

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การผลิตเทมเป้

4.1.1 สภาพที่เหมาะสมการผลิตเทมเป้สด

จากผลการทดลองการหมักเทมเป้ถั่วเหลืองด้วยเชื้อรา *R. oligosporus* NRRL 2710 ที่ความเข้มข้นสปอร์ 10^6 - 10^8 spore ml⁻¹ บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และแปรผันเวลาการเลี้ยงเชื้อ คือ 0, 15, 21, 24 ชั่วโมง ได้ผลของลักษณะปรากฏทางกายภาพของเทมเป้ถั่วเหลือง พบว่าที่เวลาเริ่มต้น ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือไม่มีการสร้างเส้นใยของเชื้อรา *Rhizopus oligosporus* ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ทำการเลี้ยงเชื้อรดังกล่าว จนกระทั่ง เวลาผ่านไป 15 ชั่วโมง พบว่าเริ่มมีการสร้างเส้นใยของเชื้อรา *R. oligosporus* เกิดขึ้นเล็กน้อยบนถั่วเหลืองและมีกลิ่นของถั่วเหลืองไม่มากนัก ดังแสดงในภาพที่ 4.2 เมื่อครบเวลาการเลี้ยงเชื้อที่ 21 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 4.3 พบว่า เส้นใยของเชื้อรา *R. oligosporus* เจริญบนถั่วเหลือง ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพที่ดีที่สุด คือ มีเส้นใยสีขาวของเชื้อราปกคลุมเมล็ดถั่วเหลืองหนาจนเมล็ดถั่วเกาะเป็นแผ่นเดียวกันแต่ยังคงมองเห็นเมล็ดถั่ว และยังคงมีกลิ่นหอมของถั่วเหลืองหมัก ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของเทมเป้ และเมื่อทำการเลี้ยงเชื้อรา *R. oligosporus* จนครบ 24 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นระยะเวลาที่เชื้อรามีการเจริญเติบโตเต็มที่และสร้างสปอร์สีดำเกิดขึ้นซึ่งเป็นลักษณะปรากฏที่ผู้บริโภคนิยม (Liu, 1997) ดังแสดงในภาพที่ 4.4 เนื่องจากสปอร์สีดำดังกล่าว ผู้บริโภคไม่สามารถรับประทานได้ เนื่องจากอาจมีสารพิษที่เชื้อราผลิตขึ้นมา ดังนั้นแนวโน้มของระยะเวลาการเพาะเลี้ยงเชื้อราภายใต้การควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส ที่เหมาะสมต่อการผลิตเทมเป้สดและนำมาบริโภคได้แก่ ช่วงเวลาการเลี้ยงเชื้อราที่ 21 ชั่วโมง นั่นเอง



ภาพที่ 4.1 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *R. oligosporus* NRRL 2710 ที่อุณหภูมิการเลี้ยงเชื้อ 30 องศาเซลเซียส เวลาการเลี้ยงเชื้อที่ 0 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.2 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *R. oligosporus* NRRL 2710 ที่อุณหภูมิการเลี้ยงเชื้อ 30 องศาเซลเซียส เวลาการเลี้ยงเชื้อที่ 15 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.3 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *R. oligosporus* NRRL 2710 ที่อุณหภูมิการเลี้ยงเชื้อ 30 องศาเซลเซียส เวลาการเลี้ยงเชื้อที่ 21 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.4 ลักษณะการเจริญของเชื้อรา *R. oligosporus* NRRL 2710 ที่อุณหภูมิการเลี้ยงเชื้อ 30 องศาเซลเซียส เวลาการเลี้ยงเชื้อที่ 24 ชั่วโมง

4.1.2 การวิเคราะห์ทางเคมีของเทมเป้สด

เมื่อทำการทดลองหาสภาวะการเลี้ยงเชื้อได้แล้วดังข้อที่ 4.1.1 ปริมาณความชื้น ถั่ว ไขมัน เส้นใย โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ดังแสดงในตารางในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของเทมเป้สด

องค์ประกอบทางเคมี	เทมเป้สด (%)
ความชื้น	40.28 ±0.26
เถ้า	1.45 ±0.02
ไขมัน	16.19 ±0.19
เส้นใย	6.92 ±0.04
โปรตีน	29.49 ±0.11
คาร์โบไฮเดรต	5.65 ±0.07

จากตารางที่ 4.1 พบว่า เทมเป้มีความชื้น 40.28%, เถ้า 1.45%, ไขมัน 16.19%, เส้นใย 6.92%, โปรตีน 29.49 %, และ คาร์โบไฮเดรต 5.65 %

4.2 การผลิตปลาเค็มเจสูตรมาตรฐาน

4.2.1 ผลของปริมาณเต้าหู้ยี้ที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาเค็มเจสูตรมาตรฐาน

จากการทดลองผลิตปลาเค็มเจสูตรมาตรฐานด้วยการแปรปริมาณเต้าหู้ยี้ให้แตกต่างกัน ดังนี้ คือ สูตรที่ 1 ใช้เต้าหู้ยี้ 3.5 กรัม, สูตรที่ 2 ใช้เต้าหู้ยี้ 5.5 กรัม, สูตรที่ 3 ใช้เต้าหู้ยี้ 7.5 กรัม แสดงผลดังภาพที่ 4.5



(ก) สูตรที่ 1 เต้าหู้ยี้ 3.5 กรัม



(ข) สูตรที่ 2 เต้าหู้ยี้ 5.5 กรัม



(ค) สูตรที่ 3 เต้าหู้ยี้ 7.5 กรัม

ภาพที่ 4.5 ลักษณะปรากฏของปลาเค็มเจ

จากภาพที่ 4.5 จากผลการทดลองเพื่อหาปลาเค็มเจสูตรมาตรฐานโดยการแปรผัน ปริมาณเต้าหู้ยี้ดังในภาพที่ 4.5 พบว่า สูตรที่ 1 ซึ่งใช้เต้าหู้ยี้ 3.5 กรัม ปลาเค็มที่ได้มีลักษณะสีเหลือง มีความกรอบและมีความเค็มเล็กน้อย สูตรที่ 2 ซึ่งใช้เต้าหู้ยี้ 5.5 กรัม ปลาเค็มที่ได้มีลักษณะสีเหลือง มีความกรอบและมีความเค็มมากขึ้นเล็กน้อย สูตรที่ 3 ซึ่งใช้เต้าหู้ยี้ 7.5 กรัม ปลาเค็มเจมีลักษณะสี เหลือง มีความกรอบและมีความเค็มมากที่สุด

4.2.2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของปลาเค็มเจสูตรมาตรฐาน

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาเค็มเจสูตรมาตรฐานผลิตด้วยเต้าหู้ยี้ 3.5, 5.5 กรัม และ 7.5 กรัม ทดสอบทางด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม โดยวิธี 9–point –Hedonic scale ชนิด 9 ระดับใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาเค็มเจสูตรมาตรฐาน

ปริมาณเต้าหู้ยี้ใน ปลาเค็มเจ	ระดับคะแนนเฉลี่ย (9-point-Hedonic scale)			
	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบ โดยรวม
3.5 กรัม สูตรที่ 1	6.13±0.89 ^b	6.10±0.71 ^a	6.20±0.88 ^a	6.23±0.81 ^a
5.5 กรัม สูตรที่ 2	7.26±0.63 ^a	7.26±0.63 ^a	7.53±0.81 ^a	7.36±0.66 ^a
7.5 กรัม สูตรที่ 3	6.43±0.71 ^a	5.33±0.71 ^b	5.43±1.04 ^b	5.50±0.86 ^b

หมายเหตุ ประเมินผลการทดสอบทางสถิติใช้วิธี One way ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS a,b...ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p \leq 0.05$)

± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า

ด้านกลิ่น การแปรปริมาณเต้าหู้ยี้ในปริมาณต่างๆมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยระดับคะแนนสูตรมาตรฐานที่ใช้ปริมาณเต้าหู้ยี้ 3.5, 5.5 และ 7.5 กรัม ผลัดกันที่มีคะแนนสูงสุดคือ สูตรที่ใช้ปริมาณเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัมโดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 7.26 รองลงมาคือใช้เต้าหู้ยี้ 7.5, 3.5 กรัมโดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.43 และ 6.13 ตามลำดับ

ด้านรสชาติ การแปรปริมาณเต้าหู้ยี้ในปริมาณต่างๆมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยระดับคะแนนสูตรมาตรฐานที่ใช้ปริมาณเต้าหู้ยี้ 3.5, 5.5 และ 7.5 กรัม ผลลัพธ์ที่มีคะแนนสูงสุดคือ สูตรที่ใช้ปริมาณเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัมโดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 7.26 รองลงมาคือใช้เต้าหู้ยี้ 3.5, 7.5 กรัมโดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.10 และ 5.33 ตามลำดับ

ด้านเนื้อสัมผัส การแปรปริมาณเต้าหู้ยี้ในปริมาณต่างๆมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยระดับคะแนนสูตรมาตรฐานที่ใช้ปริมาณเต้าหู้ยี้ 3.5, 5.5 และ 7.5 กรัม ผลลัพธ์ที่มีคะแนนสูงสุดคือ สูตรที่ใช้ปริมาณเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัมโดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 7.53 รองลงมาคือใช้เต้าหู้ยี้ 3.5, 7.5 กรัมโดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.20 และ 5.43 ตามลำดับ

ด้านความชอบโดยรวม การแปรปริมาณเต้าหู้ยี้ในปริมาณต่างๆมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยระดับคะแนนสูตรมาตรฐานที่ใช้ปริมาณเต้าหู้ยี้ 3.5, 5.5 และ 7.5 กรัม ผลลัพธ์ที่มีคะแนนสูงสุดคือ สูตรที่ใช้ปริมาณเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัมโดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 7.53 รองลงมาคือใช้เต้าหู้ยี้ 3.5, 7.5 กรัมโดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.23 และ 5.50 ตามลำดับ

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 กล่าวได้ว่าปลาเค็มสูตรที่ 2 ซึ่งใช้เต้าหู้ยี้ 5.5 กรัมได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดในทุกด้านจึงเลือกสูตรที่ 2 นี้มาใช้เป็นสูตรมาตรฐาน

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของปลาเค็มสูตรมาตรฐาน

จากการคัดเลือกหาสูตรปลาเค็มสูตรมาตรฐานที่เหมาะสมคือ สูตรที่ 2 จึงนำมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน เส้นใย โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีของปลาเค็มสูตรมาตรฐาน

องค์ประกอบทางเคมี	ปลาเค็มสูตรมาตรฐาน (%)
ความชื้น	7.78 ±0.66
เถ้า	4.80 ±1.82
ไขมัน	55.10 ±1.02
เส้นใย	3.96 ±0.04
โปรตีน	11.51 ±0.26
คาร์โบไฮเดรต	16.81±0.27

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ปลาเค็มเจมีค่าความชื้น 7.78%, เถ้า 4.80%, ไขมัน 55.10%, เส้นใย 3.95%, โปรตีน 11.51% และ คาร์โบไฮเดรต 16.81%

4.3 การผลิตปลาเค็มเจสูตรทดแทนด้วยเทมเป้

4.3.1 ผลของปริมาณเทมเป้สดที่นำมาทดแทนเต้าหู้ยี้

นำเทมเป้มาทดแทนเต้าหู้ยี้ในผลิตภัณฑ์ปลาเค็มเจสูตรมาตรฐาน โดยการแปรผันปริมาณเทมเป้ 15 , 25 , 35 % ต่อเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัม และได้ผลการทดลองดังแสดงในภาพที่ 4.6



(ก) สูตรที่ 1 เทมเป้ 15%



(ข) สูตรที่ 2 เทมเป้ 25%



(ค) สูตรที่ 3 เทมเป้ 35%

ภาพที่ 4.6 ลักษณะปรากฏของปลาเค็มเจสูตรทดแทนด้วยเทมเป้

จากภาพที่ 4.6 จากผลการทดลองปลาเค็มเจสูตรทดแทนด้วยเทมเป้โดยการแปรผันปริมาณเทมเป้ดังในภาพที่ 4.6 พบว่า สูตรที่ 1 ซึ่งใช้เทมเป้ 15% ต่อเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัม ปลาเค็มเจที่ได้มีลักษณะสีเหลืองมีความกรอบและมีความเค็มเล็กน้อย สูตรที่ 2 ซึ่งใช้เทมเป้ 25% ต่อเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัม ปลาเค็มเจที่ได้มีลักษณะสีเหลืองมีความกรอบและมีความเค็มลดลงเล็กน้อยแต่เนื้อสัมผัสดีขึ้น สูตรที่ 3 ซึ่งใช้เทมเป้ 35% ต่อเต้าหู้ยี้ 5.5 กรัม ปลาเค็มเจมีลักษณะสีเหลือง มีความกรอบและมีความเค็มลดลงมากกว่าทดแทนที่ 15 และ 25%

4.3.2 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของปลาเค็มเจือจางทดแทนด้วยเทมเป้สด

เมื่อทำการผลิตปลาเค็มเจือจางทดแทนด้วยเทมเป้ที่ปริมาณต่างๆดังนี้ 15 ,25 และ 35% แล้วจึงนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสความชอบโดยรวมโดยวิธี 9– point –Hedonic scale ชนิด 9 ระดับ ใช้ผู้ทดสอบ 30 คน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาเค็มเจือจางทดแทนด้วยเทมเป้โดยวิธี 9– point –Hedonic scale

ปริมาณทดแทน เทมเป้ในปลา เค็มเจือจาง มาตรฐาน	ระดับคะแนนเฉลี่ย (9-point-Hedonic scale)			
	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
15%	6.00 ± 0.61 ^b	5.23 ± 0.71 ^b	6.63 ± 0.82 ^a	6.06 ± 0.70 ^b
25%	6.96 ± 0.62 ^a	6.76 ± 0.72 ^a	6.63 ± 0.89 ^a	7.03 ± 0.81 ^a
35%	6.23 ± 0.88 ^a	6.23 ± 0.68 ^a	6.00 ± 0.60 ^b	6.23 ± 0.53 ^a

หมายเหตุ a,..b... ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (≤ 0.05)
± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาเค็มเจือจางทดแทนด้วยเทมเป้ที่ปริมาณต่างๆพบว่า

ด้านกลิ่น การแปรปริมาณเทมเป้ในปริมาณต่างๆมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยระดับคะแนนเทมเป้ที่ใช้ทดแทนเต้าหู้ยี้ 15, 25 และ 35 % ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนสูงสุดคือ สูตรที่ใช้เทมเป้ 25% โดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.96 รองลงมาคือเทมเป้ 35 และ 15% โดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.23 และ 6.00 ตามลำดับ

ด้านรสชาติ การแปรปริมาณเทมเป้ในปริมาณต่างๆมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยระดับคะแนนเทมเป้ที่ใช้ทดแทนเต้าหู้ยี้ 15 , 25 และ 35% ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนสูงสุดคือ สูตรที่ใช้เทมเป้ 25% โดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.76 รองลงมาคือเทมเป้ 35 และ 15% โดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.23 และ 5.23 ตามลำดับ

ด้านเนื้อสัมผัส การแปรปริมาณเทมเป้ในปริมาณต่างๆมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยระดับคะแนนเทมเป้ที่ใช้ทดแทนเต้าหู้ยี้ 15, 25 และ 35% ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนสูงสุดคือ สูตรที่

ใช้เทมเป้ 25 และ 15% โดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.63 รองลงมาคือเทมเป้ 35% โดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.00

ด้านความชอบโดยรวม การแปรปริมาณเทมเป้ในปริมาณต่างๆมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค โดยระดับคะแนนเทมเป้ที่ใช้ทดแทนเต้าหู้ยี้ 15, 25 และ 35% ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนสูงสุดคือ สูตรที่ใช้เทมเป้ 25% โดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.96 รองลงมาคือเทมเป้ 35 และ 15% โดยมีระดับคะแนนเท่ากับ 6.23 และ 6.06 ตามลำดับ

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.4 พบว่าปลาเค็มเจสูตรทดแทนด้วยเทมเป้ที่ 25% ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดในทุกด้านจึงเลือกสูตรที่ทดแทนที่ 25% จึงนำไปวิเคราะห์ทางเคมี

4.3.3 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของปลาเค็มเจสูตรทดแทนด้วยเทมเป้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาเค็มเจที่ใช้เทมเป้ 25% พบว่าได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด จึงนำมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน เส้นใย โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางเคมีของปลาเค็มเจสูตรทดแทนด้วยเทมเป้

องค์ประกอบทางเคมี	ปลาเค็มเจสูตรทดแทน(%)
ความชื้น	6.89 ±0.72
เถ้า	5.46 ±0.72
ไขมัน	57.33 ±0.38
เส้นใย	4.15 ±0.15
โปรตีน	12.36 ±0.19
คาร์โบไฮเดรต	13.78 ±0.21

จากตารางที่ 4.5 พบว่าปลาเค็มเจมีความชื้น 6.89%, เถ้า 5.46%, ไขมัน 57.33%, เส้นใย 4.15%, โปรตีน 12.36% และ คาร์โบไฮเดรต 13.78%