ็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบในด้านต่างๆ สูงที่สุด คือ มีความชอบในด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี รสชาติโดยรวม รสเค็มและความเผ็ดอยู่ที่ 6.6, 6.7, 6.6, 6.6, 6.3 และ 6.0 ตามลำดับ ซึ่งเป็นสูตรที่ดัดแปลงมาจากสูตรของวิจิตรา (2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.2 คะแนนการยอมรับเฉลี่ย*ของผู้บริโภค (n=100) ที่มีต่อไส้อั่วทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1 (ศรีสมร, 2535)	สูตรที่ 2 (วิจิตรา, 2551)	สูตรที่ 3 (ปริญญาและคณะ, 2544)
ความชอบโดยรวม	6.2 ± 1.3 b	6.6 ± 1.2 a	5.7 ± 1.5 c
ลักษณะปรากฏ	6.5 ± 1.2 a	6.7 ± 1.2 a	5.8 ± 1.6 b
สี	6.4 ± 1.3 a	6.6 ± 1.3 a	5.9 ± 1.6 b
รสชาติโดยรวม	5.8 ± 1.5 b	6.6 ± 1.4 a	5.6 ± 1.6 b
รสเค็ม	5.8 ± 1.5 b	6.3 ± 1.5 a	5.6 ± 1.6 b
ความเผ็ด	5.6 ± 1.6 b	6.0 ± 1.6 a	5.3 ± 1.6 c

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (9-point hedonic scale)

เมื่อพิจารณาร้อยละความพอดีของสูตรที่ 2 (ตาราง 4.3) ในงานวิจัยนี้ได้ตั้งเกณฑ์ร้อยละความพอดีอยู่ที่ร้อยละ 70 จากตาราง 4.3 ในเรื่องความละเอียดของเนื้อไส้อั่ว พบว่า มีความพอดีร้อยละ 71.19 จึงไม่ต้องปรับปรุงในคุณลักษณะนี้ ส่วนเรื่องรสเค็มและความเผ็ดนั้นมีค่าความพอดีน้อยกว่าร้อยละ 70 เมื่อพิจารณาค่า net effect พบว่า มีค่ามากกว่าร้อยละ 20 (ร้อยละ 22.45 และ 66.10 ตามลำดับ) โดยควรปรับรสเค็มให้ลดลงเล็กน้อย ส่วนความเผ็ดควรปรับให้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จึงทำการผันแปรปริมาณพริกแห้งจากเดิมร้อยละ 1.66 เป็นช่วงระหว่างร้อยละ 1.66 และร้อยละ 3.0 ของปริมาณเนื้อหมู และปรับในด้านรสเค็ม โดยการผันแปรปริมาณเกลือจากเดิมร้อยละ 1.7 เป็นช่วงร้อยละ 1.5 และร้อยละ 1.7 ของปริมาณเนื้อหมู

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 ร้อยละคะแนนความพอดีเฉลี่ย*ของไส้อั่วทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะ	ปรับให้ลดลงมาก	ปรับให้ลดลงเล็กน้อย	พอดี	ปรับให้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	ปรับให้เพิ่มขึ้นมาก	Net effect (ร้อยละ)
สูตรที่ 1 **						
ความละเอียดของเนื้อไส้อั่ว	5.51	33.90	52.12	7.20	1.27	30.93
รสเค็ม	3.39	38.14	33.90	19.49	5.08	16.95
ความเผ็ด	0.42	4.66	28.81	45.34	20.76	61.02
สูตรที่ 2 ***						
ความละเอียดของเนื้อไส้อั่ว	2.97	18.64	71.19	6.78	0.42	-
รสเค็ม	4.66	30.08	52.97	10.17	2.12	22.45
ความเผ็ด	0.00	1.69	30.52	47.03	20.76	66.10
สูตรที่ 3 ****						
ความละเอียดของเนื้อไส้อั่ว	16.10	27.97	44.07	11.02	0.85	32.20
รสเค็ม	0.85	14.83	42.37	35.17	6.78	26.27
ความเผ็ด	0.42	2.54	17.80	52.54	26.69	76.27

หมายเหตุ * จากคะแนนความพอดี 5 ระดับ (n=100)

** สูตรที่ 1 (ศรีสมร, 2535)

*** สูตรที่ 2 (วิจิตรา, 2551)

**** สูตรที่ 3 (ปริญญา และคณะ, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.2 การปรับปรุงสูตรของไส้อั่ว

เมื่อทำการปรับสูตรของไส้อั่ว โดยการผันแปรปริมาณพริกแห้งและเกลือได้ 4 สิ่งทดลอง (ตาราง 3.2) ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพของไส้อั่วได้ผลดังตาราง 4.4 พบว่า ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในช่วง 0.944 – 0.949 ปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 27.00 – 28.77 ค่าความแข็งอยู่ในช่วง 78.36 – 109.90 นิวตัน ค่าการยึดติดอยู่ในช่วง (-2.54) – (-6.52) กรัม.วินาที ค่าการยึดเกาะอยู่ในช่วง 0.45 – 0.54 ความยืดหยุ่นอยู่ในช่วง 0.45 – 0.61 ความเหนียวเป็นยางอยู่ในช่วง 37.57 – 49.55 ความเหนียวอยู่ในช่วง 20.76 – 28.66 ความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 25.79 – 34.82 นิวตัน และ แรงเฉือน อยู่ในช่วง 30761.84 - 42199.63 กรัม.วินาที โดยพบว่า ในการแปรผันปริมาณเกลือเพิ่มขึ้นจากสูตรต้นแบบโดยการใช้เกลือที่ระดับสูง 1.7 ผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่ได้มีค่าการยึดติดลดลงเท่ากับ 0.45 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Benedini (2012) ที่ศึกษาปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์แฮม พบว่า แฮมที่มีปริมาณเกลือต่ำจะมีค่าการยึดติดสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเกลือปานกลางและสูง ซึ่งมีค่ายึดติดเท่ากับ 1.41, 1.40 และ 0.95 กรัม.วินาที ตามลำดับ เนื่องจากการใช้เกลือในปริมาณมากส่งผลให้เกิดการสกัดโปรตีนจำพวกแอคตินและไมโอซินออกจากกล้ามเนื้อสัตว์มากขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยมีการยึดติดลดลง แต่การเพิ่มปริมาณเกลือสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นในผลิตภัณฑ์เนื้อได้ (Ruusunen, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 คุณภาพทางเคมีกายภาพของไส้อั่วที่มีการผันแปรปริมาณพริกและเกลือทั้ง 4 สูตร

คุณลักษณะ	เกลือ:พริก (1.50:1.66)	เกลือ:พริก (1.7:1.66)	เกลือ:พริก (1.50:3.00)	เกลือ:พริก (1.70:3.00)
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	0.944 ± 0.007	0.945 ± 0.008	0.949 ± 0.008	0.947 ± 0.007
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	27.00 ± 1.57	27.18 ± 2.32	28.77 ± 2.00	28.24 ± 1.36
ความแข็ง (นิวตัน)	98.87 ± 13.68	109.90 ± 14.34	78.36 ± 20.89	90.24 ± 18.29
ค่าการยึดติด (กรัม.วินาที)	-2.56 ± 1.34	-4.42 ± 2.04	-2.54 ± 1.37	-6.52 ± 2.82
ค่าการยึดเกาะ	0.46 ± 0.05	0.45 ± 0.07	0.49 ± 0.07	0.54 ± 0.07
ความยืดหยุ่น	0.61 ± 0.08	0.58 ± 0.08	0.56 ± 0.10	0.45 ± 0.07
ความเหนียวเป็นยาง	44.96 ± 7.15	49.55 ± 9.44	37.57 ± 8.48	48.35 ± 8.65
ความเหนียว	27.22 ± 5.71	28.66 ± 5.78	20.76 ± 6.40	21.90 ± 6.04
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	31.14 ± 5.67	28.37 ± 5.31	34.82 ± 5.46	25.79 ± 8.09
แรงเฉือน (กรัม.วินาที)	37429.85 ± 6686.42	34297.71 ± 7255.15	42199.63 ± 5241.47	30761.84 ± 8485.50

จากตาราง 4.5 ปริมาณเกลือมีผลต่อคุณภาพด้านเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ ในด้านค่าความแข็ง การยึดติด ความยืดหยุ่น ความเหนียวเป็นยาง ความแน่นเนื้อและแรงเฉือน โดยปริมาณเกลือระดับต่ำมีผลทำให้ค่าความแข็ง และความเหนียวเป็นยางลดลง ส่วนปริมาณพริกมีผลต่อค่าความแข็ง การยึดเกาะ ความยืดหยุ่น ความเหนียว และปริมาณไขมัน โดยปริมาณพริกระดับสูงมีผลทำให้ค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น และความเหนียวลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.5 ผลของปริมาณเกลือและพริกที่มีต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของไส้อั่ว

ปัจจัย	ระดับ	ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	ปริมาณไขมัน	ความแข็ง	ค่าการยึดติด	ค่าการยึดเกาะ
เกลือ	1.5	0.947±0.003	27.89±0.25	88.62±2.21*	-2.55±0.28*	0.47±0.01
(ร้อยละ)	1.7	0.946±0.003	27.71±0.25	100.07±2.21*	-5.47±0.28*	0.50±0.01
พริก	1.66	0.945±0.003	27.09±0.25*	104.38±2.21*	-3.49±0.28	0.46±0.01*
(ร้อยละ)	3.00	0.948±0.003	28.51±0.25*	84.30±2.21*	-4.53±0.28	0.51±0.01*

ตาราง 4.5 (ต่อ)

ปัจจัย	ระดับ	ความยืดหยุ่น	ความเหนียวเป็นยาง	ความเหนียว	ความแน่นเนื้อ	แรงเฉือน
เกลือ	1.5	0.58±0.10*	41.26±1.30*	25.99±0.59	32.08±0.53*	39810±558.26*
(ร้อยละ)	1.7	0.51±0.10*	48.95±1.30*	25.28±0.59	27.08±0.53*	32530±558.26*
พริก	1.66	0.59±0.10*	47.25±1.30	27.94±0.59*	29.76±0.53	35860±558.26
(ร้อยละ)	3.00	0.50±0.10*	42.96±1.30	21.33±0.59*	30.31±0.53	36480±558.26

การเพิ่มเกลือในผลิตภัณฑ์มีผลต่อการลดของน้ำในผลิตภัณฑ์และมีผลทำให้แรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปค่าวอเตอร์แอกทิวิตีจะลดลง และหากใช้ในปริมาณที่แตกต่างกันมากอาจทำให้มีผลต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตีในผลิตภัณฑ์มากด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้การผันแปรปริมาณเกลืออาจอยู่ในช่วงที่แคบ จึงส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีที่ได้ไม่แตกต่างกัน ซึ่งค่าวอเตอร์แอกทิวิตีที่ได้ของผลิตภัณฑ์ในการทดลองนี้มีค่ามากกว่าไส้อั่วสูตรมาตรฐานจากการทดลองของนภาพร (2549) คือ 0.92 แต่มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ไส้อั่วตามท้องตลาดจากการสุ่มตรวจ คือช่วง 0.92 ถึง 0.94 (นภาพร, 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้อั่วทั้ง 4 สูตร ที่ทำการผันแปรปริมาณเกลือและปริมาณพริก ผลคะแนนของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า การยอมรับโดยรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.5 – 6.7 ลักษณะปรากฏ มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.4 – 6.8 สีมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.4 – 6.8 รสชาติโดยรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.4 – 6.6 รสเค็มมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.3 – 6.4 และความเผ็ดมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.1 – 6.3 (ตาราง 4.6)

ตาราง 4.6 คะแนนการยอมรับเฉลี่ย*ของผู้บริโภค (n=100) ที่มีต่อไส้อั่วทั้ง 4 สูตร

คุณลักษณะ	**เกลือ:พริก (1.5:1.66)**	**เกลือ:พริก (1.7:1.66)**	**เกลือ:พริก (1.5:3.00)**	**เกลือ:พริก (1.7:3.00)**
ความชอบโดยรวม	6.6 ± 1.3	6.5 ± 1.2	6.7 ± 1.2	6.5 ± 1.3
ลักษณะปรากฏ	6.6 ± 1.1	6.4 ± 1.2	6.7 ± 1.2	6.8 ± 1.2
สี	6.6 ± 1.1	6.4 ± 1.3	6.8 ± 1.1	6.7 ± 1.2
รสชาติโดยรวม	6.6 ± 1.3	6.4 ± 1.2	6.6 ± 1.2	6.5 ± 1.3
รสเค็ม	6.4 ± 1.3	6.3 ± 1.5	6.4 ± 1.3	6.3 ± 1.5
ความเผ็ด	6.1 ± 1.5	6.1 ± 1.4	6.3 ± 1.3	6.2 ±1.3

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ย จากการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (9-point hedonic scale)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.7 พบว่า ปริมาณเกลือมีผลต่อความชอบด้านรสชาติโดยรวมและความเผ็ด โดยปริมาณเกลือระดับต่ำ มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านรสชาติโดยรวมและความเผ็ดเพิ่มมากขึ้น ส่วนปริมาณพริกมีผลต่อความชอบด้านลักษณะปรากฏและสี โดยปริมาณพริกระดับสูงมีผลทำให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีมากขึ้น ดังนั้น จึงเลือกปริมาณเกลือระดับต่ำ (ร้อยละ 1.5) และปริมาณพริกระดับสูง (ร้อยละ 3.00) เพื่อนำไปใช้เป็นสูตรต้นแบบ (ตาราง 4.8) ซึ่งผลการทดลองที่ได้นั้นสอดคล้องกับผลการทดลองที่ 4.1.1 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการให้ลดปริมาณเกลือและเพิ่มปริมาณพริก ซึ่งในการทดลองที่ 4.1.2 ผู้บริโภคยังให้คะแนนความชอบกับผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่มีปริมาณเกลืออยู่ในช่วงระดับต่ำและปริมาณพริกอยู่ในช่วงระดับสูง

ตาราง 4.7 ผลของปัจจัยปริมาณเกลือและพริกที่มีต่อคะแนนการยอมรับเฉลี่ย*ของผู้บริโภค (n=100)

ปัจจัย	ระดับ	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติโดยรวม	รสเค็ม	ความเผ็ด
เกลือ	1.5	6.7±0.5	6.7±0.4	6.7±0.4	6.6±0.3*	6.4±0.5	6.2±0.2*
(ร้อยละ)	1.7	6.5±0.5	6.6±0.4	6.6±0.4	6.4±0.3*	6.2±0.5	6.1±0.2*
พริก	1.66	6.6±0.5	6.5±0.4*	6.5±0.4*	6.5±0.3	6.3±0.5	6.1±0.2
(ร้อยละ)	3.00	6.6±0.5	6.7±0.4*	6.7±0.4*	6.5±0.3	6.3±0.5	6.3±0.2

ผลคะแนนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค เมื่อทำการปรับสูตรไส้อั่วหลังจากการใช้สเกลความพอดีแล้ว ตามสูตรต้นแบบในตาราง 4.8 พบว่า คะแนนความชอบในด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี รสชาติโดยรวม รสเค็ม และความเผ็ด มีคะแนน 6.7, 6.7, 6.8, 6.6, 6.4 และ 6.3 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนความชอบสูงขึ้นจากสูตรที่ 2 ที่นำมาใช้ในการทดลองแรก ที่มีคะแนน 6.6, 6.7, 6.6, 6.6, 6.3 และ 6.0 ตามลำดับ โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 (ตาราง 4.9) ดังนั้น จึงสามารถใช้ปริมาณเกลือและพริกที่ทำการปรับมาเป็นสูตรต้นแบบได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 สูตรต้นแบบของไส้อั่วที่คัดเลือกได้

ส่วนประกอบ	**ร้อยละ**
ส่วนประกอบหลัก	
หมูเนื้อแดง	100
มันหมูแข็ง (ร้อยละของหมูเนื้อแดง)	50
ส่วนผสมพริกแกง (ร้อยละของหมูเนื้อแดง)	
น้ำปลา	2.0
ใบมะกรูดหั่นฝอย	1.7
ซีอิ๊วขาว	1.3
เกลือป่น	1.5
น้ำตาลทราย	1.3
ผงชูรส	1.3
พริกแห้ง	3.0
ตะไคร้หั่นฝอย	2.7
กระเทียม	2.7
หอมแดงหั่นหยาบ	3.0
รากผักชี	0.3
ขมิ้น	0.8
ข่า	1.0
กะปิ	1.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 คะแนนความชอบจากสูตรที่คัดเลือก ค่าจากการปรับปริมาณเกลือและพริกและร้อยละความคลาดเคลื่อน

คุณลักษณะ	ค่าจากสูตรที่คัดเลือก	ค่าจากการปรับปริมาณเกลือและพริก	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ความชอบโดยรวม	6.6	6.7	1.49
ลักษณะปรากฏ	6.7	6.7	0.00
สี	6.6	6.8	2.94
รสชาติโดยรวม	6.6	6.6	0.00
รสเค็ม	6.3	6.4	1.56
ความเผ็ด	6.0	6.3	4.76

4.2 การพัฒนาสูตรไส้อั่วลดไขมัน

การศึกษาชนิดของสารทดแทนไขมันในไส้อั่วลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันร้อยละ 60 ของปริมาณไขมันหมูที่ใช้ในสูตรการผลิตไส้อั่วทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง โดยมีเป้าหมายให้สามารถลดปริมาณไขมันในสูตรได้อย่างน้อยร้อยละ 25 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ผลการวิเคราะห์ค่าทางเคมีกายภาพของไส้อั่วทั้ง 4 สูตร พบว่า ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและความยืดหยุ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) ในทุกสูตรการทดลอง ส่วนค่าความชื้น ปริมาณไขมัน และ ทางคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสอื่นๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq$0.05) ดังตาราง 4.10 โดยค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนไขมันด้วยเจลบุก และเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนนมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 43.70 เป็นร้อยละ 55.22 - 56.66 เนื่องจากเจลบุกมีส่วนประกอบที่เป็นน้ำค่อนข้างสูง และในการผสมบุกและแคปปาคาราจีแนนจะต้องเตรียมผสมและละลายน้ำที่อุณหภูมิ 80 - 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที เจลบุกและแคปปาคาราจีแนนจะดูดน้ำไว้และเกิดเป็นเจล (ปริญญา และคณะ, 2544) ซึ่งส่งผลให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่มีการทดแทนไขมันด้วยเจลบุกและเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนนมีค่าความชื้นเพิ่มขึ้น และมีผลทำให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะชุ่มและอ่อนนุ่มขึ้น ซึ่งการใช้สารทดแทนไขมันประเภทกัมจะช่วยลดค่าความแข็งในผลิตภัณฑ์เนื้อได้ (พนอจิต, 2543; Pietrasik and Duda, 2000) แต่สังเกตได้ว่าความเหนียวเป็นยางและความเหนียวของสูตรที่ทดแทนไขมันด้วยเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนนในอัตราส่วน 50:50 ไม่แตกต่างจากสูตรต้นแบบ และค่าความแข็ง ค่าการยึดติด ค่าการยึดเกาะ และแรงเฉือน มีค่าใกล้เคียงกับสูตรต้นแบบมากกว่าสูตรที่ทดแทนไขมันด้วยเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนนในอัตราส่วน 70:30 และปริมาณไขมันของสูตรที่ทำการทดแทนไขมันด้วยเจลบุก เจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนนในอัตราส่วน 70:30 เจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนนในอัตราส่วน 50:50 มีปริมาณน้อยกว่าสูตรต้นแบบ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่มีการทดแทนไขมันด้วยเจลบุก จะมีปริมาณไขมันน้อยกว่าสูตรควบคุมที่ไม่ได้ทำการทดแทนไขมัน และหากเพิ่มปริมาณการทดแทนไขมันด้วยเจลบุกเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณไขมันลดลง (ฉวีวรรณ และคณะ, 2547) และในงานวิจัยของ นภาพร (2549) พบว่า ไส้อั่วสูตรทดแทนไขมันด้วยเจลบุกมีร้อยละของปริมาณไขมันน้อยกว่าไส้อั่วสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือมีปริมาณไขมันร้อยละ 17.37 และ 25.89 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีสูงกว่าไส้อั่วสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (0.95 และ 0.92 ตามลำดับ) ด้วยเช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 คุณภาพทางเคมีกายภาพของของไส้อั่วสูตรที่ทำการทดแทนไขมันและสูตรต้นแบบ

คุณลักษณะ	สูตรลดไขมัน 1	สูตรลดไขมัน 2	สูตรลดไขมัน 3	สูตรต้นแบบ
ความชื้น (ร้อยละ)	55.22 ± 0.49 b	56.07 ± 0.34 ab	56.66 ± 0.93 a	43.70 ± 0.78 c
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	0.959 ± 0.010 a	0.963 ± 0.006 a	0.961 ± 0.007 a	0.951 ± 0.007 a
ความแข็ง (นิวตัน)	62.31 ± 12.65 c	60.70 ± 20.25 c	75.33 ± 27.68 b	90.87 ± 29.68 a
ค่าการยึดติด (กรัม.วินาที)	-1.98 ± 1.25 a	-8.58 ± 8.05 b	-5.71 ± 6.61 b	-6.58 ± 5.34 b
ค่าการยึดเกาะ	0.49 ± 0.10 c	0.51 ± 0.11 bc	0.61 ± 0.13 b	0.55 ± 0.13 a
ความยืดหยุ่น	0.43 ± 0.09 a	0.39 ± 0.09 a	0.38 ± 0.11 a	0.38 ± 0.09 a
ความเหนียวเป็นยาง	3086.21 ± 689.59 b	3257.86 ± 847.90 b	4868.12 ± 1396.68 a	5351.50 ± 1410.42 a
ความเหนียว	1316.84 ± 340.71 b	1329.63 ± 433.31 b	1973.07 ± 875.73 a	2105.78 ± 677.83 a
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	26.71 ± 4.16 b	20.97 ± 4.33 c	27.93 ± 3.33 a	20.87 ± 2.55 c
แรงเฉือน (กรัม.วินาที)	32711.55 ± 4327.25 a	25138.79 ± 4749.95 b	34030.66 ± 4952.99 a	24595.79 ± 4472.50 b
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)	18.38 ± 0.62 b	18.70 ± 1.0 b	19.21 ± 0.83 b	29.06 ± 0.78 a
ปริมาณไขมันที่ลดได้ (ร้อยละ)	36.77 ± 0.40 a	35.64 ± 2.38 a	33.91 ± 0.54 a	-

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สูตรลดไขมัน 1 คือ ทดแทนด้วยเจลบุก

สูตรลดไขมัน 2 คือ ทดแทนด้วยเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนน อัตราส่วน 70:30

สูตรลดไขมัน 3 คือ ทดแทนด้วยเจลบุกผสมแคปปา คาราจีแนน อัตราส่วน 50:50 และสูตรต้นแบบ (ตาราง 4.8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

The Scientific Committee on Food กำหนดให้สาร PAHs จำนวน 15 ชนิด เป็นสารที่มีความเป็นพิษต่อพันธุกรรม (mutagen) และสารก่อมะเร็ง (carcinogen) และแม้ไม่มีการกำหนดค่าสูงสุดที่ได้รับของสาร PAHs ในอาหารในประเทศไทย แต่ก็ควรหลีกเลี่ยงเพื่อให้ได้รับในปริมาณที่น้อยที่สุด จากการเปรียบเทียบสาร PAHs ที่ตรวจวิเคราะห์จากไส้อั่วที่ผลิตได้จากการทดลอง (ตาราง 4.11) กับไส้อั่วที่ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดสดในและนอกเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ (ตาราง 4.12) นั้น ไม่พบสาร Fluoranthene Benzo (k) fluoranthene และ Benzo (a) pyrene ในไส้อั่วทั้งที่พัฒนาได้และไส้อั่วจากการสุ่มตรวจ ซึ่งสารทั้ง 3 ชนิดนี้ เป็นสารที่บ่งชี้ว่าเป็นสารก่อมะเร็ง ส่วนสารชนิดอื่นๆ นั้น พบได้ในไส้อั่วที่ได้จากการสุ่มตรวจ พบสารชนิดต่างๆ เพียงบางชนิด อาจเนื่องจากไส้อั่วจากท้องตลาดนั้นใช้วิธีการปิ้งย่างด้วยเตาถ่าน ซึ่งการปิ้งย่างด้วยเตาถ่านจะทำให้เกิดเขม่าควันมาก จึงทำให้มีการก่อมะเร็งมาก ดังนั้น วิธีการอบด้วยเตาไฟฟ้าจึงมีส่วนสำคัญที่ทำให้ลดเกิดสารก่อมะเร็งได้ สำหรับปริมาณสาร Benzo (a) pyrene ซึ่งทางสหภาพยุโรปกำหนดให้เป็นตัวบ่งชี้ของสาร PAHs ถูกพบในตัวอย่างในระดับต่ำกว่า 5.0 ไมโครกรัม/กิโลกรัม (ศักดา และคณะ, 2555) จากตาราง 4.10 จึงกล่าวได้ว่าไส้อั่วที่ทำการพัฒนามีความปลอดภัยต่อการบริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.11 ปริมาณสารพอลิไซคลิก อะโรเมติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ในไส้อั่วลดไขมันแต่ละสูตร และไส้อั่วสูตรต้นแบบ

No	PAHs	ปริมาณ (µg/kg)			
		สูตรลดไขมัน 1	สูตรลดไขมัน 2	สูตรลดไขมัน 3	สูตรต้นแบบ
1	Naphthalene	ND	ND	ND	ND
2	Acenaphthylene	ND	ND	ND	ND
3	Acenaphthene	ND	ND	ND	ND
4	Fluorene	ND	ND	ND	ND
5	Phenanthrene	ND	ND	ND	ND
6	Anthracene	ND	ND	ND	ND
7	Fluorathene	ND	ND	ND	ND
8	Pyrene	ND	ND	ND	ND
9	Benzo (a) anthracene	ND	ND	ND	ND
10	Chrysene	ND	ND	ND	ND
11	Benzo (k) fluoranthene	ND	ND	ND	ND
12	Benzo (f) fluoranthene	ND	ND	ND	ND
13	Benzo (a) pyrene	ND	ND	ND	ND
14	Indeno (1,2,3-cd) pyrene	ND	ND	ND	ND
15	Dibenz (a,h) anthracene	ND	ND	ND	ND
16	Benzo (a,h,i) perylene	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ สูตรลดไขมัน 1 คือ ทดแทนด้วยเจลบุก, สูตรลดไขมัน 2 คือ ทดแทนด้วยเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนน อัตราส่วน 70:30, สูตรลดไขมัน 3 คือ ทดแทนด้วยเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนน อัตราส่วน 50:50 และสูตรต้นแบบ

ND คือ Not Detected

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.12 ปริมาณสารพอลิไซคลิก อะโรเมติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ในตัวอย่างไส้อั่วที่สุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดสดในและนอกเขตเทศบาลนครเชียงใหม่

No	PAHs	ปริมาณ (µg/kg)					
		ตลาด A	ตลาด B	ตลาด C	ตลาด D	ตลาด E	ตลาด F
1	Naphthalene	4.3	4.5	3.3	2.7	3.1	3.4
2	Acenaphthylene	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	Acenaphthene	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	Fluorene	3.1	13.3	2.5	11.6	4.9	7.2
5	Phenanthrene	21.9	36.0	12.5	23.5	23.3	24.6
6	Anthracene	6.8	12.5	7.8	10.7	9.7	9.6
7	Fluorathene	16.2	21.6	15.0	19.4	11.5	17.0
8	Pyrene	9.3	30.0	14.1	29.1	13.5	19.8
9	Benzo (a) anthracene	2.2	10.5	2.0	5.3	4.2	5.7
10	Chrysene	3.1	7.5	3.7	9.6	6.0	5.7
11	Benzo (k) fluoranthene	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	Benzo (f) fluoranthene	ND	ND	ND	ND	ND	ND
13	Benzo (a) pyrene	ND	ND	ND	ND	ND	ND
14	Indeno (1,2,3-cd) pyrene	ND	ND	ND	ND	ND	ND
15	Dibenz (a,h) anthracene	ND	ND	ND	ND	ND	ND
16	Benzo (a,h,i) perylene	ND	ND	ND	ND	ND	ND

หมายเหตุ ตลาด A, B, C, D และ E อยู่ในเขตเทศบาล ส่วนตลาด F อยู่นอกเขตเทศบาล

ND คือ Not Detected

ที่มา : ศักดา และคณะ (2555)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดสอบยอมรับของผู้บริโภค ดังตาราง 4.13 พบว่า ในผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนสารทดแทนไขมันด้วยเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนน มีความชอบในคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏและสีสูงกว่าการใช้เจลบุกเป็นสารทดแทนไขมัน และมีคะแนนไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม (p>0.05)

ตาราง 4.13 คะแนนการยอมรับเฉลี่ย* ของผู้บริโภค (n=100) ที่มีต่อไส้อั่วสูตรที่ทำการทดแทนไขมันและสูตรต้นแบบ

คุณลักษณะ	สูตรลดไขมัน 1	สูตรลดไขมัน 2	สูตรลดไขมัน 3	สูตรต้นแบบ
ความชอบโดยรวม	6.4 ± 1.3 a	6.5 ± 1.2a	6.7 ± 1.0 a	6.7 ± 1.1 a
ลักษณะปรากฏ	5.9 ± 1.5 b	6.5 ± 1.2 a	6.7 ± 1.2 a	6.8 ± 1.1 a
สี	6.2 ± 1.3 b	6.6 ± 1.1 a	6.8 ± 1.1 a	6.7 ± 1.1 a
รสชาติโดยรวม	6.6 ± 1.2 a	6.7 ± 1.2 a	6.7 ± 1.0 a	6.6 ± 1.2 a
รสเค็ม	6.4 ± 1.2 a	6.4 ± 1.3 a	6.6 ± 1.2 a	6.4 ± 1.4 a
ความเผ็ด	6.5 ± 1.1 a	6.6 ± 1.2 a	6.5 ± 1.3 a	6.6 ± 1.1 a
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.5 ± 1.3 a	6.5 ± 1.5 a	6.7 ± 1.3 a	6.7 ± 1.2 a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (9-point hedonic scale)

สูตรลดไขมัน 1 คือ ทดแทนด้วยเจลบุก, สูตรลดไขมัน 2 คือ ทดแทนด้วยเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนน อัตราส่วน 70:30, สูตรลดไขมัน 3 คือ ทดแทนด้วยเจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนน อัตราส่วน 50:50 และสูตรต้นแบบ (ตาราง 4.8)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไส้อั่วที่มีการทดแทนไขมันด้วยเจลบุก เจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนนในอัตราส่วน 70:30 เจลบุกผสมแคปปาคาราจีแนนในอัตราส่วน 50:50 และสูตรต้นแบบ มีปริมาณไขมันร้อยละ 18.38, 18.70, 19.21 และ 29.06 ตามลำดับ ซึ่งสูตรที่มีการทดแทนไขมันในการทดลองทุกสูตร สามารถลดปริมาณไขมันได้มากกว่าร้อยละ 30 จากสูตรควบคุม และเป็นไปตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาที่ได้กำหนดไว้ในผลิตภัณฑ์ลดไขมัน และตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ที่สามารถลดไขมันได้อย่างน้อยร้อยละ 25 และทุกสูตรของไส้อั่วที่ทำการลดไขมันมีค่าคะแนนความชอบในด้านความชอบโดยรวม รสชาติโดยรวม รสเค็ม ความเผ็ด และลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน อีกทั้งสูตรที่ใช้เจลบุกและแคปปาคาราจีแนนที่อัตราส่วน 50:50 อาจช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ โดยบุกผงราคาประมาณ 600 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนแคปปาคาราจีแนนราคาประมาณ 800 บาทต่อกิโลกรัม ด้วยเหตุผลจากผลการทดสอบคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพและด้านประสาทสัมผัสดังที่ได้กล่าวข้างต้น จึงเลือกใช้บุกผสมแคปปาคาราจีแนนในอัตราส่วน 50:50 มาเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วลดไขมัน ได้สูตรไส้อั่วลดไขมันดังตาราง 4.14

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.14 สูตรไส้อั่วลดไขมันที่พัฒนาได้

ส่วนประกอบ	ร้อยละ
ส่วนประกอบหลัก	
หมูเนื้อแดง	100
มันหมูแข็ง (ร้อยละของหมูเนื้อแดง)	20
สารทดแทนไขมัน (เจลบุก:แคปปาคาราจีแนน = 50:50) (ร้อยละของหมูเนื้อแดง)	30
ส่วนผสมพริกแกง (ร้อยละของหมูเนื้อแดง)	
น้ำปลา	2.0
ใบมะกรูดหั่นฝอย	1.7
ซีอิ๊วขาว	1.3
เกลือป่น	1.5
น้ำตาลทราย	1.3
ผงชูรส	1.3
พริกแห้ง	3.0
ตะไคร้หั่นฝอย	2.7
กระเทียม	2.7
หอมแดงหั่นหยาบ	3.0
รากผักชี	0.3
ขมิ้น	0.8
ข่า	1.0
กะปิ	1.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไส้อั่วลดไขมันเปรียบเทียบกับไส้อั่วสูตรต้นแบบ

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อไส้อั่วลดไขมัน (สูตรจากตาราง 4.14) เปรียบเทียบกับไส้อั่วสูตรต้นแบบ (สูตรจากตาราง 4.8) พบว่าคะแนนการทดสอบยอมรับของผู้บริโภค (ตาราง 4.15) ในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วสูตรที่มีการลดไขมัน มีคะแนนด้านรสชาติโดยรวมและรสเค็มแตกต่างจากสูตรต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนความชอบที่สูงกว่าสูตรต้นแบบ อาจเนื่องจากไส้อั่วสูตรลดไขมันมีส่วนผสมของคาราจีแนนและบุกซึ่งมีการใช้น้ำในการเตรียมเจลแทนในส่วนของมันหมู ทำให้มีความชุ่มกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบ ส่วนในคุณลักษณะทางด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี ความเผ็ดและลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างจากสูตรต้นแบบ ($p > 0.05$) แสดงว่าผู้บริโภคให้การยอมรับไส้อั่วสูตรลดไขมันที่พัฒนาได้อีกทั้งยังมีคะแนนความชอบในบางคุณลักษณะสูงกว่าสูตรต้นแบบอีกด้วย

ตาราง 4.15 คะแนนการยอมรับเฉลี่ย*ของผู้บริโภค (n=200) ที่มีต่อไส้อั่วสูตรลดไขมันและสูตรต้นแบบ

คุณลักษณะ	สูตรลดไขมัน	สูตรต้นแบบ
ความชอบโดยรวม	6.7 ± 1.0 a	6.6 ± 1.2 a
ลักษณะปรากฏ	6.8 ± 1.1 a	6.7 ± 1.1 a
สี	6.9 ± 1.0 a	6.7 ± 1.1 a
รสชาติโดยรวม	6.8 ± 1.0 a	6.3 ± 1.3 b
รสเค็ม	6.6 ± 1.1 a	6.2 ± 1.4 b
ความเผ็ด	6.5 ± 1.2 a	6.5 ± 1.2 a
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.6 ± 1.3 a	6.7 ± 1.2 a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

* ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน สูตรต้นแบบ (ตาราง 4.8) และ สูตรลดไขมัน (ตาราง 4.14)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 การใช้กลีเซอรอลและการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อการยืดอายุการเก็บรักษาของไส้อั่วลดไขมัน

ในการศึกษาการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของไส้อั่วลดไขมัน ในงานวิจัยนี้มี 2 ขั้นตอน คือ การศึกษาผลของการใช้กลีเซอรอลในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของไส้อั่วลดไขมันและการใช้กลีเซอรอลร่วมกับการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุด สามารถนำไปศึกษาอายุการเก็บรักษาในการทดลองต่อไปได้

4.4.1 การศึกษาผลของการใช้กลีเซอรอลในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของไส้อั่วลดไขมัน

การศึกษาผลของการใช้กลีเซอรอลในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของไส้อั่ว โดยศึกษาความเข้มข้นของกลีเซอรอล 3 ระดับ (ร้อยละ 0, 25 และ 50) และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ 3 ระดับ (16, 20 และ 24 ชั่วโมง) ดังตาราง 3.3 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองทั้ง 11 สิ่งทดลองไปทดสอบคุณภาพทางเคมีกายภาพ พบว่า ค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 50.51-54.87 ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ในช่วง 0.928 - 0.958 และปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 17.40 - 19.62 ดังตาราง 4.16 ส่วนคุณภาพทางเนื้อสัมผัส คือ ค่าความแข็ง อยู่ในช่วง 56.11 - 97.64 นิวตัน ค่าการยึดติด อยู่ในช่วง (-4.74) - (-9.75) กรัม.วินาที ค่าการยึดเกาะอยู่ในช่วง 0.46 - 0.61 ความยืดหยุ่นอยู่ในช่วง 0.39 - 0.57 ความเหนียวเป็นยางอยู่ในช่วง 3276.07 - 4995.74 ความเหนียวอยู่ในช่วง 1395.71 - 2798.32 ความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 18.14 - 24.11 นิวตัน แรงเฉือนอยู่ในช่วง 19000.83 - 27535.83 กรัม.วินาที ดังตาราง 4.17 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับไส้อั่วสูตรลดไขมันที่ทำการพัฒนาได้นั้น พบว่า การใช้กลีเซอรอลสามารถลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลงได้ และความชื้นลดลงทำให้คุณลักษณะต่างๆ ด้านเนื้อสัมผัสลดลง คือ ความแข็งของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วลดลง

ผลของการใช้กลีเซอรอลในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี พบว่า การใช้กลีเซอรอลในความเข้มข้นที่สูงขึ้น มีผลทำให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของผลิตภัณฑ์ลดลง และเมื่อเพิ่มเวลาในใช้กลีเซอรอลแช่เนื้อหมูทำให้ความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทิวิตีมีค่าลดลง ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของปัทมกร (2546) พบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการหมักด้วยกลีเซอรอล ส่งผลให้ปริมาณความชื้นและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีของปลาข้างเหลืองหลังการหมักมีค่าลดลง ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาการหมักหรือแช่นั้น มีผลทำให้ความดันออสโมติกเปลี่ยนไป โดยน้ำจะถูกแยกออกจากเนื้อเยื่อของผลิตภัณฑ์มากขึ้นจึงทำให้ความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลดลง และพบว่าในผลิตภัณฑ์เนื้อแท่ง เมื่อมีการใช้กลีเซอรอล ในกระบวนการจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลดลงจาก 0.90 เหลือ 0.85 และยังทำให้ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 28 (Barrett *et al.*, 1998) สอดคล้องกับผลในการทดลอง ซึ่งเมื่อมีการใช้กลีเซอรอลจะทำให้ไส้อั่วที่ได้มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเช่นกัน

เมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาสมการถดถอย เพื่อหาผลความเข้มข้นของกลีเซอรอลและระยะเวลาในการแช่ที่มีต่อคุณภาพของไส้อั่ว ดังตาราง 4.18 พบว่า ความเข้มข้นของกลีเซอรอล ส่งผลต่อค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าการยึดเกาะและความเหนียวเป็นยางอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มความเข้มข้นของกลีเซอรอลส่งผลทำให้ค่าวอเตอร์แอกทิวิตีลดลง ในขณะที่การเพิ่มเวลาทำให้ค่าการยึดเกาะเพิ่มขึ้น

ตาราง 4.16 คุณภาพทางเคมีกายภาพของสิ่งทดลองทั้ง 11 สิ่งทดลอง

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)
0	16	54.46	0.957	19.02
25	16	53.69	0.947	18.95
50	16	51.47	0.935	18.78
0	20	52.08	0.957	17.57
25	20	53.61	0.940	17.40
50	20	50.51	0.930	19.19
0	24	54.18	0.958	18.67
25	24	51.70	0.944	19.62
50	24	54.87	0.938	17.57
25	20	51.63	0.940	18.32
25	20	53.34	0.950	17.40

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.17 คุณภาพเนื้อสัมผัสของสิ่งทดลองทั้ง 11 สิ่งทดลอง

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ความแข็ง (นิวตัน)	ค่าการยึดติด (กรัม. วินาที)	ค่าการยึดเกาะ	ความยืดหยุ่น	ความเหนียวเป็นยาง	ความเหนียว	ความแน่นเนื้อ (นิวตัน)	แรงเฉือน (กรัม. วินาที)
0	16	85.16	-5.02	0.46	0.56	3849.84	2056.63	22.03	24849.25
25	16	78.61	-7.84	0.52	0.57	3980.08	2320.85	20.09	20990.56
50	16	63.60	-4.96	0.54	0.45	3369.24	1620.91	22.94	25700.27
0	20	69.26	-7.69	0.56	0.44	3862.84	1929.21	22.54	23846.56
25	20	97.64	-4.84	0.52	0.56	4964.12	2798.32	18.49	21025.53
50	20	82.21	-5.86	0.61	0.41	4926.56	2136.69	21.96	24723.33
0	24	60.23	-7.44	0.56	0.39	3276.07	1492.41	21.13	23254.79
25	24	56.11	-4.94	0.64	0.44	3588.31	1717.92	18.14	19000.83
50	24	60.38	-7.46	0.57	0.42	3303.29	1395.71	19.32	21200.77
25	20	89.33	-9.75	0.56	0.42	4995.74	2068.26	19.64	21534.66
25	20	81.27	-5.13	0.54	0.48	4493.97	2135.97	24.11	27535.83

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.18 สมการรีเกรสชันของค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าการยึดเกาะ และความเหนียวเป็นยางของไส้อั่วทั้ง 11 สิ่งทดลอง

Parameters	Regression equation	Adj. R^2	Significance level ($p \leq 0.05$)
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	$= 0.96-5.24\times10^{-4}(\text{Conc.}) - 3.47\times10^{-4}(\text{Time})$	0.8976	< 0.0001
ค่าการยึดเกาะ	$= 0.31+9.52\times10^{-4}(\text{Conc.}) + 0.010712(\text{Time})$	0.5399	0.0184
ค่าความเหนียวเป็นยาง	$= -19496.61 + 34.19(\text{Conc.}) + 2424.74(\text{Time}) - 0.60252(\text{Conc.})^2 - 61.69292(\text{Time})^2$	0.7164	0.0172

หมายเหตุ (Conc.) คือ ร้อยละของความเข้มข้นของกลีเซอรอล และ (Time) คือ ระยะเวลาในการแช่กลีเซอรอลเป็นชั่วโมง

ผลคะแนนของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วทั้ง 11 สูตร ที่ทำการผันแปรความเข้มข้นของกลีเซอรอลและระยะเวลาในการแช่ พบว่า การยอมรับโดยรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.5 – 6.9 ลักษณะปรากฏ มีคะแนนอยู่ในช่วง 6.4 – 6.8 สีมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.3 – 6.8 รสชาติโดยรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.1 – 6.8 รสเค็มมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.0 – 6.6 ความเผ็ดมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.3 – 6.7 และลักษณะเนื้อสัมผัสมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.2 – 6.9 (ตาราง 4.19) จะเห็นได้ว่ายิ่งใช้ความเข้มข้นของกลีเซอรอลที่สูงขึ้นและเวลาการแช่ที่นานขึ้น จะทำให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคลดลง เนื่องจากไส้อั่วที่ได้จะมีรสหวานมากและมีความฉ่ำมากเกินไป ซึ่งกลีเซอรอล มีผลในการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและเพิ่มความฉ่ำน้ำในผลิตภัณฑ์ ดังงานวิจัยของ Paseua *et al.* (2001) ได้ทำการศึกษาการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีร่วมกับการพาสเจอร์ไรซ์ ในผลิตภัณฑ์ปลาแมคเคอเรล โดยพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์เป็นระยะเวลา 20 นาทีและระยะเวลาที่แช่สารละลายกลีเซอรอลเป็นเวลา 20 ชั่วโมง โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีเท่ากับ 0.89 มีรสหวานปานกลางและเนื้อสัมผัสมีลักษณะฉ่ำน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.19 คะแนนการยอมรับเฉลี่ย* ของผู้บริโภค (n=100) ที่มีต่อไส้อั่วทั้ง 11 สิ่งทดลอง

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ความชอบโดยรวม	ลักษณะปรากฏ	สี	รสชาติโดยรวม	รสเค็ม	ความเผ็ด	ลักษณะเนื้อสัมผัส
0	16	6.9	6.8	6.7	6.8	6.6	6.7	6.9
25	16	6.4	6.8	6.8	6.2	6.1	6.2	6.7
50	16	6.1	6.6	6.7	5.6	5.4	5.8	6.4
0	20	6.8	6.8	6.6	6.6	6.4	6.5	6.8
25	20	6.3	6.5	6.6	6.1	5.9	5.9	6.5
50	20	5.5	6.4	6.3	5.1	5.0	5.3	6.2
0	24	6.5	6.6	6.7	6.4	6.1	6.4	6.7
25	24	6.3	6.6	6.6	6.1	5.9	6.1	6.5
50	24	5.9	6.5	6.4	5.4	5.2	5.4	6.2
25	20	6.2	6.4	6.5	6.1	5.7	6.0	6.5
25	20	6.1	6.4	6.5	6.1	5.9	6.0	6.4

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยจากการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (9-point hedonic scale)

จากการนำผลการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์หาสมการถดถอย เพื่อหาผลของความเข้มข้นของกลีเซอรอลและระยะเวลาในการแช่ที่มีต่อคุณภาพของไส้อั่ว ดังตาราง 4.20 พบว่า ความเข้มข้นของกลีเซอรอลและระยะเวลาในการแช่ ส่งผลต่อคะแนนการยอมรับโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี รสชาติโดยรวม รสเค็ม ความเผ็ดและลักษณะเนื้อสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ ความเข้มข้นของกลีเซอรอลและระยะเวลาในการแช่ส่งผลต่อ ค่าคุณลักษณะร่วมกัน คือ ค่าสี พบว่า ความเข้มข้นของกลีเซอรอลและระยะเวลาในการแช่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์โดยมีอิทธิพลหลักมาจากความเข้มข้นของกลีเซอรอล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

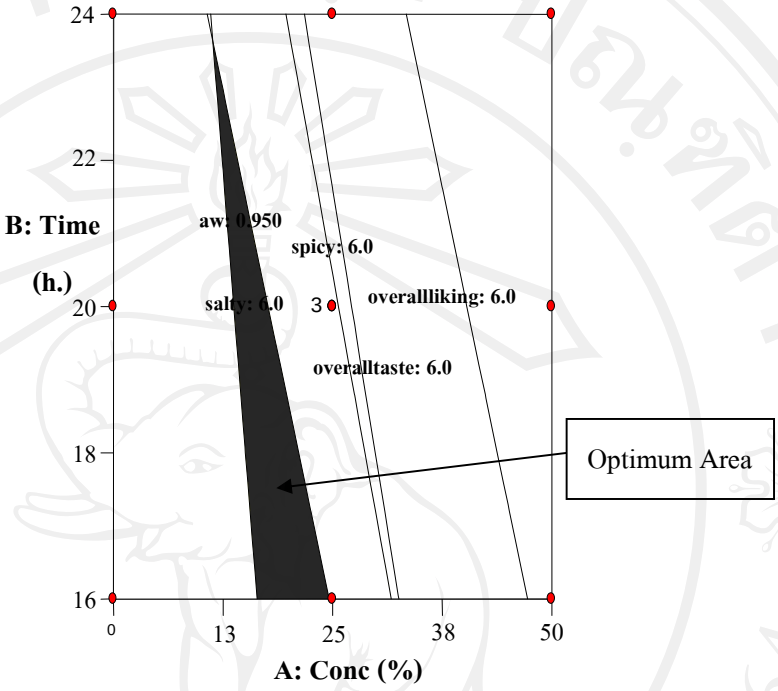
ตาราง 4.20 สมการรีเกรสชันของคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของไส้อั่วทั้ง 11 สิ่งทดลอง

Parameters	Regression equation	Adj. R^2	Significance level ($p \leq 0.05$)
ความชอบโดยรวม	= - 0.02 (Conc.) - 0.03 (Time)	0.8425	0.0003
ลักษณะปรากฏ	= 7.18 - 5.03×10^{-3} (Conc.) -0.02 (Time)	0.4301	0.0432
สี	= 10.40 + 0.01 (Conc.) - 0.38 (Time) - 9.95×10^{-5} (Conc.)^2 + 9.46×10^{-3} (Time)^2 - 6.59×10^{-4} (Conc.)(Time)	0.7065	0.0380
รสชาติโดยรวม	= 7.28 - 0.02 (Conc.) - 0.03 (Time)	0.9078	< 0.0001
รสเค็ม	= 7.20 - 0.02 (Conc.) - 0.04 (Time)	0.9037	< 0.0001
ความเผ็ด	= 7.15 - 0.02 (Conc.) - 0.03 (Time)	0.9387	< 0.0001
ลักษณะเนื้อสัมผัส	= 9.55 - 0.01 (Conc.) - 0.25 (Time) - 3.82×10^{-6} (Conc.)^2 + 5.53×10^{-3} (Time)^2 + 2.04×10^{-4} (Conc.)(Time)	0.9696	0.0002

หมายเหตุ (Conc.) คือ ร้อยละของความเข้มข้นของกลีเซอรอล และ (Time) คือ ระยะเวลาในการแช่กลีเซอรอลเป็นชั่วโมง

จากนั้นนำสมการความสัมพันธ์ที่ได้มาวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลีเซอรอลและระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสม โดยยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งขอบเขตของคุณภาพ คือ คะแนนด้านลักษณะทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะมากกว่าเท่ากับ 6.0 ได้ความเข้มข้นของกลีเซอรอลและระยะเวลาในการแช่ที่เหมาะสมในพื้นที่สีเทา ดังภาพ 4.1 พบว่า ความเข้มข้นของกลีเซอรอลอยู่ในช่วง ร้อยละ 16 ถึง 25 และระยะเวลาในการแช่ อยู่ในช่วง 16 ถึง 23 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.1 การหาจุดที่เหมาะสม (optimization) ของความเข้มข้นของกลีเซอรอล และระยะเวลาที่ใช้ในการแช่เนื้อหมู (พื้นที่สีเทา)

4.4.2 การใช้กลีเซอรอลร่วมกับการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพของไส้อั่วสูตรลดไขมันและสูตรที่มีการปรับสภาวะ พบว่า ในทุกๆ คุณลักษณะทั้งความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ปริมาณไขมัน ค่าความแข็ง ค่าการยึดติด ค่าการยึดเกาะ ความยืดหยุ่น ความเหนียวเป็นยาง ความเหนียว ความแน่นเนื้อ และแรงเฉือนนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) ยกเว้นค่าความเป็นกรด-ด่าง (ตาราง 4.21) และผลคะแนนของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ดังแสดงในตาราง 4.22 นั้น พบว่า ความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติโดยรวม รสเค็ม ความเผ็ด และลักษณะเนื้อสัมผัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) ซึ่งแสดงว่า ค่าทางเคมีกายภาพและคะแนนการทดสอบการยอมรับของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้บริโภคของทั้ง 2 สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกัน จึงสามารถใช้ไส้อั่วที่ทำการปรับสภาวะโดยเพิ่มการปรับความเป็นกรด-ด่าง มาเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำไปทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาในสภาวะการเก็บรักษาแบบต่างๆ ต่อไป

ตาราง 4.21 คุณภาพทางเคมีกายภาพของไส้อั่วสูตรลดไขมันและสูตรที่มีการปรับสภาวะ

คุณลักษณะ	ไส้อั่วสูตรลดไขมัน	ไส้อั่วที่มีการปรับสภาวะ
ความชื้น (ร้อยละ) ns	46.88 ± 0.88	48.16 ± 0.69
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ns	0.938 ± 0.006	0.932 ± 0.004
ความเป็นกรด-ด่าง	5.96 ± 0.12 a	5.48 ± 0.02 b
ปริมาณไขมัน (ร้อยละ) ns	35.24 ± 4.89	32.32 ± 3.97
ความแข็ง (นิวตัน) ns	114.70 ± 27.55	106.46 ± 34.64
ค่าการยึดติด (กรัม.วินาที) ns	-1.83 ± 0.25	-2.66 ± 1.88
ค่าการยึดเกาะ ns	0.45 ± 0.01	0.47 ± 0.01
ความยืดหยุ่น ns	0.73 ± 0.03	0.65 ± 0.07
ความเหนียวเป็นยาง ns	5,098.02 ± 1,139.08	4,899.12 ± 1,562.72
ความเหนียว ns	3,536.77 ± 1,086.06	3,187.23 ± 1,164.31
ความแน่นเนื้อ (นิวตัน) ns	31.64 ± 4.24	24.82 ± 5.35
แรงเฉือน (กรัม.วินาที) ns	33,385.00 ± 5,432.99	26,016.97 ± 5,417.70

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.22 คะแนนการยอมรับเฉลี่ย*ของผู้บริโภค (n=100) ที่มีต่อไส้อั่วสูตรลดไขมันและสูตรที่มีการปรับสภาวะ

คุณลักษณะ	ไส้อั่วสูตรลดไขมัน	สูตรที่มีการปรับสภาวะ	ร้อยละความคลาดเคลื่อน
ความชอบโดยรวม	7.1 ± 0.6	6.9 ± 0.4	2.82
ลักษณะปรากฏ	6.8 ± 0.3	6.9 ± 0.1	1.47
สี	6.8 ± 0.3	6.8 ± 0.1	0.00
กลิ่น	6.7 ± 0.3	6.7 ± 0.2	0.00
รสชาติโดยรวม	7.0 ± 0.4	6.8 ± 0.2	2.86
รสเค็ม	6.0 ± 0.6	6.1 ± 0.4	1.67
ความเผ็ด	6.6 ± 0.4	6.5 ± 0.2	1.52
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.7 ± 0.4	6.6 ± 0.2	1.49

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการให้คะแนนความชอบระดับ 9 คะแนน (9-point hedonic scale)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ไส้อั่วลดไขมันสูตรที่มีการปรับสภาวะ พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี เท่ากับ 0.933 มีความชื้นร้อยละ 55.70 ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า ร้อยละ 18.90 14.30 7.43 และ 3.67 ตามลำดับ (ตาราง 4.23) ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (ตาราง 4.24) พบว่า มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด < 10 CFU/g จำนวนยีสต์และรา < 10 CFU/g และเชื้อ *Escherichia coli* < 3.0 MPN/g ส่วนเชื้อ *Clostridium perfringens Staphylococcus aureus* และ *Salmonella spp.* ไม่พบเชื้อในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ซึ่งปริมาณเชื้อทุกประเภทเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.23 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วลดไขมันสูตรที่มีการปรับสภาวะ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
โปรตีน (ร้อยละ)	18.90
ไขมัน (ร้อยละ)	14.30
ความชื้น (ร้อยละ)	55.70
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	7.43
เถ้า (ร้อยละ)	3.67

ตาราง 4.24 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วลดไขมันสูตรที่มีการปรับสภาวะ

จุลินทรีย์	ปริมาณที่ตรวจพบ
เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	< 10 CFU/g
ยีสต์และรา	< 10 CFU/g
Escherichia coli	< 3.0 MPN/g
Clostridium perfringens	ND in 0.1 g
Staphylococcus aureus	ND in 0.1 g
Salmonella spp.	ND in 25 g

ND คือ Not Detected

4.5 การประเมินอายุการเก็บของไส้อั่วลดไขมันที่พัฒนาได้โดยไม่ใช้วัตถุกันเสีย

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไส้อั่วทั้งสูตรลดไขมันที่มีการปรับสภาวะโดยไม่ใช้น้ำตาล เพิ่มปริมาณเกลือเพื่อลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตีร่วมกับการใช้กลีเซอรอล เติมกรดลดในผลิตภัณฑ์และเพิ่มสภาวะการอบเป็น 160 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที มาทำการบรรจุภายใต้สภาวะ 4 สภาวะ คือ (1) ภายใต้บรรยากาศปกติ (2) บรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ (3) บรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์ และ (4) บรรจุภัณฑ์ปรับบรรยากาศ (CO_2:N_2 เท่ากับ 70:30) แล้วนำไปเก็บรักษาที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกัน ผลการตรวจวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา (ตาราง 4.25) ค่า pH (ตาราง 4.26) และค่า TBARs (ภาพ 4.2) และการยอมรับของผู้บริโภคในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏและกลิ่น (ตาราง 4.27) พบว่า จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ของไส้อั่วที่บรรจุภายใต้บรรยากาศปกติ มีปริมาณเชื้อเกินกว่าที่กำหนด(มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547) ตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษา คือ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน 1×10^4 CFU/g. และจำนวนยีสต์และราเกิน 100 CFU/g. ซึ่งหากมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินกว่าที่กำหนดถือว่าไม่เป็นไปตามกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2547) และในการทดลองถือว่าสิ้นอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ หรืออาจกล่าวได้ว่าไส้อั่วที่เก็บภายใต้บรรยากาศปกติจะมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ส่วนไส้อั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศมีอายุการเก็บรักษา 3 วัน ไส้อั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์และไส้อั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ปรับบรรยากาศ (CO_2: N_2 เท่ากับ 70: 30) มีอายุการเก็บรักษา 4 วัน สำหรับไส้อั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์ พบว่าในวันที่ 6 ของการเก็บรักษายังคงมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินค่าที่กฎหมายกำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม ไส้อั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์จะมีการเสื่อมเสียจากยีสต์และเชื้อราในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ซึ่งเชื้อรา เป็นจุลินทรีย์ประเภทต้องการอากาศ (aerobic) การเก็บอาหารที่อาจปนเปื้อนเชื้อราในที่ที่มีออกซิเจนในปริมาณต่ำหรือเป็นสุญญากาศ การเจริญของเชื้อราจะเป็นไปได้ช้าลง (มัทนา, 2538) ดังนั้น การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ที่มีออกซิเจนในปริมาณน้อยหรือสุญญากาศจึงเกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อราได้ช้ากว่าปกติ

อาจกล่าวได้ว่าไส้อั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์จะมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษา 4 วัน นอกจากนี้ยังพบอีกว่าไส้อั่วที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ปรับบรรยากาศ (CO_2:N_2 เท่ากับ 70:30) จะมีการเสื่อมเสียจากยีสต์และเชื้อราช้าที่สุดโดยจะพบว่าเริ่มมีค่าจำนวนยีสต์และรา เกินมาตรฐานในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในขณะที่ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านลักษณะปรากฏและการยอมรับด้านกลิ่น โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 50 เป็นตัวตัดสินว่ายอมรับ/ไม่ยอมรับนั้น มีแนวโน้มลดลงแต่ยังคงยอมรับในผลิตภัณฑ์อยู่ถึงแม้คุณภาพทางจุลินทรีย์จะเกินกว่าที่กำหนด มีเพียงไส้อั่วที่บรรจุภายใต้บรรยากาศปกติซึ่งในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่ามีเชื้อราขึ้นบนผิวของผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้งในด้านลักษณะปรากฏและกลิ่น สำหรับค่า pH ของผลิตภัณฑ์นั้นมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ส่วนค่า TBARS ที่เป็นค่าดัชนีบ่งบอกการหืนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ซึ่งในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ควรมีค่า TBARs < 2 mg.malonaldehyde/kg (Ozural and Vural, 2011)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.25 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของไส้อั่วที่เก็บรักษาในสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน 4 สภาวะ

วันที่	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด CFU/g				จำนวนยีสต์และรา CFU/g			
	B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**
0	<1×10 Est.	<1×10 Est.	<1×10 Est.	<1×10 Est.	<1×10 Est.	<1×10 Est.	<1×10 Est.	<1×10 Est.
1	5.5×10 Est.	6×10 Est.	5×10 Est.	6.7×10 Est.	<1×10 Est.	<1×10 Est.	<1×10 Est.	<1×10 Est.
2	1×10^2 Est.	4×10 Est.	7×10 Est.	2×10 Est.	<1×10 Est.	3×10 Est.	1×10 Est.	<1×10 Est.
3	$\underline{7.9\times10^4}$	1.9×10^3	7.8×10^2	1.2×10^2	$\underline{1.4\times10^2}$	4×10 Est.	4×10 Est.	<1×10 Est.
4	$\underline{1.7\times10^5}$	$\underline{2.9\times10^4}$	2.1×10^3	1.6×10^3	$\underline{1.5\times10^2}$	$\underline{1.9\times10^2}$	4×10 Est.	4×10 Est.
5	$\underline{4.8\times10^5}$	$\underline{8.7\times10^4}$	9.3×10^3	$\underline{6.6\times10^4}$	$\underline{2.0\times10^2}$	$\underline{4.3\times10^2}$	$\underline{1.4\times10^2}$	4×10 Est.
6	$\underline{3.7\times10^5}$	$\underline{4.6\times10^6}$	9.5×10^3	$\underline{8.0\times10^4}$	$\underline{7.7\times10^3}$	$\underline{1.3\times10^3}$	$\underline{1.8\times10^2}$	$\underline{2.2\times10^2}$

หมายเหตุ B1 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติ, B2 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ, B3 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์ และ B4 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุในบรรจุภัณฑ์ปรับบรรยากาศ (CO_2:N_2 เท่ากับ 70:30)

$\underline{\quad\quad}$ คือ เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

Est. คือ estimated

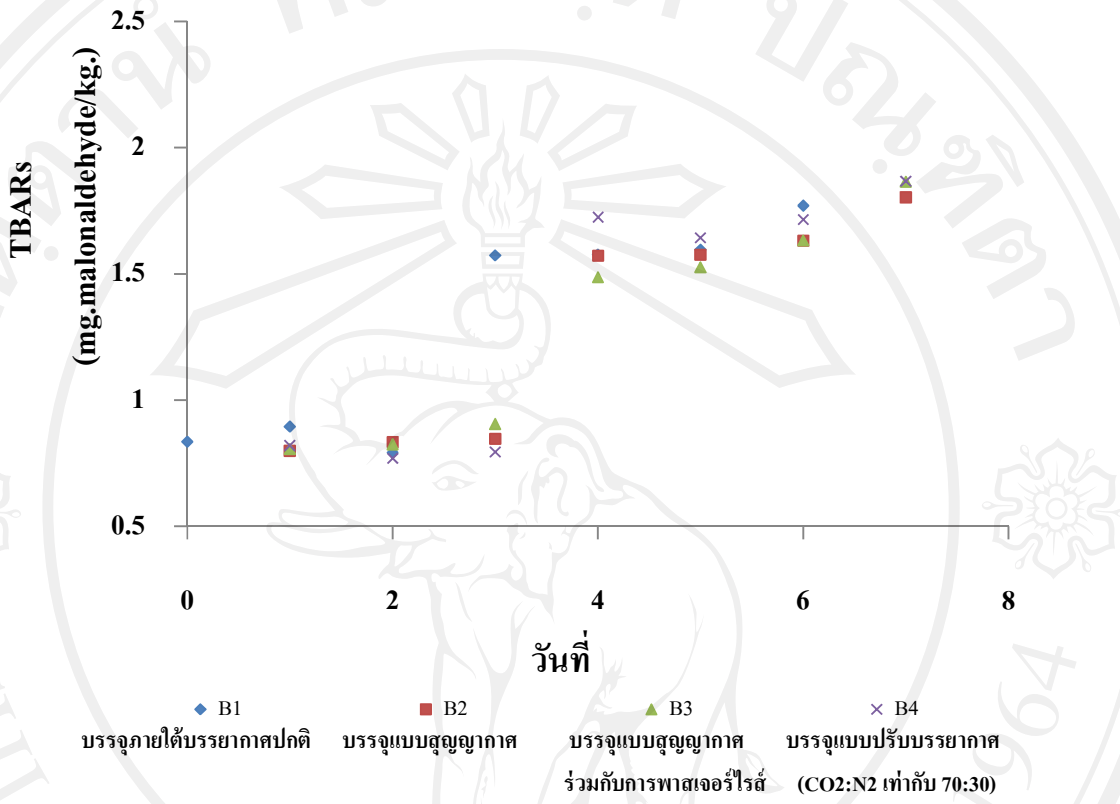
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.26 ค่าความเป็นกรด-ด่างของไส้อั่วที่เก็บรักษาในสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน 4 สภาวะ

วันที่	pH			
	B1	**B2**	**B3**	**B4**
0	5.7	5.7	5.7	5.7
1	5.8	5.8	5.7	5.8
2	5.8	5.8	5.8	5.8
3	5.8	5.7	5.7	5.7
4	5.8	5.8	5.7	5.8
5	5.8	5.7	5.8	5.8
6	5.8	5.8	5.8	5.7

หมายเหตุ B1 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติ, B2 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุในบรรจุภัณฑ์ แบบสุญญากาศ, B3 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์ และ B4 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุในบรรจุภัณฑ์ปรับบรรยากาศ (CO_2:N_2 เท่ากับ 70:30)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.2 ค่า Thiobarbituric acid reactive substances ของไส้อั่วที่เก็บรักษาในสภาวะบรรจุที่แตกต่างกัน 4 สภาวะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.27 การยอมรับของผู้บริโภค (n=50) ในด้านลักษณะปรากฏและการยอมรับด้านกลิ่น

วันที่	การยอมรับด้านลักษณะปรากฏ (ร้อยละ)				การยอมรับด้านกลิ่น (ร้อยละ)			
	B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**
0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1	79.33	80.67	82.67	80.67	76.00	78.67	72.00	72.67
2	76.00	73.33	81.33	86.67	68.00	73.33	74.00	66.67
3	72.00	74.00	72.00	77.33	62.67	65.33	70.00	64.00
4	59.33	72.00	69.33	74.67	56.67	64.67	67.33	66.67
5	47.33	67.33	72.00	74.00	56.00	65.33	65.33	67.33
6	0.00	64.67	70.67	64.67	0.00	59.33	66.00	61.33

หมายเหตุ B1 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติ, B2 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ, B3 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศร่วมกับการพาสเจอร์ไรส์ และ B4 คือ ไส้อั่วสูตรลดไขมันบรรจุในบรรจุภัณฑ์ปรับบรรยากาศ (CO_2:N_2 เท่ากับ 70:30)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved