บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 การคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์จากผลิตภัณฑ์ปลาส้มและปลาแป้งแดง

ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด MRS (de Man Rogosa Sharpe) medium ในการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์โดย MRS เป็นอาหารที่มีความแพร่หลายในการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียชนิดที่สร้างกรดแลคติคได้มีการทดลองศึกษาค้นคว้าสูตรอาหารนี้ และพบว่าอาหารชนิดนี้มีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงพวกแลคติคแอซิดแบคทีเรียทุกตัว (นงเยาว์, 2535) จากการนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาส้มจากจังหวัดยโสธร และจังหวัดพะเยา ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงจากจังหวัดปัตตานี และจังหวัดสงขลา มาทำการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าสามารถแยกเชื้อจุลินทรีย์จากปลาส้มออกมาได้ 13 สายพันธุ์ และแยกเชื้อจุลินทรีย์จากปลาแป้งแดงออกมาได้ 19 สายพันธุ์ และเพื่อให้ง่ายต่อการปฏิบัติงานจึงมีการให้รหัสกับจุลินทรีย์ซึ่งแสดงไว้ดังตาราง 4.1 และตาราง 4.2

ตาราง 4.1 ผลการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม

รหัส	บริเวณที่พบ	ลักษณะโคโลนี
PS1	ผิวหน้าอาหาร	กลม สีขาว ผิวมัน ขอบใส เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2-0.3 mm
PS2	ผิวหน้าอาหาร	ขาวออกเหลือง กลมเป็นจุดเล็กๆ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1 mm
PS3	ผิวหน้าอาหาร	สีขาว ผิวมันตรงกลางสีเข้ม
PS4	ในอาหาร	สีขาว กลางโคโลนีมีสีเข้ม
PS5	ผิวหน้าอาหาร	กลม สีขาว ผิวมัน ขอบใส ใต้โคโลนีลึกลงในวุ้น
PS6	ผิวหน้าอาหาร	สีขาว กลม ลึกลงในวุ้น เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1 mm
PS7	ในอาหาร	สีขาว แบน
PS8	ผิวหน้าอาหาร	กลม สีขาวออกเหลือง ผิวมัน ขอบใส
PS9	ผิวหน้าอาหาร	สีออกเหลือง ผิวมัน เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1 mm
PS10	ผิวหน้าอาหาร	สีขาวผิวมัน เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2-0.3 mm
PS11	ผิวหน้าอาหาร	สีเหลือง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1-0.2 mm
PS12	ผิวหน้าอาหาร	สีขาวอมเทา
PS13	ผิวหน้าอาหาร	สีครีมขาวออกเหลือง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1mm

หมายเหตุ : PS คือ เชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4 .2 ผลการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

รหัส	บริเวณที่พบ	ลักษณะโคโลนี
PR1	ผิวหน้าอาหาร	สีครีมขาว ขอบใส ตรงกลางนูน
PR2	ผิวหน้าอาหาร	ขุ่นใสเป็นจุดเล็กๆ
PR3	ในอาหารบริเวณก้นจาน	ครีมขาว ขอบใส
PR4	ผิวหน้าอาหาร	ครีมขาว ตรงกลางนูน
PR5	ในอาหาร	ครีมขาว กลม
PR6	ในอาหาร	ครีมขาว จุดเล็กๆ แบน
PR7	ผิวหน้าอาหาร	ครีมขาว ตรงกลางนูน ขอบแบน
PR8	ในอาหารบริเวณก้นจาน	ครีมขาวขุ่น กลางโคโลนีมีสีเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 mm
PR9	ในอาหารบริเวณก้นจาน	ครีมขาวขุ่น เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 mm
PR10	ผิวหน้าอาหาร	ครีมขาว
PR11	ผิวหน้าอาหาร	ขุ่นใส จุดเล็กๆ เป็นกลุ่ม
PR12	ผิวหน้าอาหาร	ครีมขาว ตรงกลางนูนและมีสองชั้น เอียง
PR13	ในอาหาร	ครีมขาว กลม
PR14	ผิวหน้าอาหาร	ครีมขาว ตรงกลางนูน
PR15	ในอาหารบริเวณก้นจาน	ครีมขาวขุ่น กลางโคโลนีมีสีเข้มคล้าย PR8
PR16	ผิวหน้าอาหาร	ขุ่นใส จุดเล็กๆ เดี่ยว
PR17	ผิวหน้าอาหาร	ครีมขาว ตรงกลางนูนและมีสองชั้น
PR18	ผิวหน้าอาหาร	ครีมขาว ตรงกลางนูน เอียง
PR19	ในอาหาร	ครีมขาว แบน

หมายเหตุ : PR คือ เชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

ตาราง 4.1 สามารถจัดกลุ่มของจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้มตามที่มีการเจริญเติบโตแบบที่มีความต้องการอากาศ ได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต (Aerobe bacteria) จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะเจริญบริเวณผิวหน้าอาหาร ประกอบด้วย PS1, PS2, PS3, PS5, PS6, PS8, PS9, PS10, PS11, PS12 และ PS13

กลุ่มที่2 จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต(Anaerobe bacteria) ประกอบด้วย จุลินทรีย์ที่พบบริเวณชั้นอาหารจนถึงก้นจานอาหารเลี้ยงเชื้อประกอบด้วย PS4 และ PS7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.2 สามารถจัดกลุ่มของจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงตามความต้องการอากาศในการเจริญ ได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต (Aerobe bacteria) จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะเจริญบริเวณผิวหน้าอาหาร ประกอบด้วย PR1, PR2, PR4, PR7, PR10, PR11, PR12, PR14, PR16, PR17 และ PR18

กลุ่มที่ 2 จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต (Anaerobe bacteria) ประกอบด้วย จุลินทรีย์ที่พบบริเวณชั้นอาหารจนถึงก้นจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ประกอบด้วย PR3, PR5, PR6, PR8, PR9, PR13, PR15 และ PR19

4.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาและการทดสอบศักยภาพของเชื้อขั้นต้น

ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบคุณสมบัติในการสร้างกรด คุณสมบัติในการสร้างกาซ ความต้องการอากาศ การติดสีกรัม และลักษณะเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้มและผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

การทดสอบการสร้างกรด โดยนำไปเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด MRS broth ซึ่งมีการเติมอินดิเคเตอร์ คือ Bromocresol green ร้อยละ 2 (สุรชัย, 2546) ลงไปเพื่อยืนยันว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้นั้นมีการเจริญและผลิตกรดออกมาจริง ซึ่งผลการทดสอบคุณสมบัติในการสร้างกรดของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงแสดงดังตาราง 4.3 ถึงตาราง 4.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 การสร้างกรดของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

เชื้อจุลินทรีย์	ผลการทดสอบสร้างกรด	เชื้อจุลินทรีย์	ผลการทดสอบสร้างกรด
PS1	+	PR1	-
PS2	+	PR2	-
PS3	+	PR3	-
PS4	+	PR4	-
PS5	+	PR5	+
PS6	+	PR6	+
PS7	+	PR7	+
PS8	+	PR8	-
PS9	+	PR9	-
PS10	+	PR10	-
PS11	+	PR11	+
PS12	+	PR12	-
PS13	+	PR13	+
		PR14	+
		PR15	+
		PR16	+
		PR17	-
		PR18	-
		PR19	+

หมายเหตุ + มีการสร้างกรด - ไม่มีการสร้างกรด

PS หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม

PR หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 กลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเหมือนกันที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

เชื้อจุลินทรีย์	ลักษณะ	การสร้างกรด
PR8	ครีมขาวขุ่นกลางโคโลนีมีสีเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 mm	-
PR4 และ PR18	ครีมขาว ตรงกลางนูน	-
PR5 และ PR13	ครีมขาว กลม	+
PR6 และ PR19	ครีมขาว แบน	+
PR7 และ PR14	ครีมขาว ตรงกลางนูน ขอบแบน	+
PR11 และ PR16	ขุ่นใส จุดเล็กๆ	+
PR12 และ PR17	ครีมขาว ตรงกลางนูนและมีสองชั้น	-
PR15	ครีมขาวขุ่น กลางโคโลนีมีสีเข้ม	+

หมายเหตุ + มีการสร้างกรด - ไม่มีการสร้างกรด

ตาราง 4.3 จะเห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากปลาส้มนั้นจะสามารถสร้างกรดได้ทุกตัว ดังนั้นก็จะนำเอาไปทำการทดสอบต่อทั้งหมด ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงโดยอาศัยคุณสมบัติในการสร้างกรดได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 จุลินทรีย์ที่สร้างกรด ได้แก่ PR5, PR6, PR7, PR11, PR13, PR14, PR15, PR 16 และ PR19

กลุ่มที่ 2 จุลินทรีย์ที่ไม่สร้างกรด ได้แก่ PR1, PR2, PR3, PR9 และ PR10

กลุ่มที่ 3 ไม่สร้างกรดแต่มีกลิ่นของปลาแป้งแดง ได้แก่ PR4, PR8, PR12, PR 17 และ PR18

เมื่อพิจารณาจากบริเวณที่พบ (ตาราง 4.2) และคุณสมบัติในการสร้างกรด (ตาราง 4.3) ของเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากตัวอย่างปลาแป้งแดง ทำให้สามารถคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ไม่น่าสนใจออกไปได้โดยสามารถตัดจุลินทรีย์ที่ไม่สร้างกรดออก แล้วเลือกใช้เฉพาะจุลินทรีย์ที่สร้างกรดและเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่สร้างกรดแต่มีกลิ่นของปลาแป้งแดงมาทำการศึกษาต่อดังแสดงในตารางที่ 4.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 จุลินทรีย์จากตัวอย่างปลาแป้งแดงทุกกลุ่มเป็นจุลินทรีย์ที่มีความน่าสนใจและเหมาะสมต่อการนำไปศึกษาคุณสมบัติอื่นๆต่อไป โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะถือเป็นตัวเดียวกัน สามารถเลือกเอาตัวใดไปใช้เป็นตัวแทนของกลุ่มก็ได้ และในการทดลองต่อไปจุลินทรีย์ที่เลือกนำไปใช้ คือ PR8, PR13, PR14, PR15, PR 16, PR17, PR 18 และ PR19

การศึกษาการสร้างก๊าซและความต้องการอากาศในการเจริญเติบโต โดยการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิด MRS agar ใช้วิธีการ Stab เพื่อดูว่าเชื้อสามารถเจริญได้บริเวณใดของอาหารบ้างและมีการสร้างก๊าซหรือไม่ โดยใช้ Needle แทงลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ใน 3 ของอาหารเลี้ยงเชื้อในหลอดทดลอง สังเกตการเจริญแพร่ตามแนวการ Stab จากผิวด้านบนอาหารลงไปในหลอด ผลการทดสอบแสดงดังตาราง 4.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.5 การสร้างกาซและความต้องการอากาศในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

เชื้อจุลินทรีย์	บริเวณที่เชื้อจุลินทรีย์เจริญ		การสร้างก๊าซ
	ผิวหน้าอาหาร	ในอาหาร	
PS1	+	+	+
PS2	+	+	-
PS3	+	+	+
PS4	+	+	-
PS5	+	+	-
PS6	+	+	-
PS7	+	+	+
PS8	+	+	+
PS9	+	+	-
PS10	+	+	-
PS11	+	+	+
PS12	+	+	+
PS13	+	+	-
PR8	+	+	+
PR13	+	+	-
PR14	+	+	-
PR15	+	+	-
PR16	+	+	-
PR17	+	+	+
PR18	+	-	-
PR19	+	+	-

หมายเหตุ + Positive reaction - Negative reaction

PS หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม

PR หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.5 เชื้อจุลินทรีย์จากปลาส้มทุกตัวสามารถเจริญได้ทั้งในที่ที่มีอากาศ (ผิวหน้าอาหาร) และไม่มีอากาศ (ในอาหาร) และจากคุณสมบัติในการสร้างกาซของเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกจากปลาส้ม สามารถแบ่งเชื้อจุลินทรีย์ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 จุลินทรีย์ที่มีการสร้างก๊าซ คือ PS1, PS3, PS7, PS8, PS11 และ PS12

กลุ่มที่ 2 จุลินทรีย์ที่ไม่มีการสร้างก๊าซ คือ PS2, PS4, PS5, PS6, PS9, PS10 และ PS13

เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกจากปลาแป้งแดงส่วนใหญ่จะไม่มีการสร้างกาซยกเว้น PR8 และ PR17 ที่สร้างกาซได้ และเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดสามารถเจริญได้ทั้งในที่ที่มีอากาศ (ผิวหน้าอาหาร) และไม่มีอากาศ (ในอาหาร)

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากปลาส้มทั้ง 13 สายพันธุ์ และเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากปลาแป้งแดงทั้ง 8 สายพันธุ์ (ตาราง4.5) ไปทำการย้อมสีกรัม เพื่อดูลักษณะของเซลล์และการติดสีกรัม โดยใช้วิธีการย้อมกรัมสเตน (Gram stain) และส่องดูลักษณะของเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 100 เท่าผลการทดสอบแสดงดังตาราง 4.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 ลักษณะของเซลล์และการติดสีกรัมของจุลินทรีย์ที่คัดแยกจากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

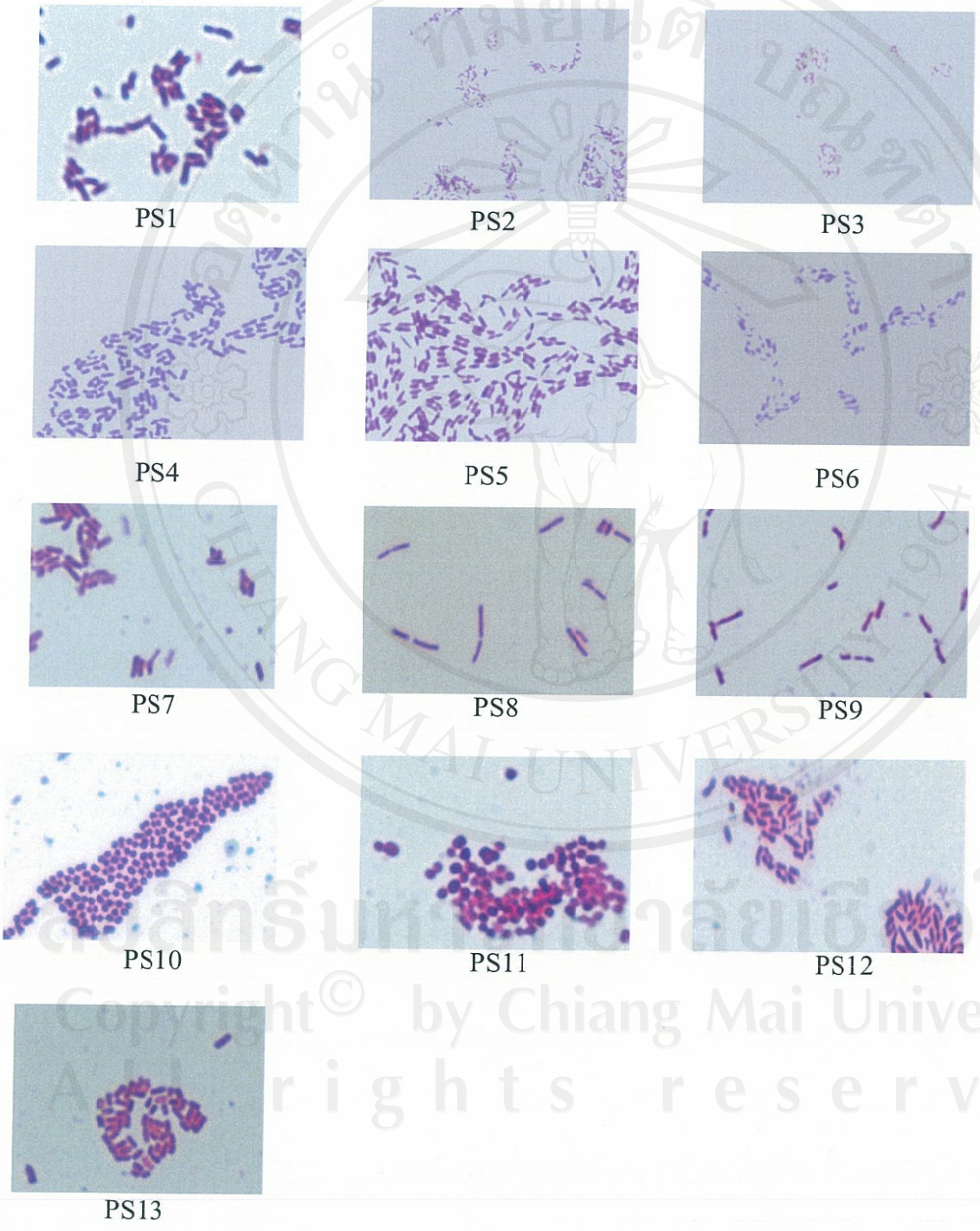
เชื้อจุลินทรีย์	การติดสีกรัม	ลักษณะของเซลล์
PS1	+	Rod
PS2	+	Rod ต่อกันเป็นสาย
PS3	+	Rod
PS4	+	Rod
PS5	+	Rod ต่อกันเป็นสาย
PS6	+	Rod ต่อกันเป็นสาย
PS7	+	Rod
PS8	+	Rod ต่อกันเป็นสาย
PS9	+	Rod ต่อกันเป็นสาย
PS10	+	Cocci อยู่รวมเป็นกลุ่ม
PS11	+	Cocci
PS12	+	Rod
PS13	+	Rod อยู่เป็นกลุ่ม
PR8	+	กลมรีสั้น
PR13	+	Rod ต่อกันเป็นสาย
PR14	+	Rod ต่อกันเป็นสาย
PR15	+	Rod
PR16	+	Rod
PR17	+	กลมรีสั้น เล็กกว่า PR8
PR18	+	Rod เหมือนเมล็ดข้าว
PR19	+	Rod ต่อกันเป็นสาย

หมายเหตุ + หมายถึง ติดสีน้ำเงินของ Crystal violet
PS หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม
PR หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

ตาราง 4.6 เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้มและผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงทุกตัวจะติดสีน้ำเงินของ Crystal violet ซึ่งแสดงว่าเป็นจุลินทรีย์กรัมบวก ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ นาถสุดา (2522) ซึ่งพบว่าในระยะการหมักต่างๆของผลิตภัณฑ์ปลาส้ม จุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดและมีผลต่อการหมักในผลิตภัณฑ์เป็นจุลินทรีย์กรัมบวก

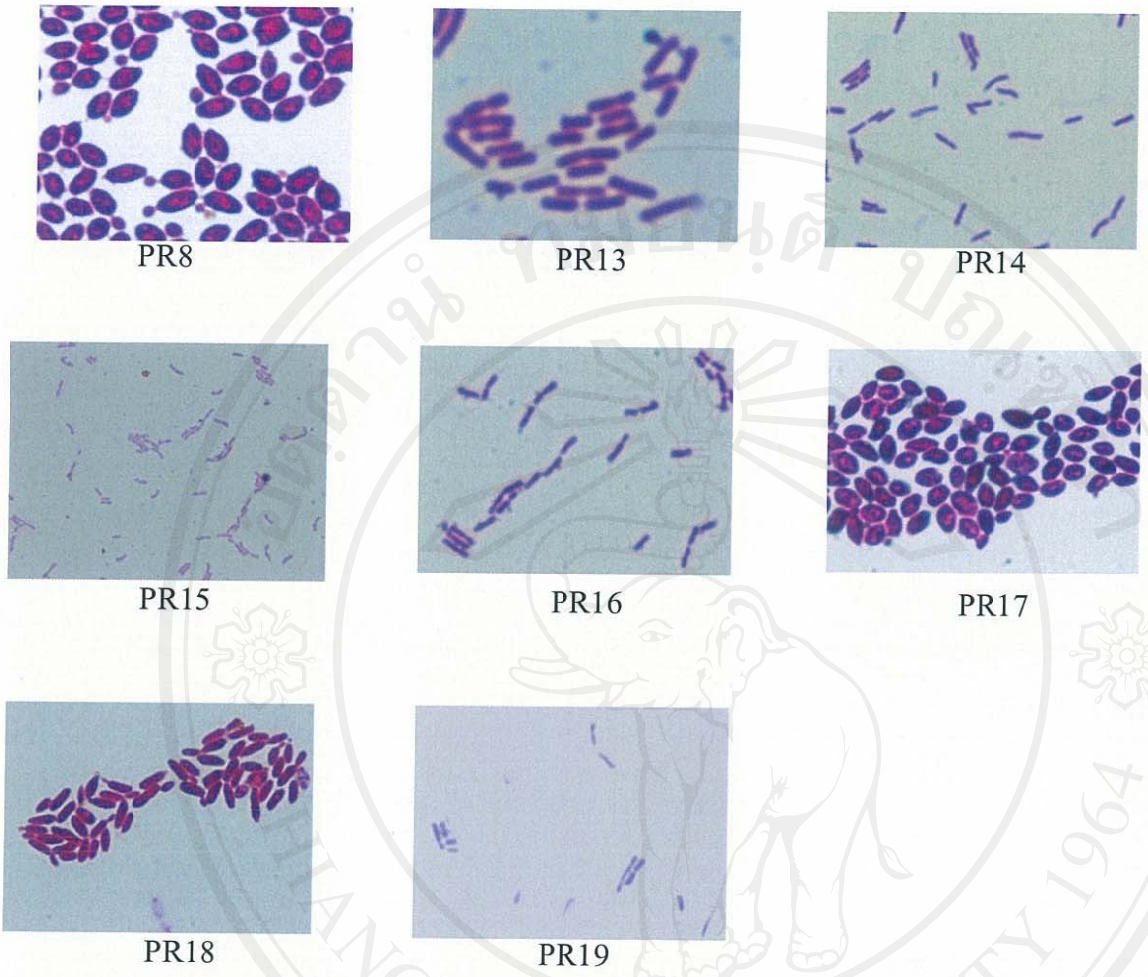
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการส่องดูลักษณะเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่าจะเห็นลักษณะของเซลล์ของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง เป็นดังภาพ 4.1 และภาพ 4.2 ตามลำดับ



ภาพ 4.1 ลักษณะเซลล์ของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากปลาส้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.2 ลักษณะเซลล์ของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากปลาแป้งแดง

ภายหลังจากทำการทดสอบการสร้างกรด การสร้างกาซ ความต้องการอากาศในการเจริญการติดสีกรัม และลักษณะโคโลนีแล้ว ทำให้สามารถตัดเอาจุลินทรีย์ที่ไม่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการออกไปได้ ซึ่งจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้มและผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงที่จะเลือกนำไปศึกษาต่อ แสดงดังตาราง 4.7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 คุณสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

เชื้อจุลินทรีย์	ลักษณะเซลล์	กรด	Aerobe	Anaerobe	ก๊าซ	การติดสีกรัม
PS2	Rod ต่อกันเป็นสาย	+	+	+	-	กรัมบวก
PS4	Rod	+	+	+	-	กรัมบวก
PS5	Rod ต่อกันเป็นสาย	+	+	+	-	กรัมบวก
PS6	Rod ต่อกันเป็นสาย	+	+	+	-	กรัมบวก
PS9	Rod ต่อกันเป็นสาย	+	+	+	-	กรัมบวก
PS10	Cocci อยู่รวมเป็นกลุ่ม	+	+	+	-	กรัมบวก
PS13	Rod อยู่เป็นกลุ่ม	+	+	+	-	กรัมบวก
PR8	กลมรีสั้น	-	+	+	+	กรัมบวก
PR13	Rod ต่อกันเป็นสาย	+	+	+	-	กรัมบวก
PR14	Rod ต่อกันเป็นสาย	+	+	+	-	กรัมบวก
PR15	Rod	+	+	+	-	กรัมบวก
PR16	Rod	+	+	+	-	กรัมบวก
PR17	กลมรีสั้น เล็กกว่า PR8	-	+	+	+	กรัมบวก
PR18	Rod เหมือนเมล็ดข้าว	-	+	-	-	กรัมบวก
PR19	Rod ต่อกันเป็นสาย	+	+	+	-	กรัมบวก

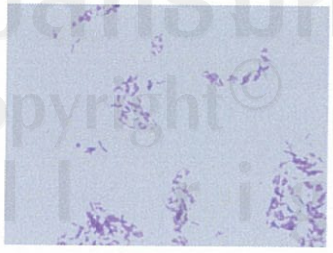
หมายเหตุ + Positive reaction - Negative reaction

PS หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม

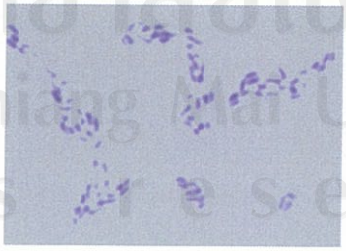
PR หมายถึง เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

ตาราง 4.7 และภาพ 4.1 สามารถคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้มที่เหมาะสมในการนำไปเป็นส่วนผสมของเชื้อบริสุทธิ์ได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่



PS2

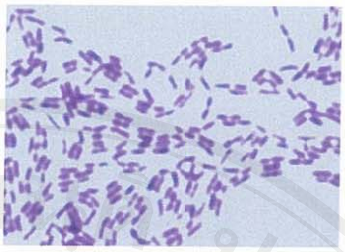


PS6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มที่ 2 ได้แก่

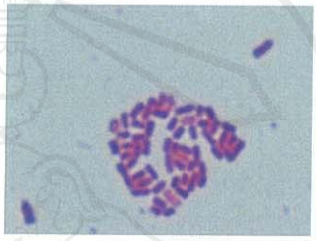
PS4



PS5

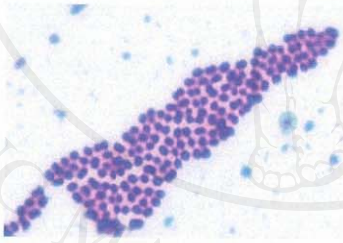
กลุ่มที่ 3 ได้แก่

PS9



PS13

กลุ่มที่ 4 ได้แก่



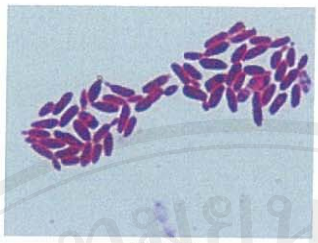
PS10

ซึ่งจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้มทั้ง 4 กลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มที่จะเลือกไปทำการศึกษาต่อ โดยทุกกลุ่มเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดได้

จากลักษณะโคโลนี (ภาพ 4.2) และคุณสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง (ตาราง 4.7) สามารถจัดกลุ่มของจุลินทรีย์จากปลาแป้งแดงออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

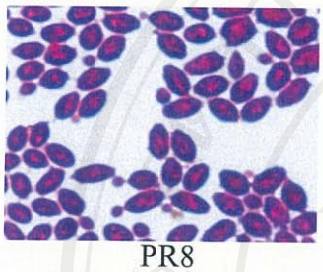
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มที่ 1 ได้แก่

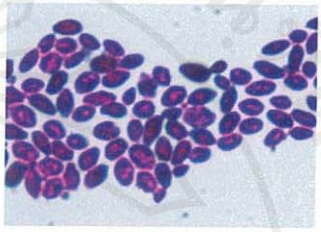


PR18

กลุ่มที่ 2 ได้แก่

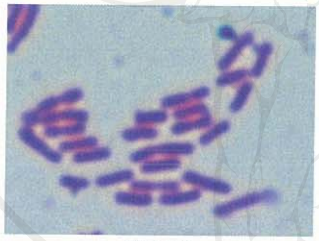


PR8



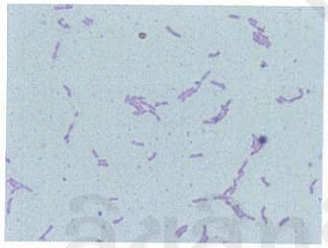
PR17

กลุ่มที่ 3 ได้แก่

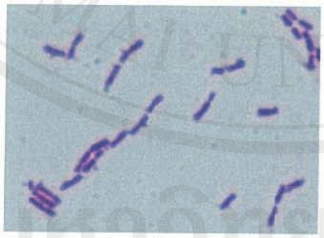


PR13

กลุ่มที่ 4 ได้แก่



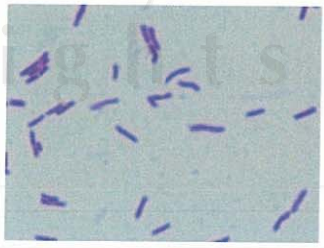
PR15



PR16

PR19

กลุ่มที่ 5 ได้แก่



PR14

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งจุลินทรีย์จากปลาแป้งแดงทั้ง 5 กลุ่มข้างต้นจะเป็นกลุ่มที่จะนำไปใช้ทดสอบในขั้นตอนต่อไป โดย

กลุ่มที่ 1 เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ผลิตกรดและกาซ

กลุ่มที่ 2 เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่สร้างกรด แต่สร้างกาซ

กลุ่มที่ 3, 4 และ 5 เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่สร้างกาซ และสามารถผลิตกรดได้

ซึ่งจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เป็นจุลินทรีย์ที่คาดว่าน่าจะมีผลต่อการสร้างกลิ่นเฉพาะในผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

4.3 การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้

ทำการคัดเลือกเพื่อให้ได้เชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นส่วนผสมของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก โดยวางแผนการทดลองแบบ Plackkett and Burman design (N = 12) (ไพโรจน์, 2547) ปัจจัยที่ศึกษาคือชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง ที่ได้มาจากการทดลองตอนที่ 4.2 ส่วน ปัจจัยระดับสูง คือ ใส่เชื้อจุลินทรีย์ร้อยละ 0.1 ของส่วนผสมหลัก ปัจจัยระดับต่ำ คือ ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ส่วนสูตรของการผลิตไส้กรอกปลาหมักจะอ้างอิงตามสูตรของการผลิตปลาส้ม (สุขเกษม, 2532) เป็นหลัก โดยมีการเพิ่มส่วนผสมอื่นๆจากปลาแป้งแดง (จินดารัตน์, 2522) และเติมสารทดแทนไขมัน (พนอจิต, 2543) ลงไปด้วย ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตาราง 4.8 ถึงตาราง 4.11

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อแปรผันชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

สิ่งทดลอง	สี	กลิ่น	รสเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	3.10±0.87	3.00±1.05	3.80±0.63	3.40±1.17	3.40±0.52
2	2.90±0.87	2.70±0.82	3.30±1.05	3.30±0.82	3.00±0.82
3	3.50±1.08	3.30±1.25	3.60±0.97	3.30±0.82	3.50±0.85
4	3.10±0.88	3.10±1.10	3.20±0.92	3.00±1.15	3.20±0.63
5	2.90±0.88	2.90±1.10	3.10±0.99	3.00±0.94	2.90±0.74
6	3.00±1.15	2.50±1.17	3.30±1.05	3.50±0.97	2.90±0.88
7	2.60±0.69	2.70±1.06	3.70±0.82	3.10±1.10	3.50±0.53
8	2.90±0.74	3.00±1.05	3.40±1.07	2.90±1.10	2.90±0.99
9	2.90±0.99	2.50±0.71	2.90±0.88	2.50±0.97	2.70±0.67
10	3.00±0.81	2.50±0.97	3.30±0.95	3.40±0.84	3.00±0.82
11	3.10±1.10	2.30±0.67	3.00±1.15	2.80±0.92	2.50±0.71
12	2.90±0.88	2.80±0.92	3.50±1.08	3.30±1.05	3.40±0.84

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 ค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ร้อยละ		
		กรดทั้งหมด	กรดที่ระเหยไม่ได้	กรดที่ระเหยได้
1	4.67±0.01	0.42±0.25	0.23±0.01	0.19±0.25
2	4.61±0.01	0.43±0.13	0.27±0.01	0.16±0.13
3	4.58±0.01	0.39±0.12	0.26±0.06	0.14±0.06
4	4.58±0.01	0.31±0.06	0.26±0.01	0.05±0.06
5	4.60±0.01	0.33±0.01	0.24±0.06	0.09±0.06
6	4.56±0.01	0.26±0.13	0.22±0.01	0.04±0.13
7	4.62±0.01	0.31±0.13	0.23±0.06	0.08±0.06
8	4.65±0.01	0.36±0.06	0.26±0.01	0.10±0.06
9	4.59±0.01	0.32±0.06	0.26±0.06	0.07±0.13
10	4.59±0.01	0.27±0.13	0.22±0.01	0.05±0.13
11	4.56±0.01	0.31±0.06	0.23±0.06	0.08±0.01
12	4.84±0.01	0.24±0.06	0.20±0.06	0.04±0.01

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.10 ค่าสังเกตทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

สิ่งทดลอง	ค่า L	สี a	สี b
1	52.54±1.22	15.65±1.23	12.69±0.30
2	54.56±0.05	15.30±0.16	13.46±0.15
3	49.93±0.49	16.96±0.78	13.01±1.29
4	52.64±0.05	18.00±0.14	13.39±0.48
5	55.34±0.42	13.72±1.15	12.74±0.35
6	54.28±0.76	15.75±0.73	12.87±0.39
7	55.13±0.13	15.95±0.28	14.08±0.36
8	55.82±0.32	15.47±0.64	13.70±0.06
9	56.49±0.21	14.20±1.06	13.96±0.27
10	56.01±1.19	15.87±0.17	13.47±0.52
11	53.75±0.42	16.28±0.33	13.80±0.58
12	52.96±1.12	14.39±0.59	11.91±0.39

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.11 ค่าสังเกตทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่แปรผันชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ ที่ใช้เป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

สิ่งทดลอง	MPN/g	
	Coliform bacteria	*E. coli*
1	210	210
2	23	23
3	23	23
4	23	23
5	23	23
6	23	23
7	43	23
8	23	23
9	23	23
10	43	43
11	95	64
12	1,100	1,100

นำผลการทดลองที่ได้จากตาราง 4.8 ถึงตาราง 4.11 ไปทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS 10.0.1 ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 4.12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าสังเกตต่างๆที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

จุลินทรีย์	ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ p ต่างๆ													
	ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัส (p≤0.3)						ค่าสังเกตทางเคมี (p≤0.3)			ค่าสังเกตทางกายภาพ (p≤0.3)			ค่าสังเกตทางจุลินทรีย์ (p≤0.4)	
	สี	กลิ่น	รสเปรี้ยว	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม	ความเป็นกรดเป็นด่าง	กรดทั้งหมด	กรดระเหยได้	กรดระเหยไม่ได้	ค่า L	ค่าสี a	ค่าสี b	Coliform bacteria	E.coli
PS2	+	+	-	+0.02	-	-	+	+	-	+	+	- 0.10	-	-
PS4	+ 0.19	+	-	-0.17	-	-	+ 0.25	+ 0.27	+ 0.12	-	+	+	-	-
PS9	+	+	+	-	-	-	+ 0.28	+	+ 0.06	-	+ 0.28	+0.05	- 0.39	- 0.39
PS10	+	+	-	+	+	-	+ 0.12	+ 0.10	+ 0.19	-	+	+0.03	-	-
PR8	-0.19	+	-	-0.08	-	-	+	+	+ 0.03	+ 0.25	-	+0.03	- 0.34	- 0.35
PR13	-	- 0.06	-0.06	-	-0.12	-0.26	+0.09	+ 0.06	-	+	+	+0.02	- 0.39	- 0.39
PR14	+	+	-	-	-0.19	-	-	-	+	+	-	+	- 0.35	- 0.36
PR16	-	-	+	-	-	-	+	+	- 0.19	+	-	+0.10	-	-
PR18	-	-	-	-	-0.01	-	+ 0.19	+ 0.19	+ 0.19	+	-	+0.10	-	-

+ แปลผันตาม - แปลผกผัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.11 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่หมักโดยเชื้อธรรมชาติ (สิ่งทดลองที่ 12) จะมีปริมาณ Coliform bacteria และ *E. coli* ที่มากกว่าสิ่งทดลองที่หมักโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น ซึ่งหมายความว่าเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่เติมลงไปจะมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (Pathogens) ชนิด Coliform bacteria และ *E. coli* ในผลิตภัณฑ์ได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Hugas *et al.*, (1993) และ Garriga *et al.*, (1993) ที่พบว่าการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นลงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักมีผลยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรค และทำให้สามารถควบคุมเวลาในการบ่มของผลิตภัณฑ์ได้ทั้งนี้เกิดจากการที่แลคติคแอซิดแบคทีเรียสามารถสร้างสาร Bacteriocins ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เกิดโทษกับร่างกาย (ธารารัตน์, 2542) นอกจากนี้การที่แลคติคแอซิดแบคทีเรียเจริญจะมีการสร้างกรดขึ้นในผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงทำให้มีสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (สุมณฑา, 2545)

ตาราง 4.12 แสดงผลจากการคำนวณค่าความแตกต่างสถิติของลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักซึ่งจะพิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.3$ ยกเว้นผลของ Coliform bacteria และ *E.coli* จะพิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.4$ เนื่องจากเมื่อพิจารณาที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.3$ แล้วจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการทำการคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้เป็นหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการ ผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก โดยจะพิจารณาเลือกชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสังเกตที่มีความแตกต่างทางสถิติหลายๆด้าน โดยพบว่า PR13 ให้ค่าสังเกตที่ทำให้สิ่งทดลองมีความแตกต่างทางสถิติ ของค่าทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหมัก และด้านรสเปรี้ยวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.06$) ส่งผลให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.12$) สี b เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.02$) ปริมาณ Coliform bacteria ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.39$) และปริมาณ *E.coli* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.39$) ซึ่งการที่ PR13 มีผลทำให้ปริมาณ Coliform bacteria และ *E.coli* ลดลงนั้นเกิดจากการที่ PR13 สามารถสร้างกรดได้ ดังจะเห็นว่าปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.09$) และกรดที่ระเหยได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.06$) จึงทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ลดลงด้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.26$) ซึ่งกรดที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นจะส่งผลให้ความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ลดลง มีผลต่อเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ที่ก่อโรค (สุมณฑา, 2545) ดังนั้นจึงทำให้ PR13 มีผลทำให้ปริมาณ Coliform bacteria และ *E.coli* ลดลงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

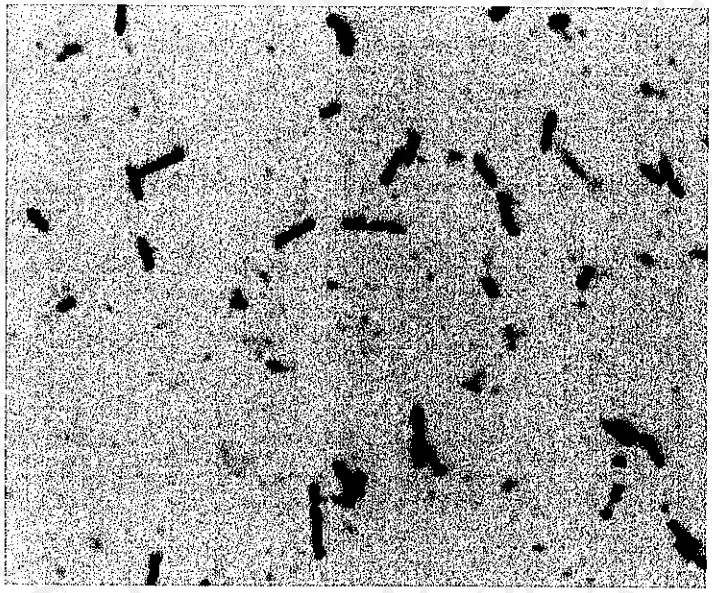
PR8 ให้ค่าสังเกตที่ทำให้สิ่งทดลองมีค่า L เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.25) สี b เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03) ดังนั้นจึงส่งผลให้ความแตกต่างทางสถิติของค่าทางประสาทสัมผัสทางด้านสีแดงของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.19) อีกทั้งค่าทางประสาทสัมผัสของเนื้อสัมผัสก็ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.08) ด้วย และการที่ทำให้กรดที่ระเหยไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03) จึงส่งผลให้ปริมาณ Coliform bacteria ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.34) และปริมาณ *E.coli* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.35)

PS9 ให้ค่าสังเกตที่ทำให้สิ่งทดลองมีความแตกต่างทางสถิติในด้านสี a เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.28) สี b เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.28) ปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.06) ปริมาณ Coliform bacteria ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.39) และปริมาณ *E.coli* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.39) การที่ PS9 มีผลทำให้ปริมาณ Coliform bacteria และ *E.coli* ลดลงนั้นคาดว่าอาจจะเกิดจากการที่ PS9 นั้นมีความสามารถในการสร้างกรดได้เช่นเดียวกับ PR13

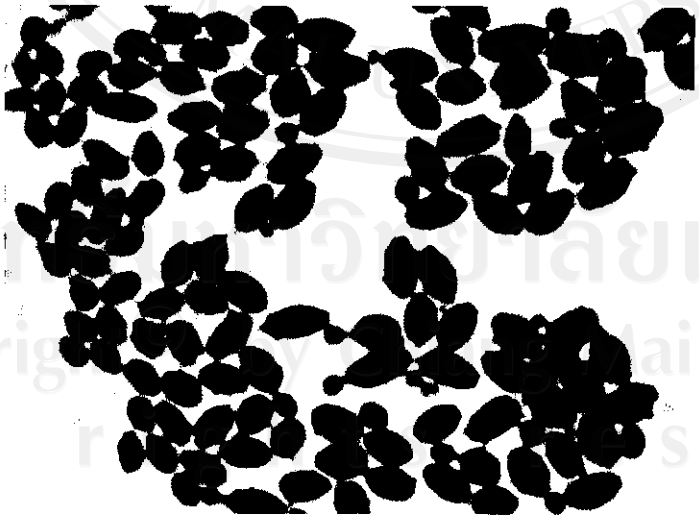
นอกจากนี้ยังพบว่า PR18 นั้นเป็นจุลินทรีย์ที่มีลักษณะที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งเพื่อที่จะเลือกมาใช้เป็นส่วนผสมของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น ถึงแม้ว่าจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแตกต่างทางสถิติเท่ากับ PS4 แต่เลือกเอา PR18 มาเพียงตัวเดียวเนื่องจาก PR18 นั้นสร้างกลิ่นที่ใกล้เคียงกับกลิ่นเฉพาะที่มีในผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง ซึ่งคาดว่าน่าจะมีส่วนสำคัญในการสร้างกลิ่นรสที่ดีให้กับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักด้วย ดังนั้นจึงเลือกเอา PR18 ไปใช้เป็นส่วนผสม ของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักด้วย โดย PR18 ทำให้สิ่งทดลองมีค่าความแตกต่างทางสถิติ ในด้านค่าทางประสาทสัมผัสของการยอมรับรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.01) สี b เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.10) ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.19) ปริมาณกรดที่ระเหยได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.19) และปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.19)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุลินทรีย์ที่เลือกไปศึกษาต่อมีทั้งหมด 4 สายพันธุ์ แบ่งเป็นจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม 1 สายพันธุ์ คือ PS9 เป็นจุลินทรีย์ที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง 3 สายพันธุ์ คือ PR8, PR13 และ PR18 ตามลำดับ และ ลักษณะเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 สายพันธุ์แสดงดังภาพ 4.3 ถึงภาพ 4.6

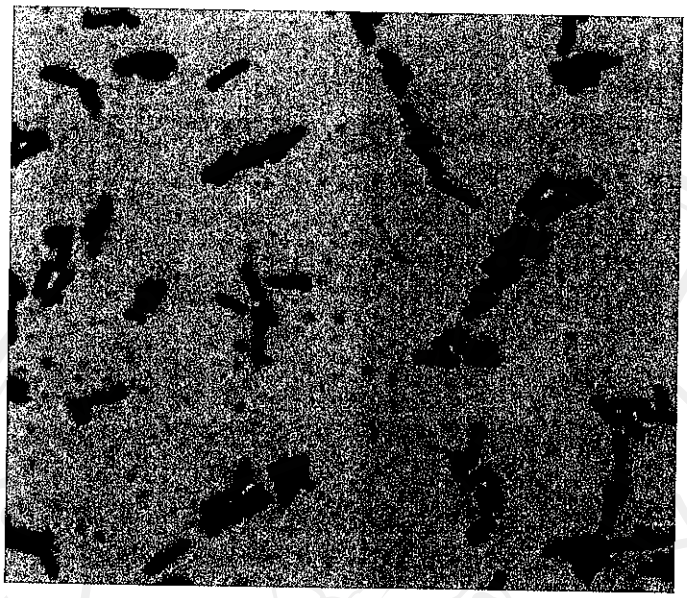


ภาพ 4.3 ลักษณะเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ PS9

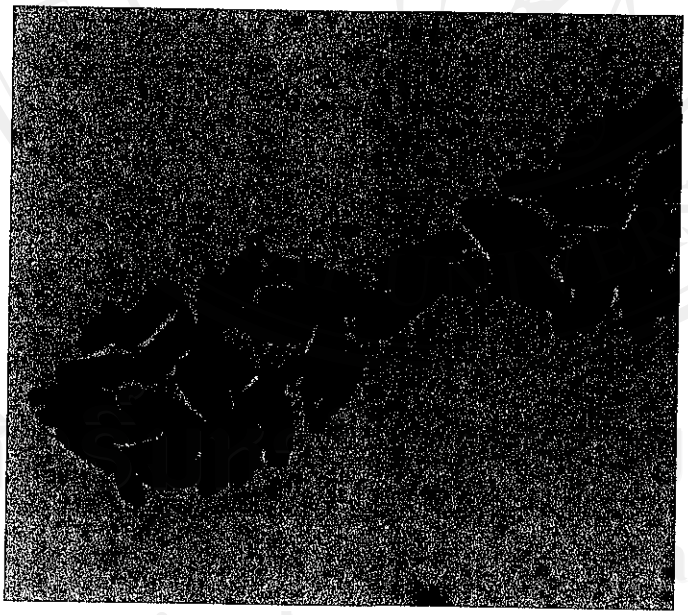


ภาพ 4.4 ลักษณะเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ PR8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.5 ลักษณะเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ PR13



ภาพ 4.6 ลักษณะเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ PR18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4 การศึกษาจลนพลศาสตร์ของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาการสร้างสารต่างๆ เพื่อระบุชนิด และสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Growth curve) ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังตาราง 4.13 ถึงตาราง 4.16

ตาราง 4.13 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์ของเชื้อจุลินทรีย์ PR8

Characteristics	Reaction	Characteristics	Reaction
Assimilation of :		Assimilation of :	
■ Galactose	-	■ Glycerol	-
■ Actidione	-	■ Rhamnose	-
■ Saccharose	+	■ Palatinose	-
■ N-acetyl-D-glucosamine	-	■ Erythritol	-
■ DL-lactate	+	■ Melibiose	-
■ L-arabinose	-	■ Glucuronate	-
■ Cellobiose	-	■ Melezitose	-
■ Raffinose	+	■ Gluconate	-
■ Maltose	+	■ Levulinate	-
■ Trehalose	-	■ Mannitol	-
■ 2-keto-D-gluconate	-	■ Lactose	-
■ α-methyl-D-glucoside	-	■ Inositol	-
■ Sorbital	-	■ Glucose	+
■ D-xylose	-	■ Sorbose	-
■ Ribose	-	■ Glucosamine	-

หมายเหตุ + Positive reaction - Negative reaction

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.14 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์ของเชื้อจุลินทรีย์ PR13

Characteristics	Reaction	Characteristics	Reaction
Assimilation of :		Assimilation of :	
■ Glycerol	-	■ Salicine	-
■ Erythritol	-	■ Cellobiose	-
■ D-arabinose	-	■ Maltose	+
■ L-arabinose	-	■ Lactose	+
■ Ribose	-	■ Melibiose	-
■ D-xylose	-	■ Sucrose	-
■ L-xylose	-	■ Trehalose	+
■ Adonitol	-	■ Muline	-
■ β-methyl-D-xyloside	-	■ Melezitose	-
■ Galactose	+	■ D-raffinose	-
■ D-glucose	+	■ StarchGlycogene	-
■ D-fructose	+	■ Xylitol	-
■ D-mannose	+	■ β-gentiobiose	+
■ L-sorbose	-	■ D-turanose	-
■ Rhamnose	-	■ D-lyxose	-
■ Dulcitol	-	■ D-tagatose	+
■ Inositol	-	■ D-fucose	-
■ Mannitol	-	■ L-fucose	-
■ Sorbital	-	■ D-arabitol	-
■ α-methyl-D-mannoside	-	■ L-arabitol	-
■ α-methyl-D-glucoside	-	■ Gluconate	-
■ N-acetyl-glucosamine	+	■ 2-keto-gluconate	-
■ Amygdaline	-	■ 5-keto-gluconate	-
■ Arbutin	-		
■ Esculine	+		

หมายเหตุ + positive reaction - negative reaction

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.15 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์ของเชื้อจุลินทรีย์ PR18

Characteristics	Reaction	Characteristics	Reaction
Assimilation of :		Assimilation of :	
■ Galactose	+	■ Glycerol	-
■ Actidione	-	■ Rhamnose	-
■ Saccharose	-	■ Palatinose	-
■ N-acetyl-D-glucosamine	+	■ Erythritol	-
■ DL-lactate	+	■ Melibiose	-
■ L-arabinose	-	■ Glucuronate	-
■ Cellobiose	-	■ Melezitose	-
■ Raffinose	-	■ Gluconate	+
■ Maltose	-	■ Levulinate	-
■ Trehalose	-	■ Mannitol	+
■ 2-keto-D-gluconate	-	■ Lactose	-
■ α-methyl-D-glucoside	+	■ Inositol	-
■ Sorbital	+	■ Glucose	+
■ D-xylose	-	■ Sorbose	-
■ Ribose	+	■ Glucosamine	-

หมายเหตุ + positive reaction - negative reaction

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.16 รายละเอียดการตรวจวิเคราะห์ของเชื้อจุลินทรีย์ PS9

Characteristics	Reaction	Characteristics	Reaction
Assimilation of :		Assimilation of :	
■ Glycerol	-	■ Salicine	-
■ Erythritol	-	■ Cellobiose	-
■ D-arabinose	-	■ Maltose	+
■ L-arabinose	-	■ Lactose	-
■ Ribose	-	■ Melibiose	-
■ D-xylose	-	■ Sucrose	-
■ L-xylose	-	■ Trehalose	-
■ Adonitol	-	■ Muline	-
■ β-methyl-D-xyloside	-	■ Melezitose	-
■ Galactose	-	■ D-raffinose	-
■ D-glucose	+	■ Starch	-
■ D-fructose	+	■ Glycogene	-
■ D-mannose	+	■ Xylitol	-
■ L-sorbose	-	■ β-gentiobiose	-
■ Rhamnose	-	■ D-turanose	-
■ Dulcitol	-	■ D-lyxose	-
■ Inositol	-	■ D-tagatose	+
■ Mannitol	-	■ D-fucose	-
■ Sorbital	-	■ L-fucose	-
■ α-methyl-D-mannoside	-	■ D-arabitol	-
■ α-methyl-D-glucoside	-	■ L-arabitol	-
■ N-acetyl-glucosamine	+	■ Gluconate	-
■ Amygdaline	-	■ 2-keto-gluconate	-
■ Arbutin	-	■ 5-keto-gluconate	-
■ Esculine	-		

หมายเหตุ + positive reaction - negative reaction

ที่มา : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.13 จะเห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ PR8 จะเกิดปฏิกิริยากับ Saccharose, DL-lactate, Raffinose, Maltose และ Glucose ซึ่งจากคุณสมบัติต่างๆดังตาราง 4.13 จะสามารถระบุได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์ PR8 เป็นยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549)

ตาราง 4.14 จะเห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ PR13 จะเกิดปฏิกิริยากับ Galactose, D-glucose, D-fructose, D-mannose, N-acetyl-glucosamine, Esculine, Maltose, Lactose, Trehalose, β-gentiobiose และ D-tagatose ซึ่งจากผลการทดสอบสามารถระบุได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์ PR13 เป็น *Lactobacillus spp.* แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าอยู่ในสปีชีส์ใด (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549) ดังนั้นจะเรียกเชื้อจุลินทรีย์ PR13 ใหม่ว่า *Lactobacillus PR13* ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ PR13 เป็นเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้มาจากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง ดังนั้นจึงสอดคล้องกับการทดลองของ Orillo และ Pederson (1968) ที่พบว่ามีแลคติคแอซิดแบคทีเรียพวก *Lactobacillus* spp. ใน Burong dalag ซึ่งเป็นอาหารหมักของฟิลิปปินส์ที่มีลักษณะคล้ายผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงของไทยมากที่สุด

ตาราง 4.15 จะเห็นได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์ PR18 จะเกิดปฏิกิริยากับ Galactose, N-acetyl-D-glucosamine, DL-lactate, α-methyl-D-glucoside, Sorbital, Ribose, Gluconate, Mannitol และ Glucose ซึ่งสามารถระบุได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์ PR18 เป็นเชื้อยีสต์สายพันธุ์ *Candida rugosa* (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549) ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ PR18 นี้เป็นเชื้อบริสุทธิ์ที่คัดแยกได้มาจากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง จึงสอดคล้องกับการทดลองของจินดารัตน์ (2522) ที่พบว่ายีสต์ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงเป็นจีนัส *Candida* spp. และศึกษารายละเอียดทางชีวเคมีแล้วพบว่าเป็นตัวการที่สร้างกลิ่นให้กับผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

ตาราง 4.16 จะเห็นได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์ PS9 จะเกิดปฏิกิริยากับ D-glucose, D-fructose, D-mannose, N-acetyl-glucosamine, Maltose และ D-tagatose ซึ่งระบุได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์ PS9 เป็น *Lactobacillus* spp. (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2549) แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าอยู่ในสปีชีส์ใด ดังนั้นจึงจะเรียก PS9 ใหม่ว่า *Lactobacillus PS9* ซึ่งสอดคล้องกับ Blood (1975) ที่พบว่าเชื้อแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่พบในปลาเฮอริ่งดอง (Marrinated hurring) ส่วนมากเป็น *Lactobacillus* spp. และ อรุวรรณ (2515) ก็พบว่าแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่พบในกุ้งส้มส่วนมากเป็น *Lactobacillus* spp. และ *Pediococcus* spp.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

เมื่อทราบชนิดของเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ ที่คัดแยกได้จากผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงและผลิตภัณฑ์ปลาส้มเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะทำการศึกษาการเจริญ (Growth curve) ของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละตัวโดยเชื้อจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* และ *Candida rugosa* จะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อประเภท YPD broth ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus PS9* และ *Lactobacillus PR13* จะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อประเภท Lactobacillus MRS broth ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงจากเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตรเพื่อดูอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

ผลการวัดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จากเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร แสดงให้เห็นดังตาราง 4.17 และ ตาราง 4.18 และภาพ 4.7 ถึง ภาพ 4.9

ส่วนผลการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ ที่จะนำมาใช้เป็นหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักแสดงไว้ดังตาราง 4.19 และตาราง 4.20 และภาพ 4.10 ถึงภาพ 4.12

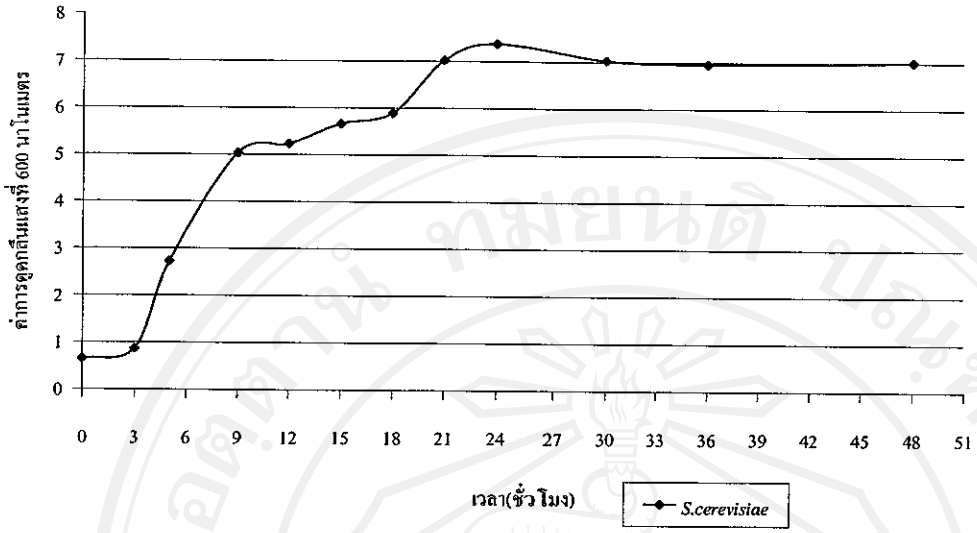
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.17 การดูดกลืนแสงที่เวลาต่างๆของเชื้อยีสต์ที่ใช้เป็นส่วนผสมของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

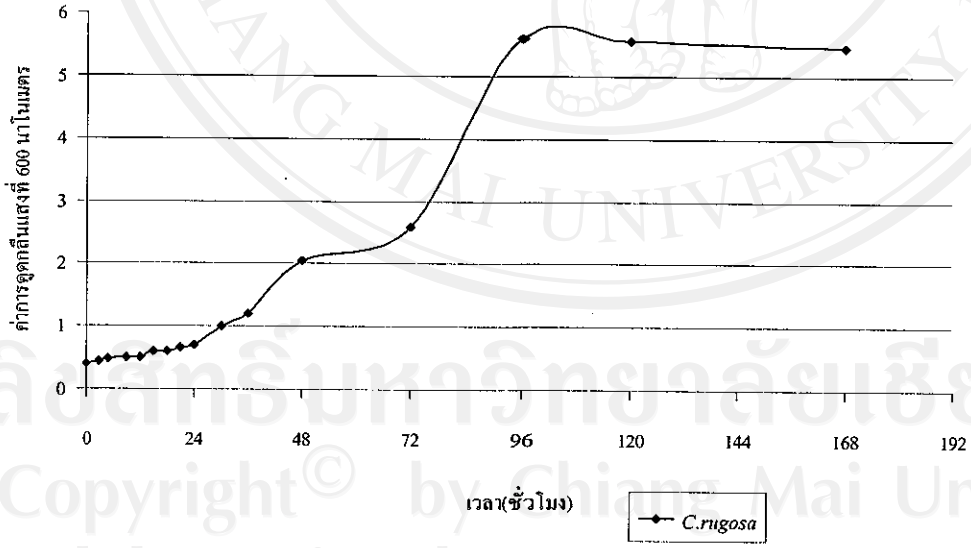
ชั่วโมง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร	
	Saccharomyces cerevisiae	*Candida rugosa*
0	0.656	0.406
3	0.863	0.441
5	2.720	0.488
9	5.030	0.507
12	5.230	0.505
15	5.660	0.592
18	5.890	0.604
21	7.020	0.653
24	7.372	0.702
30	7.030	1.000
36	6.950	1.210
48	7.011	2.050
72	NA	2.584
96	NA	5.597
120	NA	5.567
168	NA	5.453

หมายเหตุ NA หมายถึง Not analysis

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.7 การดูดกลืนแสงของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ที่เวลาต่างๆ

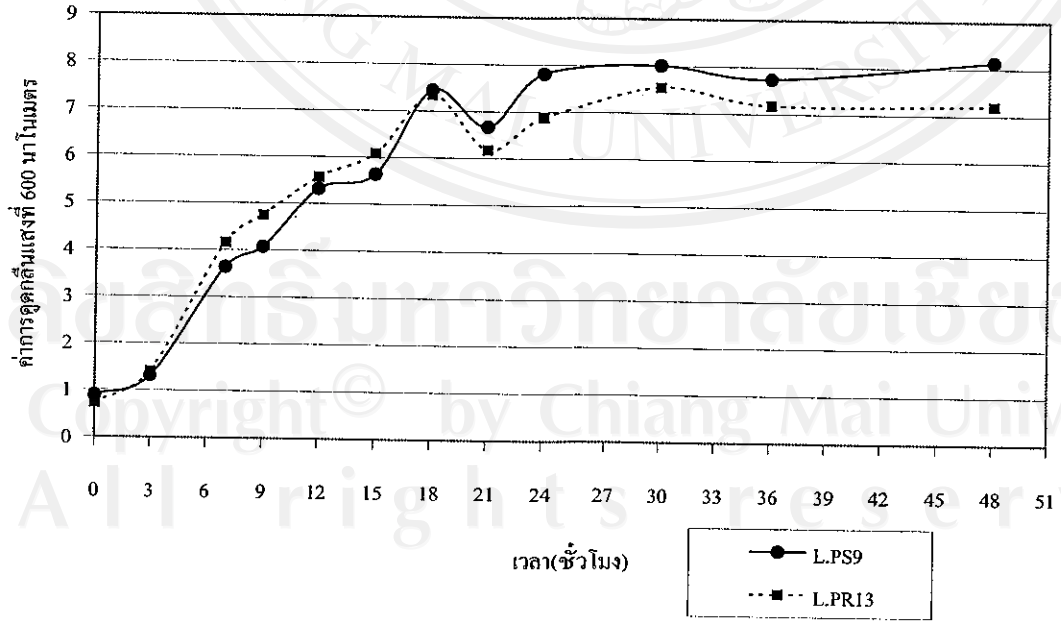


ภาพ 4.8 การดูดกลืนแสงของเชื้อ *Candida rugosa* ที่เวลาต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.18 การดูดกลืนแสงที่เวลาต่างๆของเชื้อแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่ใช้เป็นส่วนผสมของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

ชั่วโมง	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร	
	Lactobacillus PS9	*Lactobacillus PR13*
0	0.894	0.726
3	1.310	1.410
7	3.640	4.160
9	4.070	4.750
12	5.320	5.570
15	5.640	6.080
18	7.448	7.346
21	6.669	6.175
24	7.809	6.878
30	8.015	7.548
36	7.742	7.182
48	8.132	7.204



ภาพ 4.9 การดูดกลืนแสงของเชื้อแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่เวลาต่างๆ

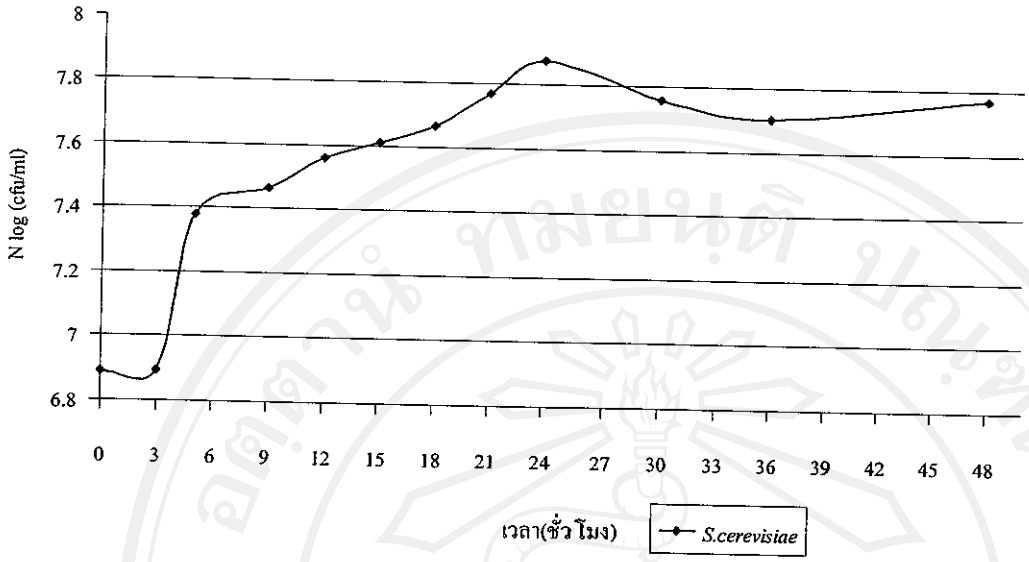
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.19 จำนวนโคโลนีของเชื้อยีสต์ที่เวลาต่างๆ

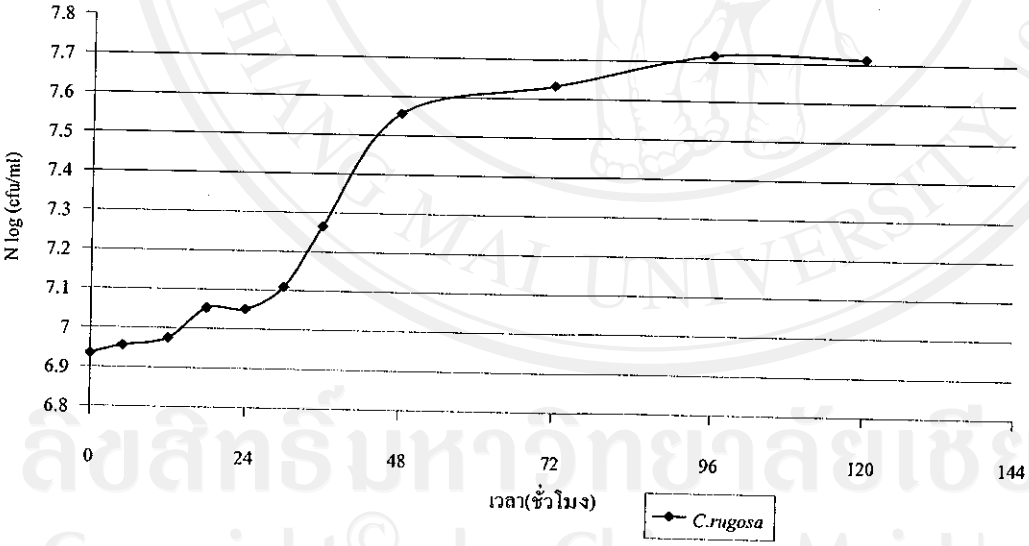
ชั่วโมง	จำนวนเซลล์ N log cfu/ml	
	Saccharomyces cerevisiae	*Candida rugosa*
0	6.889	6.934
3	6.859	NA
5	7.377	6.955
9	7.465	NA
12	7.562	6.975
15	7.610	NA
18	7.667	7.053
21	7.771	NA
24	7.875	7.051
30	7.760	7.109
36	7.703	7.265
48	7.771	7.556
72	NA	7.633
96	NA	7.716
120	NA	7.712

หมายเหตุ NA Not analysis

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.10 จำนวนโคโลนีของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ที่เวลาต่างๆ

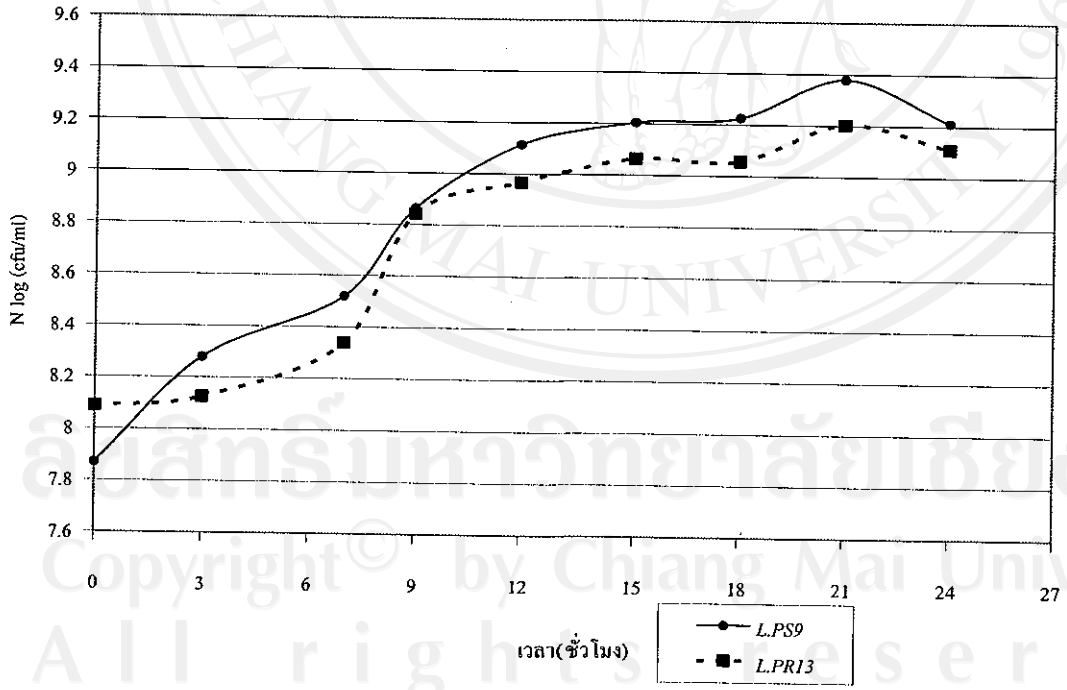


ภาพ 4.11 จำนวนโคโลนีของเชื้อ *Candida rugosa* ที่เวลาต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.20 จำนวนโคโลนีของเชื้อแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่เวลาต่างๆ

ชั่วโมง	จำนวนเซลล์ N log cfu/ml	
	Lactobacillus PS9	*Lactobacillus PR13*
0	7.869	8.088
3	8.279	8.125
7	8.519	8.339
9	8.863	8.842
12	9.114	8.968
15	9.204	9.064
18	9.225	9.057
21	9.378	9.203
24	9.211	9.110



ภาพ 4.12 จำนวนโคโลนีของเชื้อแลคติคแอซิดแบคทีเรียที่เวลาต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่แยกจากผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และปลาแป้งแดง พบว่าเชื้อทั้งสี่ชนิด คือ *Saccharomyces cerevisiae* และ *Candida rugosa* มีช่วง log phase อยู่ในช่วงประมาณชั่วโมงที่ 3 - 24 และ ชั่วโมงที่ 24 - 96 ตามลำดับ ส่วน *Lactobacillus PR13* และ *Lactobacillus PS9* มีช่วง log phase อยู่ในช่วงประมาณชั่วโมงที่ 3 – 18 ซึ่งค่าที่วัดได้นั้นสามารถนำไปคำนวณหาค่าอัตราการเจริญจำเพาะ (specific growth rate, μ) (บุษบา, 2542) ได้ดังนี้

อัตราการเจริญ $dx/dt = \mu . x$ ———— 1

เมื่อ dx = ค่าที่เพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพในช่วงเวลา dt

$dx/x = \mu . dt$ ———— 2

เมื่อ Integrate สมการที่ 2 จะได้

$x_t = x_0 . e^{\mu t}$ ———— 3

เมื่อ x_0 = ค่ามวลชีวภาพ หรือความขุ่นเริ่มต้นเมื่อ t = 0

xt = ค่ามวลชีวภาพ หรือความขุ่นภายหลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา t ชั่วโมง

เมื่อใส่ Natural logarithm ในสมการที่ 3 จะได้

$\ln x_t = \ln x_0 + \mu t$ ———— 4

ดังนั้น $\mu = \ln(x_t / x_0) / t$ ———— 5

อัตราการเจริญจำเพาะของเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae*

$\mu = [\ln(x_{24} / x_0)] - [\ln (x_3 / x_0)] / t$

$= [\ln (7.372 / 0.656) - \ln (0.863 / 0.656)] / (24 - 3)$

μ_{Sc} = **0.102 ชั่วโมง$^{-1}$**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราการเจริญจำเพาะของเชื้อ *Candida rugosa*

$\mu = [\ln(x_{96} / x_0)] - [\ln (x_{24} / x_0)] / t$

$= [\ln (5.597/0.406) - \ln (0.702/0.460)] / (96-24)$

$\mu_{Cr} =$ **0.031 ชั่วโมง $^{-1}$**

อัตราการเจริญจำเพาะของเชื้อ *Lactobacillus PR13*

$\mu = [\ln(x_{18} / x_0)] - [\ln (x_3 / x_0)] / t$

$= [\ln (7.346 / 0.726) - \ln (1.410/ 0.726)] / (18 - 3)$

$\mu_{L13} =$ **0.110 ชั่วโมง $^{-1}$**

อัตราการเจริญจำเพาะของเชื้อ *Lactobacillus PS9*

$\mu = [\ln(x_{18} / x_0)] - [\ln (x_3 / x_0)] / t$

$= [\ln (7.488 / 0.894) - \ln (1.310 / 0.894)] / (18 - 3)$

$\mu_{L9} =$ **0.116 ชั่วโมง $^{-1}$**

ผลการนับโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ (ตาราง 4.19 และตาราง 4.20) เชื้อจุลินทรีย์ *Saccharomyces cerevisiae* นั้นมีช่วง Stationary phage เริ่มต้นในชั่วโมงที่ 24 มีปริมาณเชื้อที่เจริญอยู่ในช่วง 7 log cfu/ml ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus PR13* และ *Lactobacillus PS9* ในชั่วโมงที่ 18 นั้นเป็นช่วงเริ่มต้นของ Stationary phage ของเชื้อและมีปริมาณเชื้อที่เจริญอยู่ในช่วง 9 log cfu/ml ซึ่งเพื่อความสะดวกในการเตรียมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นก็จะเตรียมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus PR13* และ *Lactobacillus PS9* ที่เวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้เพื่อให้เชื้อเจริญสูงสุดก่อนนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ ส่วนเชื้อ *Candida rugosa* นั้นมีช่วง Stationary phage เริ่มต้นในชั่วโมงที่ 96 และมีปริมาณเชื้อที่เจริญอยู่ในช่วง 7 log cfu/ml ซึ่งจะต้องมีการเตรียมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นชนิด *Candida rugosa* ก่อนเชื้อตัวอื่นๆ คือจะเตรียมก่อนการนำไปใช้เป็นเวลา 96 ชั่วโมง แต่เพื่อความสะดวกสามารถนำเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นชนิด *Candida rugosa* ไปใช้ได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 48 เนื่องจากตั้งแต่ชั่วโมงที่ 48 – 96 เชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนโคโลนีที่ใกล้เคียงกัน (ตาราง 4.19)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.5 การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักในการทดลองโดยใช้วิธี Ideal ratio profile test เพื่อหาคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาเป็นตัวกำหนดแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ตรงกับความคิดหรือความต้องการของผู้บริโภค โดยผลการทดลองได้จากการทดสอบโดยวิธีการ Ideal ratio profile test จากผู้ทดสอบชิมจำนวน 14 คน ได้ให้คุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์แสดงได้ดังนี้

ตาราง 4.21 ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ต้นแบบและคะแนนที่ได้

ลักษณะปรากฏ	จำนวนคะแนน
สีแดง	**14**
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	**7**
การกระจายของสี	2
รูพรุน	3
กลิ่นและรสชาติ	
รสเปรี้ยว	**14**
รสเค็ม	**9**
กลิ่นหมัก	**11**
รสกลมกล่อม	3
กลิ่นคาวปลา	6
กลิ่นกระเทียม	3
ความแน่นเนื้อ	**9**
ความฉ่ำ	6
ความแข็ง	**9**
ความยืดหยุ่น	3
ความเหนียว	1
ความหยาบ	1
การเกาะกัน	1
ความเนียน	1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าลักษณะที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ คือ สีแดง รสเปรี้ยว กลิ่นหมัก รสเค็ม ความแน่นเนื้อ ความแข็ง และความเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนคุณลักษณะด้านอื่นๆ ไม่ถือเป็นคุณลักษณะสำคัญเนื่องจากมีผู้ทดสอบชิมจำนวนน้อยที่ให้ความสำคัญกับคุณลักษณะดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเค้าโครงสัดส่วน (Ideal ratio profile test) ทำโดยการวัดความยาวจากปลายสุดของเส้นถึงจุดตำแหน่งของตัวอย่าง (Sample) แล้วนำมาหารด้วยค่าความยาวจากปลายสุดของเส้นถึงจุดที่แสดงตำแหน่งที่เหมาะสม (Ideal) นำค่าสัดส่วนที่ได้ของผู้ทดสอบชิมแต่ละคนในลักษณะเดียวกันมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยที่ได้นำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ ให้เป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภคได้

การแปลความหมายของค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย

ถ้าสัดส่วนเท่ากับ 1.00 หมายความว่า ลักษณะนั้นไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะที่ดีเท่ากับลักษณะในอุดมคติที่ต้องการของผู้บริโภค

ถ้าสัดส่วนมากกว่า 1.00 หมายความว่า ลักษณะนั้นๆ มีความจำเป็นต้องลดความเข้มหรือความแรงของลักษณะนั้นๆลง

ถ้าสัดส่วนน้อยกว่า 1.00 หมายความว่า ลักษณะนั้นๆ มีความจำเป็นต้องเพิ่มความเข้มหรือความแรงของลักษณะนั้นๆขึ้น

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0 หมายความว่า ผู้ทดสอบชิมมีความเห็นตรงกันหรือพ้องกัน

ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 หมายความว่าผู้ทดสอบชิมมีความเห็นต่างกันบ้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 หมายความว่า ผู้ทดสอบชิมมีความเห็นต่างกันมาก ในกรณีนี้ต้องพิจารณาด้วยความรอบคอบหรือต้องมีเหตุผลอื่นมาประกอบการตัดสินใจก่อนดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จากการออกแบบสอบถาม Ideal ratio profile กับผู้บริโภคจำนวน 15 คน ได้ผลดังตาราง 4.22

ตาราง 4.22 ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ของลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

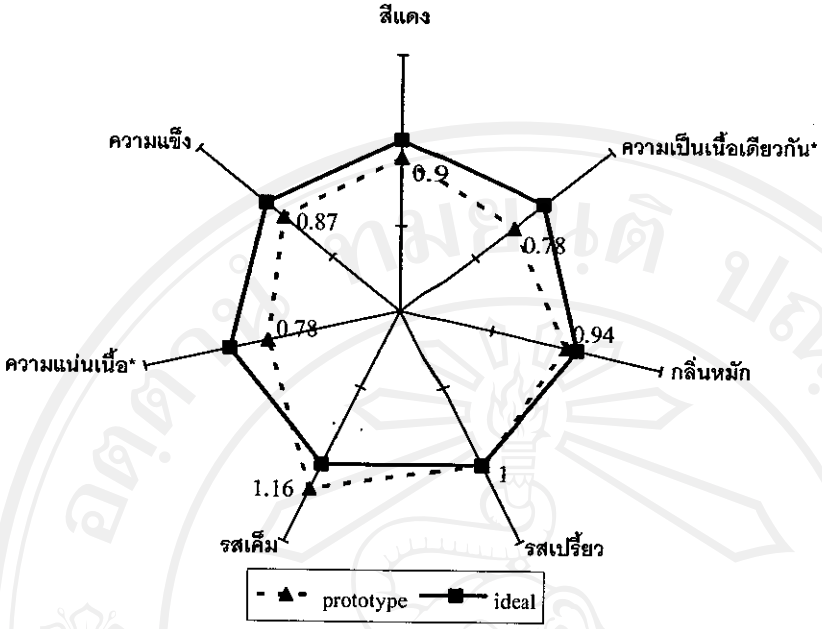
ลักษณะสำคัญ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย
สีแดง	0.90 ± 0.15
ความเป็นเนื้อเดียวกัน*	0.78 ± 0.14
กลิ่นหมัก	0.94 ± 0.17
รสเปรี้ยว	1.00 ± 0.16
รสเค็ม	1.16 ± 0.29
ความแน่นเนื้อ*	0.78 ± 0.14
ความแข็ง	0.87 ± 0.37
การยอมรับโดยรวม*	0.63 ± 0.37

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* คือลักษณะที่มีความแตกต่างจากค่าในอุดมคติของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

นำค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean ideal ratio score) ของแต่ละลักษณะผลิตภัณฑ์ดังตาราง 4.22 มาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ดังภาพ 4.13 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.13 เค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

เมื่อพิจารณาตามภาพเค้าโครงผลิตภัณฑ์แล้วจะพบว่า มีลักษณะของผลิตภัณฑ์จำนวน 2 ลักษณะที่มีค่าแตกต่างไปจากค่าในอุดมคติของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้

ความเป็นเนื้อเดียวกัน มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 0.78 ± 0.14 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าในอุดมคติ แสดงว่าควรมีการปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ให้มีความเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่านี้

ความแน่นเนื้อ มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเท่ากับ 0.78 ± 0.14 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าในอุดมคติ แสดงว่าควรมีการปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้มีความแน่นเนื้อที่มากกว่านี้

ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ควรจะมีการปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสีแดง ความแข็ง และกลิ่นหมักให้เพิ่มขึ้น ส่วนรสเค็มควรจะปรับลดลงเพื่อให้ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของทุกๆคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์เบื้องต้นนี้สามารถกำหนดค่าอุดมคติถาวร(Fixed ideal) ของแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ได้ โดยนำค่าอุดมคติที่ผู้ทดสอบชิมให้มาหาค่าเฉลี่ย จุดอุดมคติถาวรที่ได้นี้จะนำไปใช้ตลอดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

4.6 การศึกษาปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้จากตอนที่ 4.4 มาทำการศึกษาหาปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก โดยการวางแผนการทดลองแบบ Plackkett and Burman design (N=8) (ไพโรจน์, 2547)

ตาราง 4.23 ระดับของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น (log cfu/g) ในการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

เชื้อจุลินทรีย์	ระดับต่ำ(-)	ระดับสูง(+)
Saccharomyces cerevisiae	1 log cfu/g	4 log cfu/g
Candida rugosa	1 log cfu/g	4 log cfu/g
Lactobacillus PR13	1 log cfu/g	6 log cfu/g
Lactobacillus PS9	1 log cfu/g	6 log cfu/g

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ตามแผนการทดลองที่วางไว้ แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เคมี และกายภาพ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตาราง 4.24 ถึงตาราง 4.39

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.24 ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักในการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

สิ่งทดลอง	สีแดง	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	กลิ่นหมัก	รสเปรี้ยว
1	0.94±0.14	0.81±0.17	0.83±0.19	0.78±0.17
2	1.02±0.13	0.82±0.16	0.94±0.19	0.93±0.23
3	0.91±0.18	0.84±0.12	0.99±0.12	0.95±0.16
4	0.89±0.15	0.82±0.13	0.81±0.27	0.81±0.30
5	0.94±0.19	0.93±0.06	0.92±0.11	0.93±0.12
6	0.92±0.11	0.74±0.21	0.83±0.25	0.73±0.30
7	0.88±0.17	0.81±0.18	0.87±0.15	0.92±0.19
8	0.87±0.30	0.81±0.15	0.85±0.23	0.64±0.19

สิ่งทดลอง	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความแข็ง	การยอมรับโดยรวม
1	0.98±0.25	0.81±0.13	1.00±0.16	0.54±0.20
2	1.02±0.21	0.78±0.16	1.01±0.09	0.59±0.14
3	1.09±0.15	0.77±0.13	0.97±0.09	0.58±0.20
4	1.00±0.32	0.84±0.15	1.11±0.20	0.49±0.14
5	0.96±0.15	0.89±0.09	1.05±0.19	0.65±0.21
6	1.02±0.30	0.71±0.20	0.96±0.25	0.43±0.22
7	0.90±0.27	0.80±0.16	0.99±0.15	0.54±0.21
8	0.98±0.33	0.81±0.24	1.10±0.29	0.49±0.17

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.25 ค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ในการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ร้อยละ		
		กรดทั้งหมด	กรดที่ระเหยไม่ได้	กรดที่ระเหยได้
1	5.02±0.01	0.18±0.01	0.16±0.01	0.01±0.01
2	4.94±0.01	0.20±0.01	0.19±0.01	0.01±0.01
3	4.87±0.01	0.17±0.01	0.17±0.01	0.01±0.01
4	4.90±0.01	0.19±0.01	0.18±0.02	0.01±0.01
5	4.90±0.01	0.21±0.01	0.20±0.01	0.01±0.01
6	5.35±0.01	0.14±0.01	0.14±0.01	0.01±0.01
7	4.85±0.01	0.21±0.01	0.20±0.01	0.01±0.01
8	5.30±0.01	0.16±0.01	0.15±0.01	0.01±0.01

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 4.26 ค่าสังเกตทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักในการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

สิ่งทดลอง	ค่า L	สี a	สี b	ค่าแรงเฉือน(นิวตัน)
1	57.81±0.15	13.10±0.13	10.77±0.18	44.45±2.62
2	57.61±0.31	14.05±0.44	10.31±0.08	42.44±4.45
3	58.21±0.50	12.90±0.30	10.37±0.10	42.06±1.19
4	58.33±0.61	12.75±0.24	9.77±0.31	38.90±7.29
5	59.07±1.03	11.64±0.57	8.87±0.33	42.93±6.85
6	57.05±1.54	11.68±0.50	10.56±0.05	39.90±5.40
7	60.36±1.25	11.76±1.48	9.78±0.77	33.29±1.16
8	58.82±0.27	11.52±0.44	10.32±0.33	40.20±1.78

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

นำค่าสังเกตต่างๆที่วัดได้ดังตาราง 4.24 ถึงตาราง 4.26 ไปคำนวณหาค่าความแตกต่างทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ด้วยโปรแกรม SPSS 10.0.1 ได้ผลดังตาราง 4.27 ถึงตาราง 4.29

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.27 ค่านัยสำคัญทางสถิติของค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

ค่านัยสำคัญของค่าทางประสาทสัมผัส ที่ $p \leq 0.2$				
จุลินทรีย์	สีแดง	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	กลิ่นหมัก	รสเปรี้ยว
Saccharomyces cerevisiae	-	-0.19	-0.04	-
Candida rugosa	+0.14	-	+	+
Lactobacillus PR13	+0.17	+	+	+
Lactobacillus PS9	+	-	+	+0.13

ค่านัยสำคัญของค่าทางประสาทสัมผัส ที่ $p \leq 0.2$				
จุลินทรีย์	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความแข็ง	การยอมรับโดยรวม
Saccharomyces cerevisiae	-0.12	-	-	-0.10
Candida rugosa	+	-0.12	-0.03	-
Lactobacillus PR13	-0.04	+	-	+0.08
Lactobacillus PS9	+	-	-	+

หมายเหตุ + แปรผันตรง - แปรผกผัน

ตาราง 4.28 ค่านัยสำคัญทางสถิติของค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

ค่านัยสำคัญของค่าทางเคมีที่ $p \leq 0.2$				
จุลินทรีย์	ความเป็นกรดเป็นด่าง	กรดทั้งหมด	กรดที่ระเหยไม่ได้	กรดที่ระเหยได้
Saccharomyces cerevisiae	+	-	-	-
Candida rugosa	+	-0.03	-0.07	+
Lactobacillus PR13	-	+0.01	+0.01	+
Lactobacillus PS9	-0.10	+ 0.03	+0.04	+

หมายเหตุ + แปรผันตรง - แปรผกผัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.29 ค่านัยสำคัญทางสถิติของค่าสังเกตทางกายภาพ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

	ค่านัยสำคัญของค่าทางกายภาพที่ $p \leq 0.2$			
จุลินทรีย์	ค่า L	สี a	สี b	ค่าแรงเฉือน(นิวตัน)
Saccharomyces cerevisiae	-	-	+	-
Candida rugosa	-0.07	+0.16	+0.12	+
Lactobacillus PR13	+	+	-	+
Lactobacillus PS9	+	+	-	-

หมายเหตุ + แปลผันตรง - แปลผันผกผัน

ซึ่งสามารถสรุปผลความแตกต่างทางสถิติของค่าสังเกตต่างๆดังตาราง 4.30

ตาราง 4.30 จำนวนค่านัยสำคัญที่แตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.2$) ของค่าสังเกตด้านต่างๆที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ แปรผันปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

จุลินทรีย์	ด้านประสาทสัมผัส	ด้านกายภาพ	ด้านเคมี	รวม	แปรผัน	
					ทางบวก	ทางลบ
Saccharomyces cerevisiae	4	0	0	4	0	4
Candida rugosa	3	3	2	***8***	***2***	***6***
Lactobacillus PR13	3	0	2	***5***	***4***	***1***
Lactobacillus PS9	1	0	3	4	3	1

ตาราง 4.27 จะเห็นว่า *Saccharomyces cerevisiae* มีผลทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความเป็นเนื้อเดียวกันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.19$) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหมักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.04$) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านรสเค็มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.12$) จึงส่งผลให้ค่าการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.10$)

Candida rugosa มีผลทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.14$) แต่จะมีผลให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านความแน่นเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.12$) และทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความแข็งมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.03$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Lactobacillus PR13 มีผลทำให้ค่าสังเกตค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของสีแดงมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.17) และการยอมรับโดยรวมมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.08) แต่มีผลทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านรสเค็มมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.04)

Lactobacillus PS9 มีผลทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านรสเปรี้ยว มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.13)

ตาราง 4.28 จะเห็นว่า *Candida rugosa* มีผลทำให้ค่าสังเกตด้านปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03) และมีปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.07)

Lactobacillus PR13 มีผลทำให้ค่าสังเกตด้านปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.01) และ มีปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.01)

Lactobacillus PS9 มีผลทำให้ค่าสังเกตด้านความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.10) ซึ่งเป็นผลจากการที่มีปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03) และปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.04)

ตาราง 4.29 จะเห็นว่า *Candida rugosa* มีผลทำให้ค่าสังเกตด้านค่า L ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.07) แต่มีผลให้ค่าสังเกตด้านสี a เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.16) และสี b เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.12)

เมื่อพิจารณาตาม Ideal ratio profile ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก (ภาพ 4.13) ที่ว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบจะต้องมีการพัฒนาต่อในด้านลดความเค็มลง และเพิ่มสีแดงของผลิตภัณฑ์ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหมัก ความแน่นเนื้อ และความแข็งให้มีค่ามากขึ้น เพื่อให้ค่าคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด และเมื่อวิเคราะห์ตามตาราง 4.27 ถึงตาราง 4.29 จะเห็นได้ว่า

Saccharomyces cerevisiae ทำให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหมัก รสเค็ม และการยอมรับโดยรวมลดลง เนื่องจาก *Saccharomyces cerevisiae* เป็นยีสต์ที่เป็นตัวการในการหมักเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ซึ่งสามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอธานอลและเอส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เทอร์(นภา, 2534) ซึ่งคาดว่าการที่ *Saccharomyces cerevisiae* ทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และกลิ่นหมักมีค่าลดลงอาจเนื่องมาจากว่า *Saccharomyces cerevisiae* จะมีการเปลี่ยนแป้งในข้าวเหนียวให้เป็นน้ำตาล จากนั้นจึงเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งจะส่งผลให้มีกลิ่นรสของแอลกอฮอล์เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ซึ่งผู้บริโภคไม่ต้องการ ส่งผลให้ค่าการยอมรับโดยรวมลดลงและจากการผลิตแอลกอฮอล์นี้เอง จะทำให้เกิดกาซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นด้วย ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีรูพรุน ทำให้ค่าความเป็นเนื้อเดียวกันของผลิตภัณฑ์ลดลง

Candida rugosa ทำให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านความแน่นเนื้อและความแข็งลดลง แต่จะเพิ่มค่าทางประสาทสัมผัสด้านสีแดง เนื่องจาก *Candida rugosa* เป็นยีสต์ที่ไม่สร้างกรดและกาซ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ได้มีปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคและปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้มีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์พวก *Candida* spp. นั้นสามารถเจริญได้ในอาหารหมักดองที่ค่อนข้างเป็นกรด ตลอดจนอาหารโปรตีนหมักเกลือต่างๆพวกปลาส้ม ส้มฟัก ปลาแป้งแดง กุ้งส้ม และกุ้งจ่อม เป็นต้น ซึ่งยีสต์พวกนี้สามารถเจริญในอาหารและนำกรดมาใช้ทำให้ปริมาณกรดในผลิตภัณฑ์ลดลง (นัยทัศน์และคณะ, 2529) และเนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่สร้างกรด จึงทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่าเมื่อใส่เชื้อ *Candida rugosa* ลงไปจะทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไม่แน่น (Firm) และมีความแข็งน้อยรวมทั้งทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีค่อนข้างเข้มเมื่อเทียบกับการใส่เชื้อจุลินทรีย์ตัวอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกรดที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์จะทำให้เนื้อปลาเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ มีผลให้เนื้อนุ่มขึ้น และมีสีที่อ่อนลงเพราะกรดมีฤทธิ์กัดกร่อนรวมทั้งเมื่อโปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติก็จะมีสีอ่อนลงด้วย (นิธิยา, 2545) แต่ *Candida rugosa* เป็นยีสต์และไม่สามารถสร้างกรดได้ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อ ความแข็ง ค่า L ที่ลดลง แต่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสี a และสี b ที่เพิ่มขึ้น

Lactobacillus PR13 ทำให้ค่าทางเคมีด้านปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคและปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นแลคติคแอซิดแบคทีเรียซึ่งสามารถเปลี่ยนแหล่งคาร์บอนในผลิตภัณฑ์ให้กลายเป็นกรดได้ดังนั้นการที่ใส่เชื้อ *Lactobacillus PR13* เข้าไปมากจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีปริมาณกรดที่เพิ่มมากขึ้นด้วย นอกจากนั้นยังทำให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านสีแดง และการยอมรับโดยรวมเพิ่มขึ้นแต่รสเค็มของผลิตภัณฑ์ลดลง

Lactobacillus PS9 เป็นแลคติคแอซิดแบคทีเรีย จึงสามารถเปลี่ยนแหล่งคาร์บอนในผลิตภัณฑ์ให้กลายเป็นกรดได้ ซึ่งการที่ปริมาณกรดในผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ลดลง และค่าทางประสาทสัมผัสด้านรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นนั่นเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.30 จะเห็นได้ว่า *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13* มีจำนวนค่าสังเกตที่มีความแตกต่างทางสถิติมากคือมีจำนวน 8 และ 5 ค่าตามลำดับ ซึ่งควรจะต้องมีการทดสอบต่อไปว่าควรจะใช้ *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13* ในปริมาณเท่าใดในการใช้เป็นส่วนผสมของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ส่วน *Saccharomyces cerevisiae* และ *Lactobacillus PS9* นั้นมีจำนวนค่าสังเกตที่มีความแตกต่างทางสถิติน้อยค่า คือมีจำนวน 4 ค่าเท่ากัน ดังนั้นจึงสามารถสรุปให้ใช้ *Saccharomyces cerevisiae* ในระดับต่ำหรือ 1 log cfu/g และใช้ *Lactobacillus PS9* ในระดับสูง หรือ 6 log cfu/g ในการเป็นส่วนผสมของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

ทำการทดสอบต่อเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของเชื้อจุลินทรีย์ *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13* ในการใช้เป็นส่วนผสมของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักโดยการวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial design with 2 center points (ไพโรจน์, 2547)

ตาราง 4.31 ระดับของเชื้อจุลินทรีย์ *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13* ที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

เชื้อจุลินทรีย์	ระดับของเชื้อจุลินทรีย์ (log cfu/g)		
	สูง(+)	กลาง(0)	ต่ำ(-)
Lactobacillus PR13	6	5	4
Candida rugosa	3	2	1

ทำการผลิตตามแผนการทดลองที่วางไว้ แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทางเคมี และทางกายภาพดังการทดลองแสดงในตาราง 4.32 ถึงตาราง 4.34

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.32 ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสที่ได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อแปรผันปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*

สิ่งทดลอง	สีแดง	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	กลิ่นหมัก	รสเปรี้ยว
1	1.00±0.12	0.87±0.11	0.96±0.11	0.85±0.22
2	0.98±0.07	0.90±0.10	1.00±0.08	0.90±0.19
3	0.96±0.08	0.88±0.12	1.00±0.11	0.99±0.07
4	0.96±0.12	0.89±0.10	1.00±0.12	0.95±0.21
5	0.98±0.08	0.94±0.07	0.97±0.10	0.98±0.10
6	1.00±0.14	0.87±0.12	1.02±0.11	0.97±0.14

สิ่งทดลอง	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความแข็ง	การยอมรับรวม
1	0.94±0.19	0.85±0.14	1.03±0.23	0.58±0.15
2	1.14±0.15	0.84±0.12	0.93±0.19	0.61±0.14
3	1.07±0.17	0.83±0.14	1.00±0.20	0.64±0.17
4	1.07±0.18	0.84±0.11	0.91±0.14	0.57±0.14
5	1.07±0.11	0.89±0.12	0.93±0.11	0.68±0.18
6	1.05±0.13	0.81±0.14	0.95±0.20	0.61±0.12

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 4.33 ค่าสังเกตทางเคมีที่ได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อแปรผันปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ร้อยละ		
		กรดทั้งหมด	กรดที่ระเหยไม่ได้	กรดที่ระเหยได้
1	5.15±0.01	0.17±0.01	0.16±0.01	0.01±0.01
2	5.13±0.01	0.17±0.01	0.16±0.01	0.01±0.01
3	4.96±0.01	0.15±0.01	0.13±0.01	0.02±0.01
4	4.97±0.01	0.18±0.01	0.17±0.01	0.01±0.01
5	5.03±0.01	0.17±0.01	0.16±0.01	0.01±0.01
6	5.01±0.01	0.18±0.01	0.17±0.01	0.01±0.01

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.34 ค่าสังเกตทางกายภาพที่ได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อแปรผันปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*

สิ่งทดลอง	ค่า L	สี a	สี b	ค่าแรงเฉือน(นิวตัน)
1	58.73±0.58	12.25±0.63	12.35±0.27	61.11±8.78
2	58.53±0.69	13.37±0.32	12.21±0.04	42.28±4.68
3	58.56±0.24	13.77±0.36	12.60±0.09	38.30±5.02
4	58.96±0.42	13.55±0.62	12.81±0.21	36.38±4.61
5	57.95±0.42	12.84±0.40	12.09±0.12	41.41±2.60
6	59.30±0.70	12.24±0.65	12.20±0.06	48.21±4.66

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

นำค่าที่ได้จากตาราง 4.32 ถึงตาราง 4.34 ไปวิเคราะห์ทางสถิติหาสมการถดถอย (Stepwise multiple regression) ของผลิตภัณฑ์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 10.0.1 ซึ่งสมการถดถอยที่ยังไม่ถอดรหัส (Coded equations) ระหว่างเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นกับค่าสังเกตด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์แสดงดังตาราง 4.35

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.35 สมการถดถอยที่ยังไม่ถอดรหัส (Coded equations) ระหว่างเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นกับค่าสังเกตด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่ผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*

สมการถดถอยที่ยังไม่ถอดรหัส (Code equation)		R^2
ค่าทางกายภาพ		
สี b	$= 12.145+0.212(L13)+0.348(Cr)^2$	0.900
ค่าแรงเฉือน (นิวตัน)	$= 44.615-7.177(L13)-5.187(Cr)+4.228(L13)(Cr)$	0.943
ค่าทางเคมี		
ความเป็นกรดเป็นด่าง	$= 5.042-0.09(L13)$	0.943
ค่าทางประสาทสัมผัส (ค่าสัดส่วนเฉลี่ย)		
รสเปรี้ยว	$= 0.975+0.047(L13)-0.05(Cr)^2-0.02(L13)(Cr)$	0.995
รสเค็ม	$= 1.057-0.05(L13)(Cr)+0.05(Cr)$	0.946
ความแข็ง	$= 0.958-0.05(Cr)$	0.829

หมายเหตุ L13 คือ *Lactobacillus PR13*
Cr คือ *Candida rugosa*

ทำการถอดรหัสจากตาราง 4.35 จะได้สมการดังตาราง 4.36

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

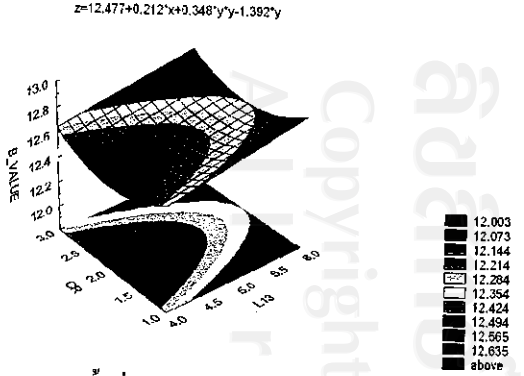
ตาราง 4.36 สมการถดถอยถอดรหัส (Decoded equations) ระหว่างเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นกับค่าสังเกตด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*

สมการถดถอยถอดรหัส (Decoded equation)		R^2
ค่าทางกายภาพ		
สี b	$= 12.477+0.212(L13)+0.348(Cr)^2-1.392(Cr)$	0.900
ค่าแรงเฉือน (นิวตัน)	$= 133-15.6(L13)-26.3(Cr)+4.23(L13)(Cr)$	0.943
ค่าทางเคมี		
ความเป็นกรดเป็นด่าง	$= 5.49-0.09(L13)$	0.943
ค่าทางประสาทสัมผัส (ค่าสัดส่วนเฉลี่ย)		
รสเปรี้ยว	$= 0.34+0.087(L13)-0.05(Cr)^2+0.3(Cr)-0.02(L13)(Cr)$	0.995
รสเค็ม	$= 0.457-0.05(L13)(Cr)+0.1(L13)+0.3(Cr)$	0.946
ความแข็ง	$= 1.06-0.05(Cr)$	0.829

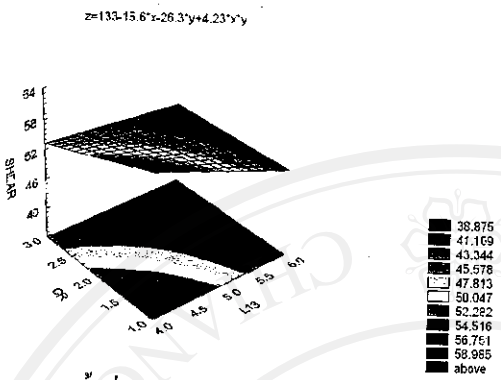
หมายเหตุ L13 คือ *Lactobacillus PR13*
Cr คือ *Candida rugosa*

นำสมการที่ได้ในตารางที่ 4.36 ไปสร้างกราฟพื้นที่การตอบสนอง (Response surface) ของแต่ละค่าสังเกตได้ดังนี้

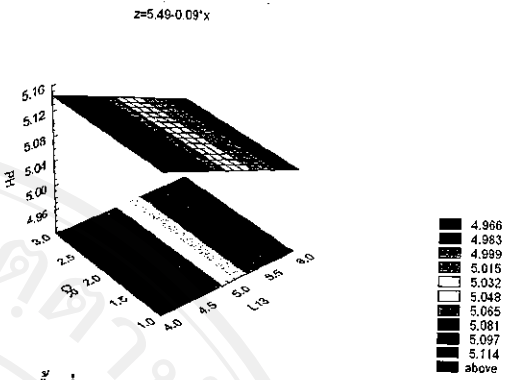
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



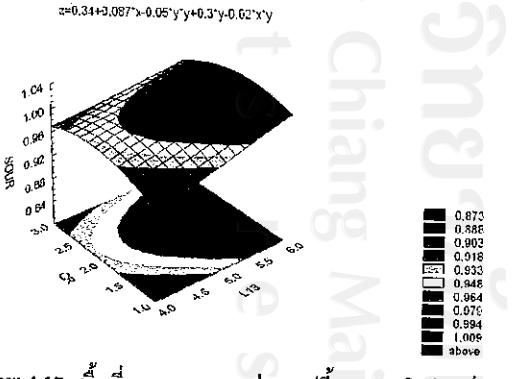
ภาพ 4.14 พื้นที่การตอบสนองต่อค่าสี b ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*



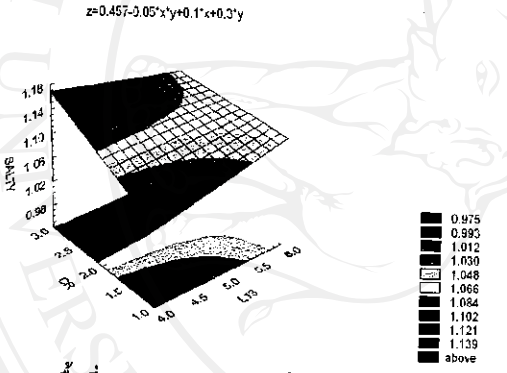
ภาพ 4.15 พื้นที่การตอบสนองต่อค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*



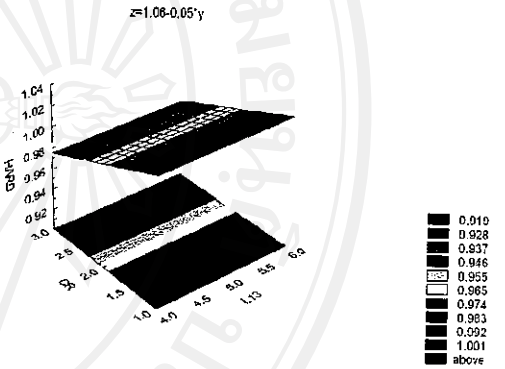
ภาพ 4.16 พื้นที่การตอบสนองต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *LactobacillusPR13*



ภาพ 4.17 พื้นที่การตอบสนองต่อรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*



ภาพ 4.18 พื้นที่การตอบสนองต่อรสเค็มของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*



ภาพ 4.19 พื้นที่การตอบสนองต่อความแข็งของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13*

เมื่อพิจารณาตามภาพ 4.17 เมื่อใช้ปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Lactobacillus PR13* มากขึ้นจะทำให้รสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นด้วย ในขณะเดียวกันเมื่อใช้ปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* มากขึ้นกลับทำให้รสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์ *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13* ที่ทำให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด ควรใช้เชื้อบริสุทธิ์ *Candida rugosa* ในปริมาณ 2 log cfu/g และเชื้อบริสุทธิ์ *Lactobacillus PR13* ในปริมาณ 6 log cfu/g

ภาพ 4.18 เมื่อใช้ปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13* มากขึ้นจะทำให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13* ที่ทำให้ ค่าการยอมรับด้านรสเค็มของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก เข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุดควรใช้เชื้อบริสุทธิ์ *Candida rugosa* ในปริมาณ 1 log cfu/g และ *Lactobacillus PR13* ในปริมาณ 4 log cfu/g

ภาพ 4.19 เมื่อใช้ปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* มากขึ้นจะทำให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์จะไม่ แปรผันกับ *Lactobacillus PR13* ซึ่งปริมาณของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Lactobacillus PR13* และ *Candida rugosa* ที่ทำให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเข้าใกล้ 1.00 มากที่สุด จะต้องใช้เชื้อบริสุทธิ์ *Candida rugosa* ในปริมาณ 1 log cfu/g และเชื้อบริสุทธิ์ *Lactobacillus PR13* สามารถใช้ได้ในปริมาณ 4 ถึง 6 log cfu/g

ดังนั้นเพื่อให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านรสเปรี้ยว รสเค็ม และความแข็งของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด จึงพิจารณาเลือกใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Candida rugosa* ในปริมาณ 1 log cfu/g และเชื้อบริสุทธิ์ *Lactobacillus PR13* ในปริมาณ 5 log cfu/g ในการเป็นส่วนผสมของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการเลือกใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus PS9*, *Candida rugosa* และ *Lactobacillus PR13* ปริมาณ 1 log cfu/g, 6 log cfu/g, 1 log cfu/g และ 5 log cfu/g ตามลำดับ จะทำให้ค่าของแรงเฉือน (ภาพ 4.15) มีค่าประมาณ 50.047 นิวตัน มีค่าสี b (ภาพ 4.14) ประมาณ 12.494 และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (ภาพ 4.16) ประมาณ 5.114

4.7 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลัก

เมื่อทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก โดยกำหนดช่วงของส่วนผสมหลักในที่นี้คือเนื้อปลายี่สก (กรัม) ต่อเนื้อปลาทรายแดง (กรัม) ในอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 และวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) (ไพโรจน์, 2547) แล้วทำการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักโดยใช้หัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่เหมาะสมจากตอนที่ 4.6 แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เคมี และกายภาพ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตาราง 4.38 ถึง ตาราง 4.40

ตาราง 4.37 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลัก โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

สิ่งทดลอง	จำนวนซ้ำการทดลอง	อัตราส่วนร้อยละของเนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดง
1	3	100:0
2	3	75:25
3	3	50:50
4	3	25:75
5	3	0:100

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.38 ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่แปรผันชนิดและปริมาณของส่วนผสมหลัก

สิ่งทดลอง	สีแดง	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	กลิ่นหมัก	รสเปรี้ยว
1.1	1.09±0.09	0.94±0.04	0.94±0.19	0.97±0.06
1.2	1.10±0.21	0.86±0.16	0.91±0.14	0.90±0.21
1.3	1.09±0.17	0.89±0.13	0.92±0.20	0.92±0.08
เฉลี่ย	**1.09±0.01** [a]	**0.90±0.04** [a]	**0.92±0.02** [a]	**0.93±0.04** [b]
2.1	0.98±0.19	0.93±0.09	0.95±0.13	1.04±0.07
2.2	1.06±0.07	0.87±0.22	0.90±0.12	0.97±0.10
2.3	1.01±0.09	0.89±0.18	0.91±0.17	1.02±0.21
เฉลี่ย	**1.02±0.04** [ab]	**0.90±0.03** [a]	**0.92±0.03** [a]	**1.01±0.04** [ab]
3.1	0.95±0.08	0.89±0.12	1.00±0.17	1.07±0.06
3.2	0.94±0.09	0.94±0.17	0.97±0.22	0.98±0.27
3.3	0.94±0.10	0.90±0.13	0.97±0.08	1.00±0.04
เฉลี่ย	**0.94±0.01** [b]	**0.91±0.03** [a]	**0.98±0.02** [a]	**1.02±0.05** [a]
4.1	0.78±0.07	0.82±0.21	0.95±0.29	1.02±0.14
4.2	0.93±0.18	0.82±0.16	0.93±0.19	0.98±0.16
4.3	0.83±0.07	0.81±0.14	0.95±0.15	0.99±0.18
เฉลี่ย	**0.85±0.08** [c]	**0.82±0.01** [b]	**0.94±0.01** [a]	**1.00±0.02** [ab]
5.1	0.67±0.17	0.83±0.19	0.89±0.11	1.00±0.11
5.2	0.75±0.19	0.83±0.15	0.76±0.22	0.88±0.27
5.3	0.70±0.24	0.82±0.22	0.80±0.14	0.95±0.19
เฉลี่ย	**0.71±0.04** [d]	**0.83±0.01** [b]	**0.82±0.07** [b]	**0.94±0.06** [ab]

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.38 (ต่อ) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันชนิดและปริมาณของส่วนผสมหลัก

สิ่งทดลอง	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความแข็ง	การยอมรับโดยรวม
1.1	1.02±0.19	1.02±0.07	1.17±0.12	0.65±0.15
1.2	0.96±0.26	1.01±0.07	1.06±0.14	0.46±0.10
1.3	0.98±0.14	1.00±0.16	1.10±0.08	0.55±0.24
เฉลี่ย	**0.99±0.03**	**1.01±0.01** [a]	**1.11±0.06** [a]	**0.55±0.10**
2.1	0.99±0.15	0.96±0.18	1.20±0.09	0.58±0.18
2.2	1.06±0.21	0.97±0.10	1.06±0.12	0.55±0.17
2.3	1.01±0.14	0.95±0.23	1.17±0.06	0.56±0.22
เฉลี่ย	**1.02±0.04**	**0.96±0.01** [ab]	**1.14±0.07** [a]	**0.56±0.02**
3.1	0.96±0.28	0.91±0.16	1.08±0.14	0.60±0.13
3.2	1.06±0.21	0.91±0.11	1.00±0.13	0.53±0.16
3.3	1.00±0.18	0.90±0.16	1.05±0.22	0.54±0.13
เฉลี่ย	**1.01±0.05**	**0.91±0.01** [bc]	**1.04±0.08** [a]	**0.56±0.04**
4.1	1.06±0.25	0.88±0.15	1.12±0.21	0.58±0.16
4.2	1.04±0.12	0.89±0.07	0.96±0.14	0.53±0.11
4.3	1.06±0.29	0.87±0.23	1.05±0.22	0.54±0.18
เฉลี่ย	**1.05±0.01**	**0.88±0.01** [c]	**1.04±0.08** [a]	**0.55±0.03**
5.1	1.08±0.22	0.71±0.24	0.94±0.21	0.54±0.13
5.2	0.94±0.21	0.87±0.22	0.89±0.10	0.41±0.11
5.3	1.00±0.18	0.80±0.13	0.90±0.14	0.46±0.12
เฉลี่ย	**1.01±0.07**	**0.79±0.08** [d]	**0.91±0.03** [b]	**0.47±0.07**

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.39 ค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันชนิดและปริมาณของส่วนผสมหลัก

สิ่งทดลอง	ร้อยละ			
	ความเป็นกรดเป็นด่าง	กรดทั้งหมด	กรดระเหยไม่ได้	กรดระเหยได้
1.1	4.57±0.01	0.25±0.01	0.22±0.01	0.03±0.01
1.2	4.59±0.01	0.25±0.01	0.23±0.01	0.02±0.01
1.3	4.59±0.01	0.24±0.01	0.23±0.01	0.02±0.01
เฉลี่ย	**4.58±0.01** [d]	**0.25±0.05** [a]	**0.23±0.09** [a]	**0.02±0.09** [a]
2.1	4.61±0.01	0.24±0.01	0.23±0.01	0.01±0.01
2.2	4.62±0.01	0.24±0.01	0.24±0.01	0.01±0.01
2.3	4.63±0.01	0.23±0.01	0.23±0.01	0.01±0.01
เฉลี่ย	**4.62±0.01** [c]	**0.24±0.05** [a]	**0.23±0.05** [a]	**0.01±0.00** [b]
3.1	4.63±0.01	0.21±0.01	0.20±0.01	0.01±0.01
3.2	4.62±0.01	0.22±0.01	0.20±0.01	0.02±0.01
3.3	4.63±0.01	0.22±0.01	0.19±0.01	0.02±0.01
เฉลี่ย	**4.63±0.01** [c]	**0.21±0.05** [b]	**0.20±0.05** [b]	**0.02±0.08** [ab]
4.1	4.67±0.01	0.19±0.01	0.18±0.01	0.01±0.01
4.2	4.68±0.01	0.19±0.01	0.18±0.01	0.01±0.01
4.3	4.68±0.01	0.20±0.01	0.19±0.01	0.01±0.01
ค่าเฉลี่ย	**4.68±0.01** [b]	**0.19±0.05** [c]	**0.18±0.05** [c]	**0.01±0.00** [b]
5.1	4.73±0.01	0.20±0.01	0.18±0.01	0.02±0.01
5.2	4.74±0.01	0.20±0.01	0.18±0.01	0.02±0.01
5.3	4.74±0.01	0.21±0.01	0.18±0.01	0.02±0.01
ค่าเฉลี่ย	**4.74±0.01** [a]	**0.20±0.05** [c]	**0.18±0.01** [c]	**0.02±0.10** [ab]

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.40 ค่าสังเกตทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันชนิดและปริมาณของส่วนผสมหลัก

สิ่งทดลอง	ค่า L	สี a	สี b	แรงเฉือน(นิวตัน)
1.1	55.41±1.30	12.86±1.13	10.55±0.87	65.44±0.74
1.2	55.78±0.62	12.04±0.78	10.65±0.32	63.25±11.11
1.3	51.45±0.77	12.53±0.21	10.41±0.48	62.39±9.26
เฉลี่ย	**54.21±2.4** ^{d}	**12.48±0.41**	**10.54±0.12** ^{d}	**63.69±6.61** ^{a}
2.1	56.08±2.01	12.91±0.67	11.53±0.50	52.69±0.64
2.2	57.50±1.03	11.58±2.20	11.13±0.64	52.90±0.13
2.3	55.31±0.84	12.74±0.98	11.33±0.77	52.32±1.01
เฉลี่ย	**56.30±1.11** ^{cd}	**12.41±0.72**	**11.33±0.20** ^{cd}	**52.63±0.59** ^{b}
3.1	59.94±0.92	11.30±0.25	11.26±0.65	51.12±7.35
3.2	58.24±0.99	12.55±0.43	11.92±0.44	42.34±1.61
3.3	58.05±1.20	11.87±0.22	13.37±0.71	46.95±1.17
เฉลี่ย	**58.74±1.04** ^{bc}	**11.91±0.62**	**12.18±1.07** ^{bc}	**46.79±5.19** ^{b}
4.1	60.77±0.64	11.44±0.49	12.56±1.14	46.72±2.03
4.2	59.91±0.33	12.12±1.35	12.24±1.78	45.48±3.42
4.3	59.63±1.11	11.64±2.24	12.57±0.88	49.29±2.13
เฉลี่ย	**60.10±0.59** ^{b}	**11.73±0.34**	**12.46±0.18** ^{b}	**47.16±2.66** ^{b}
5.1	62.37±0.97	12.30±1.12	13.73±0.44	41.57±5.35
5.2	63.50±1.44	11.49±1.40	13.26±0.86	50.58±10.95
5.3	61.91±0.67	11.80±0.85	13.78±1.56	54.25±12.64
เฉลี่ย	**62.59±0.81** ^{a}	**11.86±0.40**	**13.59±0.28** ^{a}	**48.80±9.78** ^{b}

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 4.38 จะเห็นได้ว่าการใช้ส่วนผสมหลักที่ต่างกันในผลิตภัณฑ์จะส่งผลให้สิ่งทดลองมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในด้านสีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหมัก รสเปรี้ยว ความแน่นเนื้อ และความแข็ง โดยสิ่งทดลองที่มีค่าทางประสาทสัมผัสด้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สีแดงเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 75:25 คือมีค่าเท่ากับ 1.02±0.04 รองลงมา คือ สิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 100:0, 50:50, 25:75 และ 0:100 มีค่าเท่ากับ 1.09±0.01, 0.94±0.01, 0.85±0.08 และ0.71±0.04 ตามลำดับ โดยสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 75:25 และ 100:0 นั้นไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกับสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 50:50, 25:75 และ 0:100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน สิ่งทดลองที่มีค่าความเป็นเนื้อเดียวกันเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 50:50 มีค่าเท่ากับ 0.91±0.03 รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 100:0 กับ 75:25, 0:100 และ 25:75 มีค่าเท่ากับ 0.90±0.04, 0.90 ±0.03 และ 0.83±0.01, 0.82 ±0.01 ตามลำดับ ซึ่งการใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดง ในอัตราส่วนร้อยละ 100:0, 75:25 และ 50:50 นั้นไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกับสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 25:75 และ 0:100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านกลิ่นหมัก สิ่งทดลองที่มีค่ากลิ่นหมักเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ50:50 มีค่าเท่ากับ 0.98±0.02 รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 25:75, 100:0 กับ 75:25 และ 0:100 มีค่าเท่ากับ 0.94±0.01, 0.92 ±0.02, 0.92 ±0.03 และ0.82±0.07ตามลำดับ โดยสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดง ในอัตราส่วนร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50 และ 25:75 นั้นไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกับสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 0:100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านรสเปรี้ยว สิ่งทดลองที่มีค่ารสเปรี้ยวเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ25:75 มีค่าเท่ากับ 1.00±0.02 รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 75:25, 50:50, 0:100 และ 100:0 มีค่าเท่ากับ 1.01±0.04, 1.02 ±0.05, 0.94 ±0.06 และ0.93±0.04 ตามลำดับ โดยสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดง ในอัตราส่วนร้อยละ 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 นั้นไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกับสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 100:0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านความแน่นเนื้อ สิ่งทดลองที่มีค่าความแน่นเนื้อเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 100:0 มีค่าเท่ากับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.01±0.01 รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วน ร้อยละ 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 มีค่าเท่ากับ 0.96±0.01, 0.91 ±0.01, 0.88 ±0.01 และ0.79±0.08 ตามลำดับ โดย สิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 100:0 กับ 75:25, 75:25 กับ 50:50 และ 50:50 กับ 25:75นั้นไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกับ สิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 0:100 มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านความแข็ง สิ่งทดลองที่มีค่าความแข็งเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 50:50 กับ 25:75 มีค่าเท่ากับ 1.04±0.08 และ1.04±0.08 รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 0:100, 100:0 และ 75:25 มีค่าเท่ากับ 0.91±0.03, 1.11±0.06 และ1.14±0.07 ตามลำดับ โดยสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดง ในอัตราส่วนร้อยละ 100:0, 75:25, 50:50 และ 25:75 นั้นไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกับสิ่งทดลองที่ใช้เนื้อปลายี่สกต่อเนื้อปลาทรายแดงในอัตราส่วนร้อยละ 0:100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ส่วนค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านรสเค็ม และค่าการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ($p > 0.05$)

จากค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของในด้านสีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหมัก รสเปรี้ยว ความแน่นเนื้อ และความแข็ง จะพิจารณาเลือกใช้อัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักคือ ใช้เนื้อปลายี่สกในอัตราส่วนร้อยละ100 ในการเป็นส่วนผสมหลัก เนื่องมาจากว่าทำให้ค่าสีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหมัก รสเปรี้ยว ความแน่นเนื้อ และความแข็งของผลิตภัณฑ์มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.09±0.01, 0.90±0.04, 0.92±0.02, 0.93±0.04, 1.01±0.01 และ 1.11±0.06 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sangjindavong *et al.* (2000) ที่ทดลองผลิตแหนมจาก ปลาน้ำจืด และปลาทะเล พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับแหนมปลาที่ผลิตจากปลาน้ำจืดมากกว่าปลาทะเล

อีกทั้งการเลือกใช้เนื้อปลายี่สกเพียงอย่างเดียวนั้นจะทำให้ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย เนื่องจากราคาปลาสดที่ตลาดสะพานปลากรุงเทพ เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2549 ปลายี่สกมีราคา กิโลกรัมละ 10 – 25 บาท ส่วนปลาทรายแดงมีราคากิโลกรัมละ 30 – 45 บาท (องค์การสะพานปลา, 2549)

ตาราง 4.39 การเลือกใช้เนื้อปลายี่สกเพื่อเป็นส่วนผสมหลักในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักในอัตราส่วนร้อยละ 100 จะส่งผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 4.58±0.01 มีปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติค กรดที่ระเหยไม่ได้ และกรดที่ระเหยได้เท่ากับ ร้อยละ 0.25±0.05, 0.23±0.09 และ 0.02±0.09 ตามลำดับ

ตาราง 4.40 จะเห็นว่าเนื้อปลายี่สกทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีแนวโน้มของค่าสี a ที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่เนื้อปลาทรายแดงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า L และค่าสี b เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง ($p \leq 0.05$) ซึ่งการเลือกใช้เนื้อปลายี่สกในอัตราส่วนร้อยละ100 มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีแดงเข้ม โดยจะมีค่า L ของผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับ 54.21±2.40 ค่าสี a เท่ากับ 12.48±0.41 และมีค่าสี b เท่ากับ 10.54±0.12 และการเลือกใช้เนื้อปลายี่สกในอัตราส่วนร้อยละ100 มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีค่าแรงเฉือน เท่ากับ 63.69±6.61 นิวตัน

4.8 ศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของส่วนผสมที่คาดว่าน่าจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

การศึกษาเพื่อกลั่นกรองหาปัจจัยที่คาดว่าน่าจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยทำการวางแผนการทดลองแบบ Plackkett and Burman Design (N=12) (ไพโรจน์, 2547) โดยใช้อัตราส่วนของส่วนผสมหลักที่ได้จากการทดลองตอนที่ 4.7 และใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่ได้จากการทดลองตอนที่ 4.6 ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เคมี และกายภาพ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตาราง 4.42 ถึง 4.44

ตาราง 4.41 ระดับของส่วนผสมอื่นๆที่คาดว่าน่าจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของปัจจัย (ร้อยละของส่วนผสมหลัก)	
	ระดับต่ำ(-)	ระดับสูง(+)
เกลือ	1.0	2.0
อังคัก	0.5	1.0
ข้าวเหนียว	16.0	20.0
กระเทียม	8.0	10.0
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	0.1	0.3
คาราจีแนน	0.1	0.25
แซนแทนกัม	0.1	0.25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.42 ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่แปรผันปริมาณส่วนผสมอื่นๆ

สิ่งทดลอง	สีแดง	ความแน่นเนื้อ	กลิ่นหมัก	รสเปรี้ยว
1	0.92±0.19	0.91±0.11	0.98±0.09	1.04±0.14
2	1.11±0.15	0.89±0.17	1.02±0.14	1.14±0.18
3	1.13±0.14	0.91±0.14	0.92±0.09	1.05±0.16
4	1.18±0.11	0.89±0.13	1.01±0.16	1.07±0.15
5	0.93±0.15	0.92±0.13	0.95±0.13	1.00±0.18
6	0.98±0.14	0.87±0.16	0.99±0.11	0.97±0.15
7	0.82±0.15	0.87±0.16	0.97±0.12	1.03±0.15
8	1.16±0.15	0.90±0.13	0.97±0.11	1.02±0.13
9	0.96±0.16	0.90±0.17	0.97±0.11	1.01±0.12
10	1.11±0.14	0.84±0.18	0.96±0.11	1.13±0.14
11	1.26±0.17	0.94±0.09	0.99±0.15	1.04±0.11
12	0.92±0.17	0.85±0.14	0.94±0.11	1.02±0.12

สิ่งทดลอง	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความแข็ง	การยอมรับโดยรวม
1	0.96±0.14	0.90±0.11	0.97±0.12	0.78±0.15
2	1.00±0.20	0.81±0.20	0.83±0.3	0.64±0.17
3	0.98±0.21	0.89±0.13	0.96±0.16	0.73±0.13
4	1.02±0.16	0.96±0.19	1.01±0.19	0.76±0.12
5	0.97±0.14	0.95±0.14	1.03±0.12	0.75±0.14
6	0.97±0.18	0.83±0.18	0.81±0.17	0.69±0.16
7	1.04±0.09	0.87±0.13	0.93±0.10	0.74±0.14
8	1.03±0.10	0.92±0.10	1.06±0.19	0.76±0.11
9	1.06±0.11	0.97±0.07	0.95±0.27	0.80±0.11
10	1.01±0.10	0.89±0.13	0.92±0.16	0.69±0.14
11	1.06±0.09	0.99±0.04	1.08±0.09	0.78±0.14
12	1.05±0.12	0.94±0.12	1.08±0.34	0.73±0.09

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.43 ค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณส่วนผสมอื่นๆ

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ร้อยละ		
		กรดทั้งหมด	กรดที่ระเหยไม่ได้	กรดที่ระเหยได้
1	4.75±0.01	0.19±0.01	0.18±0.01	0.02±0.01
2	4.64±0.01	0.32±0.01	0.28±0.01	0.04±0.01
3	4.58±0.01	0.21±0.01	0.18±0.01	0.03±0.01
4	4.63±0.01	0.18±0.01	0.18±0.01	0.01±0.01
5	4.70±0.01	0.16±0.01	0.15±0.01	0.02±0.01
6	4.76±0.01	0.23±0.01	0.21±0.01	0.03±0.01
7	4.67±0.01	0.32±0.01	0.26±0.01	0.06±0.01
8	4.68±0.01	0.19±0.01	0.18±0.01	0.01±0.01
9	4.65±0.01	0.21±0.01	0.20±0.01	0.02±0.01
10	4.59±0.01	0.27±0.01	0.26±0.01	0.01±0.01
11	4.70±0.01	0.15±0.01	0.14±0.01	0.01±0.01
12	4.78±0.01	0.17±0.01	0.17±0.01	0.01±0.01

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 4.44 ค่าสังเกตทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณส่วนผสมอื่นๆ

สิ่งทดลอง	ค่า L	สี a	สี b	แรงเฉือน (นิวตัน)
1	56.01±1.09	12.82±0.46	11.15±0.02	41.00±7.31
2	53.95±0.60	16.82±0.57	13.48±0.26	35.20±2.10
3	53.69±0.42	16.95±0.34	11.72±0.32	48.38±6.58
4	53.69±1.39	16.19±0.86	10.70±0.66	47.77±8.35
5	55.82±0.38	13.20±0.47	10.13±0.31	43.88±8.10
6	59.88±1.21	13.16±0.19	12.40±0.42	40.48±7.20
7	59.54±0.58	13.05±0.18	13.07±0.29	41.33±8.63
8	53.79±1.31	17.00±0.75	12.48±0.84	40.15±3.16
9	59.09±0.62	12.99±0.22	10.94±0.38	38.72±3.87
10	54.44±0.54	16.60±0.69	12.36±0.19	43.09±1.47
11	53.28±0.84	16.36±0.21	10.12±0.30	43.13±6.49
12	57.21±0.77	13.10±0.85	12.61±0.06	42.68±3.09

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตาราง 4.42 ถึง ตาราง 4.44 นำไปคำนวณหาค่าความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS 10.0.1 ซึ่งค่าความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองของค่าสังเกตด้านต่างๆแสดงดังตาราง 4.45 ถึง ตาราง 4.47

ตาราง 4.45 ค่านัยสำคัญของส่วนผสมอื่นๆที่มีผลต่อค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่านัยสำคัญของค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสที่ $p \leq 0.2$			
	สีแดง	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	กลิ่นหมัก	รสเปรี้ยว
เกลือ	+0.04	+0.02	-	-
อังคัก	+0.01	+	+	+0.03
ข้าวเหนียว	-0.01	-	-	+0.07
กระเทียม	-	-	+0.18	+
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	+0.03	+0.10	+0.14	-
คาราจีแนน	-	+	-	+
แซนแทนกัม	+	-	+	-

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่านัยสำคัญของค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสที่ $p \leq 0.2$			
	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความแข็ง	การยอมรับโดยรวม
เกลือ	+	+0.05	+0.15	+0.02
อังคัก	+	+	+	-
ข้าวเหนียว	-	-0.16	-0.07	-
กระเทียม	-0.06	-0.18	-0.07	-0.09
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	+	-	-	+
คาราจีแนน	-	+	+0.16	+
แซนแทนกัม	+	+	-	+

หมายเหตุ + แปรผันตรง - แปรผกผัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.46 ค่านัยสำคัญของส่วนผสมอื่นๆที่มีผลต่อค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่านัยสำคัญของค่าสังเกตทางเคมีที่ $p \leq 0.2$			
	ความเป็นกรดเป็นด่าง	กรดทั้งหมด	กรดระเหยไม่ได้	กรดระเหยได้
เกลือ	-	-0.03	-0.01	-
อังคัก	-0.02	+	+	-
ข้าวเหนียว	-0.06	+0.02	+0.01	+
กระเทียม	-	+	+0.18	-
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	+0.18	-	-	+
คาราจีแนน	+	-	-	+
แซนแทนกัม	-	+	+0.19	+

หมายเหตุ + แปรผันตรง - แปรผกผัน

ตาราง 4.47 ค่านัยสำคัญของส่วนผสมอื่นๆที่มีผลต่อค่าสังเกตทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่านัยสำคัญของค่าสังเกตทางกายภาพที่ $p \leq 0.2$			
	ค่า L	สี a	สี b	ค่าแรงเฉือน(นิวตัน)
เกลือ	-0.03	-	-0.00	+0.08
อังคัก	-	+	+	+
ข้าวเหนียว	+	+	+0.02	-
กระเทียม	-	-	-	-
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	+	+	-	-0.03
คาราจีแนน	-0.12	-	-0.09	-
แซนแทนกัม	+0.01	-0.16	-0.16	+

หมายเหตุ + แปรผันตรง - แปรผกผัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากจำนวนความแตกต่างทางสถิติ ในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักแล้วจะแสดงได้ดังตาราง 4.48

ตาราง 4.48 จำนวนความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสังเกตด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณส่วนผสมอื่นๆ

ปัจจัยที่ศึกษา	จำนวนความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสังเกตด้านต่างๆที่ $p \leq 0.2$			รวม	แปรผัน	
	ด้านประสาทสัมผัส	ด้านกายภาพ	ด้านเคมี		ทางบวก	ทางลบ
เกลือ	5	3	2	**10**	6	4
อังคัก	2	0	1	**3**	2	1
ข้าวเหนียว	4	1	3	**8**	4	4
กระเทียม	5	0	1	**6**	2	4
โซเดียมไตรโพลี-ฟอสเฟต	3	1	1	**5**	4	1
คาราจีแนน	1	2	0	**3**	1	2
แซนแทนกัม	0	3	1	**4**	2	2

ตาราง 4.45 จะเห็นได้ว่า เกลือ ทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.04$) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความเป็นเนื้อเดียวกันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.02$) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.15$) จึงส่งผลให้ค่าการยอมรับโดยรวมเพิ่มขึ้นด้วย โดยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.02$) อังคักมีผลทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านด้านสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.01$) และค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านรสเปรี้ยว เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.03$) ข้าวเหนียวมีผลทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านสีแดง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.01$) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความแน่นเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.16$) และค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความแข็งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.07$) แต่จะส่งผลให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.07$) กระเทียมมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหมักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.18$) แต่มีผลให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านรสเค็มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.06$) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความแน่นเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(p=0.18) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความแข็งลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(p=0.07) ส่งผลให้ค่าการยอมรับโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.09) โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต มีผลทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03) ทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความเป็นเนื้อเดียวกันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.10) และส่งผลให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหมักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.14) คาราจีแนน มีผลทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านความแข็งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.16)

ตาราง 4.46 จะเห็นได้ว่า เกลือมีผลทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03) และกรดที่ระเหยไม่ได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.01) อังคักมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.02) ข้าวเหนียวทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.06) ส่งผลให้ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.02) และปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.01) กระเทียม มีผลทำให้ปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้ในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.18) โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.18) แซนแทนกัม ทำให้ปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.19)

ตาราง 4.47 จะเห็นได้ว่าเกลือมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่า L ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03) และสี b ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.01) แต่มีผลทำให้ค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.08) ข้าวเหนียว มีผลให้สี b เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.02) โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ทำให้ค่าแรงเฉือนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03) คาราจีแนน มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า L ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.12) และค่าสี b ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.09) แซนแทนกัมมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า L เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.01) แต่จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสี a ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.16) และสี b ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.16)

ตาราง 4.48 จะพิจารณาเลือก เกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมไปทำการศึกษาต่อ เนื่องจากว่า ส่วนผสมดังกล่าวมีผลต่อผลิตภัณฑ์มากโดย เกลือ มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ได้มีสีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความแน่นเนื้อ ความแข็ง การยอมรับโดยรวม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และแรงเฉือนมีค่าเพิ่มขึ้น โดยคาดว่าน่าจะเกิดจากการที่เกลือซึมเข้าไปในส่วนผสมแล้วเกิดการดูดความชื้นทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ไหลออกมาทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการหดตัว (ประเสริฐ, 2514) ส่งผลให้ค่าสีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความแน่นเนื้อ ความแข็ง การยอมรับโดยรวม และแรงเฉือนมีค่าเพิ่มขึ้นนั่นเอง แต่เกลือจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติด กรดที่ระเหยไม่ได้ ค่า L และสี b ของผลิตภัณฑ์ลดลง สอดคล้องกับรายงานของ อรรถพล (2549) ที่พบว่าเกลือจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มั่มมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากขึ้น และกรดแลคติคลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเกิดจากเกลือมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์จากอนุมูลของโซเดียมคลอไรด์ทำให้แรงดันออสโมติกในเซลล์เปลี่ยนไป นอกจากนี้ยังทำลายเอ็นไซม์บางชนิด ทำให้โปรตีนเกิดการสลายตัว สูญเสียการทำงาน เป็นผลให้จุลินทรีย์หยุดการเจริญ (ลักขณา, 2540)

ข้าวเหนียว ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีรสเปรี้ยว มีปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติด กรดที่ระเหยไม่ได้ และสี b ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ซึ่งเนื่องมาจากข้าวเหนียวจะทำหน้าที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตให้กับจุลินทรีย์พวกแลกติกแอซิดแบคทีเรีย ทำให้เกิดการสร้างกรดขึ้นมาซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ (นันทนา, 2525) แต่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีสีแดง ความแน่นเนื้อ ความแข็ง และความเป็นกรดเป็นด่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กระเทียม จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ได้มีกลิ่นหมัก และปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งกลิ่นหมักที่เพิ่มมากขึ้นคาดว่าน่าจะเกิดจากกลิ่นของสารประกอบกำมะถันชนิดหนึ่ง เรียกว่าอัลลิอิน (Alliin) ซึ่งเป็นสารที่มีความเสถียรสูง ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้ แต่ถ้าถูกทุบหรือบดขยี้จนช้ำสารนี้จะถูกย่อยโดยเอนไซม์ อัลลิเนสเปลี่ยนเป็นสาร อัลลิซิน (Allicin) ไพรูเวท และแอมโมเนีย ซึ่งจะให้กลิ่นเฉพาะตัว และเกิดรสชาติกระเทียมอย่างรุนแรง (กล้าณรงค์และทัศนีย์, 2525 - 2526) สอดคล้องกับ อรรถพล (2549) ที่พบว่าการเติมกระเทียมปริมาณสูง จะทำให้กลิ่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์มั่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกระเทียมยังส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีกรดที่ระเหยไม่ได้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ ไพโรจน์ และคณะ (2536) ที่รายงานว่าการใช้กระเทียมบดระดับสูงในแหนมจะทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคเพิ่มมากขึ้น ซึ่งกระเทียมนอกจากจะเป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดรสชาติ และกลิ่นกับผลิตภัณฑ์แล้วยังพบว่ากระเทียมจะเป็นตัวกระตุ้นให้แลคติคแอซิดแบคทีเรียมีการผลิตกรดที่เร็วขึ้นด้วย แต่จากการทดลองนี้พบว่าการเพิ่มกระเทียมในสูตรการผลิตจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีรสเค็ม ความแน่นเนื้อ ความแข็ง และการยอมรับโดยรวมลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของ อังคัก โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต คาราจีแนน และ แซนแทนกัม นั้นส่งผลกับค่าสังเกตต่างๆของผลิตภัณฑ์น้อยค่า ในการทดลองนี้จึงสามารถกำหนดปริมาณที่เหมาะสมได้ โดยอังคัก ส่งผลให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านสีแดง และรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอังคักนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักข้าวด้วยราสีแดง *Monascus purpureus* โดยจะมีลักษณะเป็นเมล็ดข้าวสีแดง สามารถบดเป็นผงได้ง่าย เมื่อนำผงข้าวแดงมาผสมน้ำจะให้สีแดงเข้มนิยมใช้เป็นสารให้สีในอาหาร (จินดารัตน์, 2522) ดังนั้นการใช้อังคักในปริมาณที่มากในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงที่เพิ่มมากขึ้นด้วย และเนื่องจากอังคักเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตให้กับจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติคได้ ดังนั้นการใช้อังคักในปริมาณที่มากก็จะทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักลดลง และส่งผลให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านรสเปรี้ยวเพิ่มขึ้น การใช้อังคักในระดับสูงน่าจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ดังนั้นในการทดลองต่อไปจะใช้อังคักในระดับสูง คือร้อยละ 1 ของส่วนผสมหลัก

โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ส่งผลให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านสีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหมัก และความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ค่าแรงเฉือนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารประกอบฟอสเฟตที่เติมลงไปในผลิตภัณฑ์เนื้อหมักจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีการอุ้มน้ำที่ดีขึ้น ส่วนผสมต่างๆยึดเกาะกันได้ดี มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยลง ช่วยปรับปรุงลักษณะสี ลักษณะเนื้อ และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (Fonos, 1985) และสารประกอบโพลีฟอสเฟต นั้นสามารถใช้ในการควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง และ Metabolic ion ได้ซึ่งจะทำให้สีแดงสดของเนื้อสัตว์คงอยู่ได้ และการเติมสารประกอบฟอสเฟตจะทำให้ Actomyosin แยกออกเป็น Actin และ Myosin ซึ่งจะมีผลต่อความนุ่มของเนื้อทุกชนิด (ศิวาพร, 2529) การใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ในระดับสูงน่าจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ดังนั้นในการทดลองต่อไปจะใช้ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตในระดับสูง คือร้อยละ 0.3 ของส่วนผสมหลัก

คาราจีแนน ส่งผลให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านความแข็งเพิ่มขึ้นแต่ทำให้ค่า L และค่าสี b ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการใช้ คาราจีแนน ในระดับต่ำน่าจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ดังนั้นในการทดลองต่อไปจะใช้ คาราจีแนน ในระดับต่ำคือร้อยละ 0.1 ของส่วนผสมหลัก

แซนแทนกัม ส่งผลให้กรดที่ระเหยไม่ได้ และค่า L ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น แต่ทำให้ค่าสี a และค่าสี b ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการใช้ แซนแทนกัม ในระดับต่ำน่าจะทำให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ดังนั้นในการทดลองต่อไปจะใช้ แซนแทนกัม ในระดับต่ำคือร้อยละ 0.1 ของส่วนผสมหลัก

ซึ่งการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของส่วนผสมที่คาดว่าน่าจะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก สามารถสรุปได้ว่าปริมาณอังคัก โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต คาราจีแนน และ แซนแทนกัม ที่เหมาะสม คือ ปริมาณร้อยละ 1.0, 0.3, 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ

ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ เกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมโดยวางแผนการทดลองแบบ 2^3 factorial in Central Composite Design (ไพโรจน์, 2547)

ตาราง 4.49 ระดับของเกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมในการวางแผนการทดลองแบบ 2^3 factorial in Central Composite Design

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของปัจจัย (ร้อยละของส่วนผสมหลัก)				
	ต่ำสุด(-α)	ต่ำ (-1)	กลาง (0)	สูง (+1)	สูงสุด(+α)
เกลือ	2.0	2.3	2.5	2.8	3.0
ข้าวเหนียว	20.0	20.8	22.0	23.2	24.0
กระเทียม	6.0	6.6	7.0	7.6	8.0

ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส เคมี และกายภาพ ได้ผลการทดลองแสดงดังตาราง 4.50 ถึง 4.53

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.50 ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสที่ได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณเกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมในสูตรการผลิต

สิ่งทดลอง	สีแดง	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	กลิ่นหมัก	รสเปรี้ยว
1	1.02±0.13	0.84±0.10	1.11±0.16	0.98±0.21
2	0.84±0.10	0.87±0.13	0.97±0.12	0.87±0.21
3	1.00±0.16	0.89±0.11	1.15±0.11	1.01±0.18
4	1.02±0.08	0.94±0.12	0.85±0.14	0.98±0.16
5	1.14±0.13	0.80±0.11	0.96±0.14	1.11±0.17
6	0.95±0.07	0.97±0.05	1.16±0.21	1.07±0.17
7	1.15±0.18	0.88±0.11	1.00±0.13	1.00±0.17
8	1.07±0.14	0.92±0.14	1.14±0.21	1.12±0.13
9	1.08±0.11	0.92±0.14	0.93±0.10	1.07±0.15
10	1.15±0.11	0.82±0.14	0.98±0.18	0.97±0.16
11	1.16±0.17	0.89±0.15	1.03±0.19	1.06±0.10
12	1.11±0.12	0.87±0.10	0.96±0.17	0.95±0.18
13	1.12±0.14	0.88±0.13	0.96±0.10	1.04±0.19
14	1.14±0.11	0.81±0.15	1.09±0.19	1.02±0.13
15	1.15±0.13	0.84±0.12	0.94±0.14	0.97±0.13
16	1.10±0.15	0.85±0.12	0.99±0.16	0.89±0.14
17	1.14±0.15	0.87±0.12	1.05±0.14	1.12±0.13
18	1.03±0.11	0.89±0.10	0.98±0.13	1.15±0.10

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.50 (ต่อ) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสที่ได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่แปรผันปริมาณเกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมในสูตรการผลิต

สิ่งทดลอง	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความแข็ง	การยอมรับรวม
1	0.80±0.18	0.85±0.15	0.90±0.14	0.61±0.12
2	0.83±0.09	0.88±0.11	1.03±0.11	0.64±0.12
3	0.92±0.08	0.89±0.13	1.03±0.13	0.62±0.07
4	0.97±0.17	0.91±0.11	1.10±0.15	0.67±0.12
5	0.86±0.17	0.87±0.16	1.02±0.18	0.61±0.15
6	0.86±0.11	0.91±0.13	1.02±0.11	0.68±0.14
7	0.95±0.13	0.90±0.12	1.00±0.19	0.64±0.17
8	0.90±0.11	0.96±0.17	1.17±0.17	0.63±0.08
9	0.89±0.19	0.96±0.17	1.17±0.19	0.65±0.16
10	0.93±0.13	0.82±0.13	1.05±0.19	0.64±0.13
11	0.85±0.12	0.96±0.15	1.14±0.19	0.63±0.12
12	0.86±0.11	0.88±0.13	0.97±0.13	0.63±0.14
13	0.87±0.15	0.93±0.13	1.09±0.19	0.67±0.16
14	0.84±0.12	0.90±0.10	0.96±0.13	0.64±0.14
15	0.89±0.15	0.90±0.07	1.06±0.19	0.61±0.14
16	0.95±0.10	0.90±0.15	1.21±0.16	0.64±0.12
17	0.89±0.11	0.88±0.17	1.12±0.10	0.66±0.12
18	0.87±0.16	0.94±0.15	1.13±0.15	0.63±0.15

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.51 ค่าสังเกตทางเคมีที่ได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่แปรผันปริมาณเกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมในสูตรการผลิต

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ร้อยละ		
		กรดทั้งหมด	กรดที่ระเหยไม่ได้	กรดที่ระเหยได้
1	4.63±0.01	0.22±0.01	0.20±0.01	0.02±0.01
2	4.69±0.01	0.21±0.01	0.19±0.01	0.02±0.01
3	4.61±0.01	0.22±0.01	0.21±0.01	0.01±0.01
4	4.62±0.01	0.21±0.01	0.21±0.01	0.01±0.01
5	4.70±0.01	0.20±0.01	0.18±0.01	0.03±0.01
6	4.72±0.01	0.23±0.01	0.22±0.01	0.01±0.01
7	4.71±0.01	0.22±0.01	0.18±0.01	0.04±0.01
8	4.70±0.01	0.26±0.01	0.30±0.01	0.03±0.01
9	4.69±0.01	0.22±0.01	0.20±0.01	0.02±0.01
10	4.70±0.01	0.23±0.01	0.22±0.01	0.01±0.01
11	4.65±0.01	0.23±0.01	0.21±0.01	0.01±0.01
12	4.63±0.01	0.22±0.01	0.20±0.01	0.01±0.01
13	4.65±0.01	0.23±0.01	0.22±0.01	0.01±0.01
14	4.62±0.01	0.22±0.01	0.21±0.01	0.01±0.01
15	4.66±0.01	0.23±0.01	0.22±0.01	0.01±0.01
16	4.69±0.01	0.24±0.01	0.23±0.01	0.01±0.01
17	4.63±0.01	0.22±0.01	0.21±0.01	0.01±0.01
18	4.72±0.01	0.24±0.01	0.23±0.01	0.02±0.01

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.52 ค่าสังเกตทางกายภาพที่ได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณ เกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมในสูตรการผลิต

สิ่งทดลอง	ค่า L	สี a	สี b	แรงเฉือน (นิวตัน)
1	46.59±0.92	16.47±0.07	14.17±0.42	24.94±4.28
2	46.82±0.99	16.30±0.25	12.88±0.15	32.44±7.61
3	47.09±1.20	16.14±0.25	12.93±0.14	32.73±4.87
4	48.46±0.33	15.96±0.16	13.69±0.21	40.45±3.15
5	46.22±2.20	15.18±0.67	12.04±0.79	39.45±7.04
6	46.48±0.50	14.78±0.65	12.18±0.69	43.07±2.65
7	45.88±0.35	16.46±0.72	12.26±0.48	37.27±8.75
8	47.22±0.63	16.51±0.10	13.25±0.17	53.78±5.73
9	46.88±0.55	16.10±0.07	13.05±0.50	33.89±3.83
10	46.28±1.55	16.00±0.70	12.26±0.41	38.66±1.20
11	47.55±1.13	15.89±0.79	12.86±0.08	36.27±3.93
12	46.6±1.52	15.47±0.38	12.61±0.26	38.79±7.17
13	46.64±0.88	16.21±0.21	13.17±0.42	40.57±7.84
14	46.92±1.13	16.30±0.43	12.97±0.33	43.16±6.64
15	45.97±1.07	15.56±1.00	12.35±0.91	27.60±4.03
16	46.53±1.03	16.04±0.70	12.79±0.57	44.07±4.53
17	47.58±2.02	15.55±0.77	12.87±1.11	38.82±6.12
18	47.27±0.89	16.03±0.08	13.00±0.41	33.61±3.97

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าสังเกตที่ได้จากตาราง 4.50 ถึงตาราง 4.52 นำไปวิเคราะห์ทางสถิติหาสมการถดถอย (Stepwise multiple regression) ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสมการถดถอยที่ยังไม่ถอดรหัส (Coded equations) แสดงดังตาราง 4.53

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.53 สมการถดถอยที่ยังไม่ถอดรหัส (Coded equations) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณเกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมในสูตรการผลิต

สมการถดถอยที่ยังไม่ถอดรหัส (Coded equations)		R^2
ค่าทางเคมี		
ความเป็นกรดเป็นด่าง	= 4.64+0.026(กระเทียม)-0.001 (เกลือ)+0.022 (ข้าวเหนียว) -0.016 (ข้าวเหนียว)^2+0.039 (กระเทียม*เกลือ)+0.026 (เกลือ*ข้าวเหนียว)	0.7956
กรดทั้งหมด (ร้อยละ)	= 0.220-0.006(กระเทียม)+0.001 (เกลือ)-0.006(ข้าวเหนียว)+0.004(ข้าวเหนียว)^2-0.010 (กระเทียม*เกลือ)-0.006(เกลือ *ข้าวเหนียว)	0.8328
กรดระเหยไม่ได้(ร้อยละ)	= 0.210-0.010(กระเทียม)-0.005 (เกลือ)-0.010(กระเทียม*เกลือ)	0.7788
กรดระเหยได้ (ร้อยละ)	= 0.014+0.004(กระเทียม)+0.006(เกลือ)-0.003 (ข้าวเหนียว)+0.003 (กระเทียม*เกลือ)-0.004 (เกลือ*ข้าวเหนียว)	0.8320
ค่าทางประสาทสัมผัส (ค่าสัดส่วนเฉลี่ย)		
กลิ่นหมัก	= 1.01+0.0087(กระเทียม)+0.005(ข้าวเหนียว)+0.098 (กระเทียม*ข้าวเหนียว)	0.6168

ทำการถอดรหัสจากตาราง 4.53 จะได้สมการดังตาราง 4.54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.54 สมการถดถอยที่ถอดรหัส (Decoded equations) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณเกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมในสูตรการผลิต

สมการถดถอยที่ถอดรหัส (Decoded equations)		R^2
ค่าทางเคมี		
ความเป็นกรดเป็นด่าง	= 5.08-0.169(กระเทียม)-1.12(เกลือ)+0.122 (ข้าวเหนียว)-0.004(ข้าวเหนียว)^2+0.078(กระเทียม* เกลือ)+0.026(เกลือ*ข้าวเหนียว)	0.7956
กรดทั้งหมด (ร้อยละ)	= 0.217+0.039(กระเทียม)+0.238(เกลือ)-0.035 (ข้าวเหนียว)+0.001(ข้าวเหนียว)^2-0.018 (กระเทียม* เกลือ)-0.005(เกลือ*ข้าวเหนียว)	0.8328
กรดที่ระเหยไม่ได้ (ร้อยละ)	= 0.162+0.056(กระเทียม)+0.174(เกลือ)-0.026(กระเทียม*เกลือ)	0.7788
กรดที่ระเหยได้ (ร้อยละ)	= 0.007-0.03(กระเทียม)+0.10(เกลือ)-0.002 (ข้าวเหนียว)+0.002(กระเทียม*ข้าวเหนียว)-0.004 (เกลือ*ข้าวเหนียว)	0.8320
ค่าทางประสาทสัมผัส (ค่าสัดส่วนเฉลี่ย)		
กลิ่นหมัก	= 8.44-1.07(กระเทียม)-0.341(ข้าวเหนียว)+0.049 (กระเทียม*ข้าวเหนียว)	0.6168

จากสมการในตารางที่ 4.54 นำไปทำ Partial derivatives โดยแสดงการคำนวณดังนี้

ความเป็นกรดเป็นด่าง = 5.08-0.169(กระเทียม)-1.12(เกลือ)+0.122(ข้าวเหนียว)- 0.004 (ข้าวเหนียว)^2+0.078(กระเทียม*เกลือ)+0.026(เกลือ* ข้าวเหนียว)

δความเป็นกรดเป็นด่าง/ δกระเทียม = 0

-0.169+0.078(เกลือ) = 0

เกลือ = 0.169/0.078

เกลือ = 2.17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

δความเป็นกรดเป็นด่าง/ **δ**เกลือ = 0

-1.12+0.078(กระเทียม)+0.026(ข้าวเหนียว) = 0 ..... (1)

δความเป็นกรดเป็นด่าง/ **δ**ข้าวเหนียว = 0

0.122-(0.004*2)ข้าวเหนียว+0.026(เกลือ) = 0 .....(2)

แทนค่า เกลือ = 2.17 ลงในสมการ (2)

จะได้ 0.122-0.008(ข้าวเหนียว)+0.026(2.17) = 0

ข้าวเหนียว = 0.178/0.008

ข้าวเหนียว = 22.30

จาก (1) จะแทนค่า ข้าวเหนียว = 22.30

จะได้

-1.12+0.078(กระเทียม)+0.026(22.30) = 0

กระเทียม = 6.93

กรดทั้งหมด = 0.217+0.039(กระเทียม)+0.238(เกลือ)-0.035(ข้าวเหนียว)+0.001 (ข้าวเหนียว)^2-0.018(กระเทียม*เกลือ)-0.005(เกลือ*ข้าวเหนียว)

δกรดทั้งหมด/ **δ**กระเทียม = 0

0.039-0.018(เกลือ) = 0

เกลือ = 0.039/0.018

เกลือ = 2.17

δกรดทั้งหมด/ **δ**เกลือ = 0

0.238-0.018(กระเทียม)-0.005(ข้าวเหนียว) = 0 .....(3)

δกรดทั้งหมด/ **δ**ข้าวเหนียว = 0

-0.035+(0.001*2)ข้าวเหนียว-0.005(เกลือ) = 0 .....(4)

แทนค่า เกลือ = 2.17 ลงในสมการ (4)

จะได้ -0.035+0.002(ข้าวเหนียว)-0.01 = 0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้าวเหนียว = 0.045/0.002

ข้าวเหนียว = 22.50

แทนค่า ข้าวเหนียว = 22.50 ลงในสมการ (3)

จะได้ 0.238-0.018(กระเทียม)-0.005(22.50) = 0

กระเทียม = 0.1255/0.018

กระเทียม = 6.97

กรดที่ระเหยไม่ได้ = 0.162+0.056(กระเทียม)+0.174(เกลือ)-0.026(กระเทียม*เกลือ)

δกรดที่ระเหยไม่ได้/ **δ**กระเทียม = 0

0.056-0.026(เกลือ) = 0

เกลือ = 0.056/0.026

เกลือ = 2.15

δกรดที่ระเหยไม่ได้/ **δ**เกลือ = 0

0.174-0.026(กระเทียม) = 0

กระเทียม = 0.174/0.026

กระเทียม = 6.69

กรดที่ระเหยได้ = 0.007-0.03(กระเทียม)+0.10(เกลือ)-0.002(ข้าวเหนียว)+0.002(กระเทียม*ข้าวเหนียว)-0.004 (เกลือ*ข้าวเหนียว)

δกรดที่ระเหยได้/ **δ**กระเทียม = 0

-0.030+0.002(ข้าวเหนียว) = 0

ข้าวเหนียว = 0.030/0.002

ข้าวเหนียว = 15.0 .....(6)

δกรดที่ระเหยได้/ **δ**ข้าวเหนียว = 0

-0.002+0.002(กระเทียม)-0.004(เกลือ) = 0 .....(7)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

δกรดที่ระเหยได้/ **δ**เกลือ = 0

0.10-0.004(ข้าวเหนียว) = 0

ข้าวเหนียว = 0.10/0.004

ข้าวเหนียว = 25.0 .....(8)

จากสมการ (6) และ (8) จะได้

ข้าวเหนียว = (15.0+25.0)/2

ข้าวเหนียว = 20.0

กลิ่นหมัก = 8.44-1.07(กระเทียม)-0.341(ข้าวเหนียว)+0.049(กระเทียม*ข้าวเหนียว)

δ กลิ่นหมัก/ **δ**กระเทียม = 0

-1.07+0.049(ข้าวเหนียว) = 0

ข้าวเหนียว = 1.07/0.049

ข้าวเหนียว = 21.84

δกลิ่นหมัก/ **δ**ข้าวเหนียว = 0

-0.341+0.049(กระเทียม) = 0

กระเทียม = 0.341/0.049

กระเทียม = 6.96

ซึ่งผลการคำนวณที่ได้แสดงดังตาราง 4.55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.55 ระดับของ เกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมที่เหมาะสมในสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

สมการถดถอยที่ถอดรหัส	ร้อยละของส่วนผสม		
	เกลือ	ข้าวเหนียว	กระเทียม
ความเป็นกรดเป็นด่าง	2.17	22.30	6.93
กรดทั้งหมด	2.17	22.50	6.97
กรดที่ระเหยไม่ได้	2.15	-	6.69
กรดที่ระเหยได้	-	20.00	-
กลิ่นหมัก	-	21.84	6.96
ค่าเฉลี่ย	**2.16**	**21.66**	**6.96**

ในการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของ เกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก สามารถสรุปได้ว่า ปริมาณ เกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 6.96, 2.16 และ 21.66 ตามลำดับ

เนื่องจากสมการถดถอยถอดรหัส (ตาราง 4.54) บางสมการมีตัวแปร 3 ตัว ซึ่งก่อนที่จะนำสมการไปทำการวาดกราฟพื้นที่การตอบสนอง (Response surface) จะต้องมีการแทนค่าตัวแปรบางตัวด้วยค่าคงที่ก่อน โดยตัวแปรที่เลือกมาทำการแทนค่าจะพิจารณาเลือกใช้ตัวแปรที่ให้ค่านัยสำคัญ (p) ของค่าสังเกตมากที่สุด เนื่องจากค่านัยสำคัญทางสถิติยิ่งมีค่ามากเท่าใดก็จะยิ่งมีอิทธิพลต่อค่าสังเกตน้อยเท่านั้น โดยค่าความแตกต่างของแต่ละตัวแปรในแต่ละค่าสังเกตแสดงดังตาราง 4.56

ตาราง 4.56 ค่านัยสำคัญของ เกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียมที่มีต่อค่าสังเกตด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก

สมการถดถอยที่ถอดรหัส	ค่านัยสำคัญของค่าสังเกตต่างๆที่ $p \leq 0.05$		
	เกลือ	ข้าวเหนียว	กระเทียม
ความเป็นกรดเป็นด่าง	0.0130	**0.0430**	0.0340
กรดทั้งหมด	0.0041	0.0188	**0.0278**
กรดที่ระเหยได้	0.0002	**0.0221**	0.0067

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.56 จะพบว่าข้าวเหนียวให้ค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าสังเกตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักด้านความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณกรดที่ระเหยได้ในผลิตภัณฑ์น้อยกว่า นั่นหมายความว่าข้าวเหนียวมีอิทธิพลต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างน้อย และปริมาณกรดที่ระเหยได้ในผลิตภัณฑ์น้อยกว่า ดังนั้นสมการถดถอยของความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณกรดที่ระเหยได้ในผลิตภัณฑ์ จะทำการแทนค่า ปริมาณข้าวเหนียวเท่ากับ 21.66

กระเทียม มีอิทธิพลต่อปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักน้อยกว่า ดังนั้นสมการถดถอยของปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคจะทำการแทนค่าปริมาณกระเทียมเท่ากับ 6.96

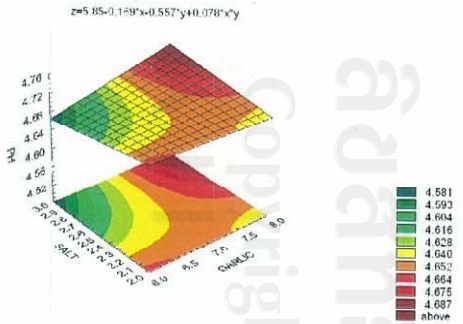
ซึ่งทำให้ได้สมการถดถอยถอดรหัส (Decoded equation) ของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติค และกรดที่ระเหยได้ใหม่แสดงดังตาราง 4.57

ตาราง 4.57 สมการถดถอยใหม่ที่ถอดรหัส (Decoded equation) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันปริมาณ เกลือ ข้าวเหนียว และกระเทียม

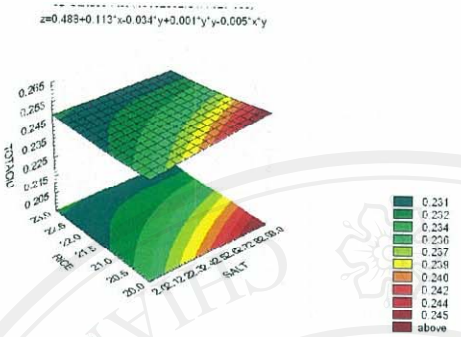
	สมการถดถอยที่ถอดรหัส (Decoded equation)	R^2
ค่าทางเคมี		
ความเป็นกรดเป็นด่าง	= 5.85-0.169(กระเทียม)-0.557(เกลือ)+0.078(กระเทียม*เกลือ)	0.7956
กรดทั้งหมด (ร้อยละ)	= 0.488+0.113(เกลือ)-0.034(ข้าวเหนียว)+0.001(ข้าวเหนียว)^2) -0.025(เกลือ*ข้าวเหนียว)	0.8328
กรดระเหยไม่ได้ (ร้อยละ)	= 0.162+0.056(กระเทียม)+0.174(เกลือ)-0.026(กระเทียม*เกลือ)	0.7788
กรดระเหยได้ (ร้อยละ)	= -0.0363+0.0025(กระเทียม)+0.0134(เกลือ)	0.8320
ค่าทางประสาทสัมผัส (ค่าสัดส่วนเฉลี่ย)		
กลิ่นหมัก	= 8.44-1.07(กระเทียม)-0.341(ข้าวเหนียว)+0.049(กระเทียม*ข้าวเหนียว)	0.6168

สมการถดถอยถอดรหัสที่ได้จะนำไปวาดกราฟพื้นที่การตอบสนองแสดงความสัมพันธ์ได้ดังภาพ 4.20 ถึงภาพ 4.24

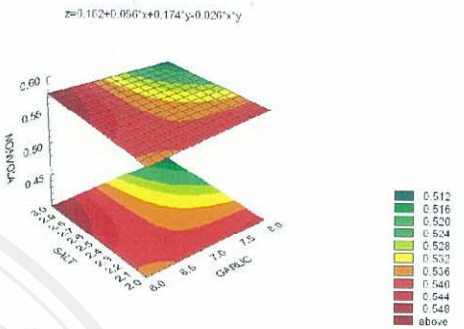
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



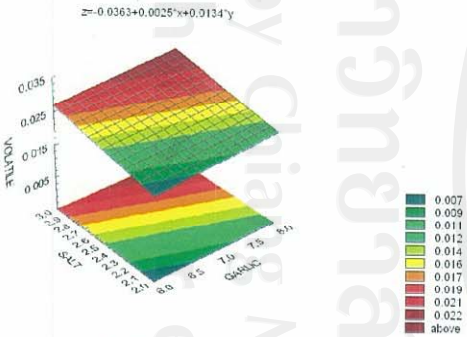
ภาพ 4.20 พื้นที่การตอบสนองต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณ กระเทียม และเกลือ



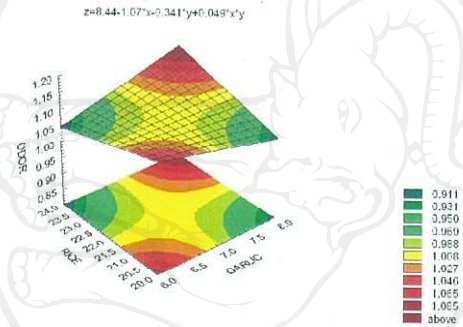
ภาพ 4.21 พื้นที่การตอบสนองต่อปริมาณกรดทั้งหมด ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณ ข้าวเหนียว และเกลือ



ภาพ 4.22 พื้นที่การตอบสนองต่อปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณ กระเทียม และเกลือ



ภาพ 4.23 พื้นที่การตอบสนองต่อปริมาณกรดที่ระเหยได้ ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณ กระเทียม และเกลือ



ภาพ 4.24 พื้นที่การตอบสนองต่อค่าทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหมัก ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเมื่อผันแปรปริมาณ กระเทียม และข้าวเหนียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 4.21 จะเห็นได้ว่าข้าวเหนียวแปรผกผันกับปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก โดยเมื่อเพิ่มปริมาณข้าวเหนียวจะทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่ง คาดว่า อาจเกิดเนื่องจากจุลินทรีย์แลคติคแอซิดที่ใช้เป็นส่วนผสมของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นนั้น นำข้าวเหนียวซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในผลิตภัณฑ์ไปใช้ได้ไม่หมด (ไพโรจน์ และคณะ, 2537) ซึ่งการที่เชื้อแลคติคแอซิดนำคาร์โบไฮเดรตไปใช้ไม่หมดนี่เอง จะทำให้เชื้อยีสต์ที่เป็นส่วนผสมของหัวเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นโดยเฉพาะ *Saccharomyces cerevisiae* ที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ (วราวุฒิ, 2538) นำไปใช้ต่อ โดยเอทิลแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้น มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ *Saccharomyces cerevisiae* และเชื้อจุลินทรีย์พวก *Candida* spp.จะมีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถใช้เอนไซม์ย่อยกรดอินทรีย์ต่างๆ เช่นกรดแลคติค กรดซิตริก และกรดอะซิติกได้ ซึ่งเมื่อยีสต์ใช้กรดต่างๆดังกล่าวมาแล้ว จะทำให้กรดในผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นน้อยลง (ไพรินทร์, 2544) ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักลดลง ส่วนเกลือนั้นแปรผกผันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก โดยการเพิ่มเกลือในผลิตภัณฑ์ จะส่งผลให้ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักลดลงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากแลคติคแอซิดแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์จะทำงานได้ลดลง ซึ่งความเข้มข้นของเกลือที่ดีที่สุดในการเจริญของเชื้อแลคติคแอซิดแบคทีเรีย คือช่วงร้อยละ 2 – 3 (Zaika *et al.*, 1978)

ปริมาณกระเทียม และเกลือแปรผันทางตรงกับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้ (ภาพ 4.22) และปริมาณกรดที่ระเหยได้ (ภาพที่ 4.23) ซึ่งการเพิ่มปริมาณกระเทียมและเกลือลงในผลิตภัณฑ์จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้ และปริมาณกรดที่ระเหยได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องมาจากกระเทียมเป็นตัวกระตุ้นแลคติคแอซิดแบคทีเรียให้ผลิตกรดในผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น (Zaika and Kissinger; 1979, 1984) ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย

ภาพที่ 4.24 กลิ่นหมักของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักจะแปรผกผันกับปริมาณกระเทียม และปริมาณข้าวเหนียว โดยการเพิ่มปริมาณกระเทียมและข้าวเหนียวจะส่งผลให้ค่าทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นหมักของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาสูตรการผลิตที่เหมาะสม ทำให้สามารถสรุปสูตรการผลิตของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักได้ดังตาราง 4.58

ตาราง 4.58 สูตรการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักโดยเทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

ส่วนผสมหลัก	ปริมาณที่ใช้ (ร้อยละ)
เนื้อปลายี่สก	100
ส่วนผสมอื่นๆ	**ปริมาณที่ใช้ (ร้อยละของเนื้อปลา)**
เกลือ	2.16
อังคัก	1.00
ข้าวเหนียว	21.66
กระเทียม	6.96
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	0.30
คาราจีแนน	0.10
แซนแทนกัม	0.10
เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น	**ปริมาณที่ใช้ (log cfu/g)**
Saccharomyces cerevisiae	1
Candida rugosa	1
Lactobacillus PS9	6
Lactobacillus PR13	5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.9 การศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสม

ศึกษากระบวนการผลิตไส้กรอกปลาหมัก โดยจะใช้สูตรที่ได้มาจากการทดลองตอนที่ 4.8 มาทำการผลิต ในสภาวะที่กำหนด คือ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยจะผันแปรเวลาที่ใช้ในการหมัก คือ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) (ไพโรจน์, 2547)

ตาราง 4.59 การศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

สิ่งทดลองที่	จำนวนซ้ำการทดลอง	เวลาที่ใช้ในการหมัก (ชั่วโมง)
1	3	24
2	3	48
3	3	72
4	3	96

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เคมี และกายภาพ ซึ่งผลการทดลองแสดงตาราง 4.60 ถึง ตาราง 4.62

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.60 ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่มีระยะเวลาการหมักต่างกันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลอง	สีแดง	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	กลิ่นหมัก	รสเปรี้ยว
1.1	0.94±0.16	0.90±0.16	0.95±0.13	0.94±0.19
1.2	0.97±0.14	0.93±0.16	1.03±0.11	0.98±0.10
1.3	1.07±0.15	0.97±0.17	1.12±0.15	1.03±0.11
ค่าเฉลี่ย	**0.99±0.07**[b]	**0.93±.04**	**1.03±0.09**	**0.98±0.05**[b]
2.1	0.97±0.16	0.87±0.17	0.99±0.07	1.08±0.10
2.2	1.03±0.17	0.92±0.16	1.06±0.07	1.10±0.15
2.3	1.08±0.19	0.95±0.14	1.06±0.14	1.12±0.17
ค่าเฉลี่ย	**1.03±0.06**[b]	**0.91±0.04**	**1.04±0.04**	**1.10±0.02**[a]
3.1	1.09±0.13	0.98±0.08	1.00±0.11	1.07±0.11
3.2	1.12±0.15	0.94±0.11	1.03±0.12	1.12±0.16
3.3	1.07±0.11	0.95±0.08	1.04±0.09	1.10±0.13
ค่าเฉลี่ย	**1.09±0.03**[ab]	**0.96±0.02**	**1.02±0.02**	**1.10±0.03**[a]
4.1	1.20±0.15	0.97±0.11	0.98±0.17	1.10±0.13
4.2	1.13±0.14	0.91±0.14	1.00±0.10	1.07±0.11
4.3	1.23±0.17	0.98±0.10	1.03±0.18	1.12±0.15
ค่าเฉลี่ย	**1.19±0.05**[a]	**0.95±0.04**	**1.00±0.03**	**1.10±0.03**[a]

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.60 (ต่อ) ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่มีระยะเวลาการหมักต่างกันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลอง	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความแข็ง	การยอมรับรวม
1.1	0.94±0.14	0.75±0.19	0.74±0.22	0.54±0.16
1.2	1.00±0.14	0.80±0.17	0.78±0.22	0.55±0.15
1.3	1.09±0.18	0.83±0.18	0.84±0.84	0.65±0.16
ค่าเฉลี่ย	**1.01±0.08** ^{b}	**0.79±0.04** ^{c}	**0.79±0.05** ^{c}	**0.58±0.06** ^{b}
2.1	1.02±0.11	1.01±0.10	1.10±0.10	0.70±0.16
2.2	1.14±0.17	0.99±0.16	1.16±0.15	0.70±0.16
2.3	1.18±0.21	1.03±0.13	1.14±0.17	0.67±0.16
ค่าเฉลี่ย	**1.11±0.08** ^{ab}	**1.01±0.02** ^{b}	**1.13±0.03** ^{b}	**0.69±0.02** ^{a}
3.1	1.06±0.12	1.07±0.12	1.27±0.20	0.69±0.16
3.2	1.07±0.09	0.98±0.14	1.12±0.19	0.66±0.18
3.3	1.16±0.16	1.02±0.09	1.19±0.20	0.72±0.19
ค่าเฉลี่ย	**1.10±0.06** ^{ab}	**1.02±0.05** ^{b}	**1.19±0.08** ^{b}	**0.69±0.03** ^{a}
4.1	1.20±0.19	1.10±0.17	1.47±0.18	0.57±0.17
4.2	1.15±0.18	1.08±0.17	1.42±0.16	0.59±0.15
4.3	1.13±0.19	1.11±0.15	1.45±0.20	0.58±0.19
ค่าเฉลี่ย	**1.16±0.04** ^{a}	**1.10±0.02** ^{a}	**1.45±0.03** ^{a}	**0.58±0.01** ^{b}

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.61 ค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่มีระยะเวลาการหมักต่างกันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ร้อยละ		
		กรดทั้งหมด	กรดระเหยไม่ได้	กรดระเหยได้
1.1	5.27±0.01	0.10±0.05	0.09±0.05	0.01±0.01
1.2	5.20±0.01	0.09±0.04	0.09±0.04	0.01±0.04
1.3	5.23±0.01	0.08±0.04	0.08±0.04	0.01±0.04
ค่าเฉลี่ย	**5.23±0.04** [a]	**0.09±0.10** [c]	**0.09±0.08** [c]	**0.01±0.02**
2.1	4.83±0.01	0.13±0.03	0.12±0.03	0.01±0.05
2.2	4.84±0.01	0.13±0.02	0.12±0.04	0.01±0.03
2.3	4.86±0.01	0.12±0.04	0.11±0.04	0.01±0.05
ค่าเฉลี่ย	**4.84±0.02** [b]	**0.12±0.07** [b]	**0.12±0.08** [b]	**0.01±0.04**
3.1	4.73±0.01	0.15±0.05	0.12±0.05	0.01±0.09
3.2	4.77±0.01	0.14±0.04	0.13±0.04	0.01±0.08
3.3	4.82±0.01	0.13±0.04	0.13±0.04	0.01±0.04
ค่าเฉลี่ย	**4.77±0.21** [c]	**0.14±0.07** [a]	**0.13±0.04** [a]	**0.01±0.03**
4.1	4.77±0.01	0.15±0.05	0.13±0.05	0.01±0.09
4.2	4.79±0.01	0.14±0.04	0.13±0.04	0.01±0.07
4.3	4.82±0.01	0.16±0.02	0.16±0.02	0.01±0.02
ค่าเฉลี่ย	**4.79±0.02** [bc]	**0.15±0.10** [a]	**0.14±0.12** [a]	**0.01±0.02**

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.62 ค่าสังเกตทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่มีระยะเวลาการหมักต่างกันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

สิ่งทดลอง	ค่า L	สี a	สี b	แรงเฉือน (นิวตัน)
1.1	48.19±0.81	19.76±0.09	12.50±0.15	22.36±12.24
1.2	47.14±0.95	19.68±0.14	12.39±0.23	17.93±8.50
1.3	44.94±0.66	20.16±1.59	12.29±0.60	24.16±13.75
ค่าเฉลี่ย	**46.76±1.66** ^{c}	**19.87±0.26** ^{a}	**12.39±0.11** ^{b}	**21.48±3.21** ^{c}
2.1	48.23±0.85	18.48±0.39	12.91±0.47	38.53±17.88
2.2	49.21±0.37	18.83±0.14	13.29±0.16	34.50±21.71
2.3	47.50±1.88	17.26±0.69	11.26±0.63	26.94±6.59
ค่าเฉลี่ย	**48.31±0.86** ^{bc}	**18.19±0.82** ^{b}	**12.49±1.08** ^{b}	**33.32±5.88** ^{b}
3.1	49.22±0.80	18.45±.50	15.25±0.69	26.41±6.66
3.2	50.43±1.34	18.30±0.37	13.84±0.60	30.56±4.19
3.3	51.41±1.86	17.39±0.27	13.49±0.90	27.93±5.46
ค่าเฉลี่ย	**50.35±1.10** ^{ab}	**18.05±0.57** ^{b}	**14.19±0.93** ^{a}	**28.30±2.10** ^{bc}
4.1	52.43±0.55	16.84±1.04	13.01±0.97	53.35±11.35
4.2	53.54±1.71	16.52±0.42	13.56±0.91	51.52±7.50
4.3	51.54±2.12	16.74±0.29	12.82±0.56	45.52±12.06
ค่าเฉลี่ย	**52.50±1.00** ^{a}	**16.70±0.16** ^{c}	**13.13±0.38** ^{ab}	**50.13±4.10** ^{a}

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 4.60 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่มีระยะเวลาการหมักต่างกันจะให้ค่าสีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเปรี้ยว รสเค็ม ความแน่นเนื้อ ความแข็ง และการยอมรับโดยรวมที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ทำให้ค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เวลาในการหมัก 24 และ 48 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.99±0.07 และ 1.03±0.06 รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ใช้เวลาหมัก 72 และ 96 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 1.09±0.03 และ 1.19±0.05 ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ทำให้รสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เวลาในการหมัก 24

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.98±0.05 รองลงมา คือสิ่งทดลองที่ใช้เวลาหมัก 48, 72 และ 96 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 1.10±0.02, 1.10±0.03 และ 1.10±0.03 ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ทำให้รสเค็มของผลิตภัณฑ์มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เวลาในการหมัก 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 1.01±0.08 รองลงมา คือสิ่งทดลองที่ใช้เวลาหมัก 72, 48 และ 96 ชั่วโมง 1.10±0.06, 1.11±0.08 และ 1.16±0.04 ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ทำให้ความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เวลาในการหมัก 48 และ 72 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.01±0.02 และ 1.02±0.05 รองลงมา คือสิ่งทดลองที่ใช้เวลาหมัก 96 และ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.10±0.02 และ 0.79±0.04 ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ทำให้ความแข็งของผลิตภัณฑ์ มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เวลาในการหมัก 48 และ 72 ชั่วโมง ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 1.13±0.03 และ 1.19±0.08 รองลงมา คือสิ่งทดลองที่ใช้เวลาหมัก 24 และ 96 ชั่วโมงชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.79±0.05 และ 1.45±0.03 ตามลำดับ สิ่งทดลองที่ทำให้ค่าการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ใช้เวลาในการหมัก 48 และ 72 ชั่วโมง ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 0.69±0.02 และ 0.69±0.03 รองลงมา คือสิ่งทดลองที่ใช้เวลาหมัก 24 และ 96 ชั่วโมงชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 0.58±0.06 และ 0.58±0.01 ส่วนในด้านของความเป็นเนื้อเดียวกัน และกลิ่นหมักนั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างสิ่งทดลองที่ทำการทดลอง

จากค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสที่ทำให้สิ่งทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) จะพิจารณาเลือกระยะเวลาในการหมักผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ มีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุดคือ คือ พิจารณาเลือกใช้เวลาในการหมักผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสด้านสีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหมัก รสเปรี้ยว รสเค็ม ความแน่นเนื้อ ความแข็ง และการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 1.03±0.06, 0.91±0.04, 1.04±0.04, 1.10±0.02, 1.11±0.08, 1.01±0.02, 1.13±0.03 และ 0.69±0.02 ตามลำดับ และในการทดลองต่อไปจะใช้เวลาในการหมักผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ตาราง 4.61 เมื่อใช้เวลาในการหมักผลิตภัณฑ์ 48 ชั่วโมงจะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณร้อยละของกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติค และปริมาณร้อยละของกรดที่ระเหยไม่ได้ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกับสิ่งทดลองที่ใช้เวลาในการหมักผลิตภัณฑ์ 24, 72 และ 96 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยการหมักผลิตภัณฑ์ 48 ชั่วโมงทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4.84±0.02 มีปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติค และกรดที่ระเหยไม่ได้ มีค่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เท่ากับร้อยละ 0.12±0.07 และ 0.11±0.08 ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดที่ระเหยได้นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p>0.05$) ระหว่างสิ่งทดลองทั้งหมดที่ได้ทำการทดลอง การหมักผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 48 ชั่วโมงจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดที่ระเหยได้เท่ากับร้อยละ 0.01±0.04

ตาราง 4.62 การหมักผลิตภัณฑ์ 48 ชั่วโมงจะทำให้ค่า L, สี a, สี b และค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับสิ่งทดลองที่ใช้เวลาในการหมักผลิตภัณฑ์ 24, 72 และ 96 ชั่วโมง โดยผลิตภัณฑ์ที่มีระยะเวลาในการหมัก 48 ชั่วโมงจะมีค่า L, สี a, สี b และค่าแรงเฉือน (นิวตัน) เท่ากับ 48.31±0.86, 18.19±0.82, 12.49±1.08 และ 33.32±5.88 ตามลำดับ

4.10 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุ

ศึกษาระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมก่อนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก โดยจะใช้สูตรที่ได้มาจากการทดลองตอนที่ 4.8 และระยะเวลาการหมักจากการทดลองตอนที่ 4.9 มาทำการผลิตในสภาวะที่กำหนด คือ หมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมงก่อนนำมานึ่ง โดยจะผันแปรเวลาที่ใช้ในการนึ่ง (97.8 องศาเซลเซียส) คือ 15, 20 และ 25 นาที โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) (ไพโรจน์, 2547)

ตาราง 4.63 การศึกษาระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

สิ่งทดลองที่	จำนวนซ้ำการทดลอง	เวลาที่ใช้ในการนึ่ง (นาที)
1	3	15
2	3	20
3	3	25

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทางเคมี ทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์ซึ่งผลการทดลองแสดงตาราง 4.64 ถึง ตาราง 4.67

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.64 ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อก่อนการบรรจุ

สิ่งทดลอง	สีแดง	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	กลิ่นหมัก	รสเปรี้ยว
1.1	1.03±0.16	0.83±0.20	0.96±0.17	1.04±0.16
1.2	0.96±0.20	0.78±0.21	0.96±0.21	1.08±0.10
1.3	0.97±0.17	0.85±0.14	0.98±0.15	1.01±0.15
ค่าเฉลี่ย	**0.99±0.04**	**0.82±0.04^{b}**	**0.97±0.01**	**1.04±0.04^{b}**
2.1	1.09±0.14	0.92±0.15	1.01±0.14	1.04±0.20
2.2	0.99±0.17	0.91±0.13	1.00±0.12	1.14±0.12
2.3	1.00±0.14	0.89±0.13	0.94±0.20	1.12±0.20
ค่าเฉลี่ย	**1.03±0.06**	**0.91±0.02^{a}**	**1.03±0.03**	**1.10±0.05^{ab}**
3.1	1.04±0.20	0.93±0.14	0.97±0.17	1.11±0.10
3.2	0.87±0.15	0.85±0.17	0.98±0.16	1.16±0.15
3.3	0.93±0.14	0.92±0.14	0.95±0.15	1.12±0.12
ค่าเฉลี่ย	**0.95±0.09**	**0.90±0.04^{a}**	**0.97±0.02**	**1.13±0.03^{a}**

สิ่งทดลอง	รสเค็ม	ความแน่นเนื้อ	ความแข็ง	การยอมรับโดยรวม
1.1	0.99±0.19	0.85±0.13	1.01±0.26	0.69±0.13
1.2	0.99±0.13	0.88±0.12	1.02±0.15	0.76±0.17
1.3	0.97±0.09	0.87±0.10	1.09±0.15	0.76±0.13
ค่าเฉลี่ย	**0.98±0.01**	**0.87±0.02^{b}**	**1.04±0.04^{b}**	**0.74±0.04**
2.1	1.04±0.21	0.92±0.15	1.19±0.21	0.70±0.17
2.2	1.00±0.12	0.93±0.07	1.10±0.15	0.71±0.15
2.3	1.04±0.14	0.90±0.10	1.15±0.20	0.70±0.14
ค่าเฉลี่ย	**1.03±0.02**	**0.92±0.02^{a}**	**1.15±0.05^{a}**	**0.70±0.01**
3.1	0.95±0.11	0.89±0.15	1.13±0.30	0.74±0.14
3.2	0.94±0.18	0.92±0.10	1.10±0.21	0.70±0.14
3.3	1.05±0.19	0.95±0.11	1.15±0.17	0.75±0.14
ค่าเฉลี่ย	**0.98±0.06**	**0.92±0.03^{a}**	**1.13±0.03^{a}**	**0.73±0.03**

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.65 ค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อก่อนการบรรจุ

สิ่งทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ร้อยละ กรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติค
1.1	4.77±0.01	0.13±0.01
1.2	4.85±0.01	0.15±0.02
1.3	4.83±0.01	0.14±0.04
ค่าเฉลี่ย	**4.82±0.04**	**0.14±0.01**
2.1	4.82±0.01	0.13±0.05
2.2	4.85±0.01	0.14±0.04
2.3	4.81±0.01	0.14±0.02
ค่าเฉลี่ย	**4.83±0.02**	**0.14±0.01**
3.1	4.78±0.01	0.13±0.03
3.2	4.87±0.01	0.14±0.02
3.3	4.87±0.01	0.14±0.04
ค่าเฉลี่ย	**4.84±0.01**	**0.14±0.01**

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.66 ค่าสังเกตทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อก่อนการบรรจุ

สิ่งทดลอง	ค่า L	สี a	สี b	แรงเฉือน (นิวตัน)
1.1	55.57±0.52	16.47±0.40	15.55±0.14	14.98±0.97
1.2	51.32±0.33	15.88±0.85	14.99±0.04	15.43±2.82
1.3	51.34±0.82	17.77±0.54	14.94±0.20	12.34±2.89
ค่าเฉลี่ย	**52.74±2.45**	**16.71±0.97**	**15.16±0.34**	**14.25±1.67**[b]
2.1	56.32±0.31	16.63±0.33	15.66±0.23	16.96±4.18
2.2	55.06±0.29	16.33±0.26	15.40±0.24	19.11±4.47
2.3	53.50±0.55	15.96±0.23	15.55±0.09	16.50±5.75
ค่าเฉลี่ย	**54.96±1.41**	**16.22±0.48**	**15.54±0.13**	**17.52±1.39**[a]
3.1	55.33±0.61	16.11±0.36	15.90±0.05	17.24±2.49
3.2	54.75±0.72	17.66±0.89	14.56±0.70	19.37±8.53
3.3	55.70±0.46	18.45±0.61	14.77±0.63	17.60±5.72
ค่าเฉลี่ย	**55.13±0.70**	**17.41±1.19**	**15.09±0.71**	**18.07±1.14**[a]

หมายเหตุ ในตารางแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ตัวอักษร a, b และ c ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าสิ่งทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 4.67 ค่าสังเกตทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่แปรผันระยะเวลาการฆ่าเชื้อก่อนการบรรจุ

สิ่งทดลอง	cfu / กรัม	
	ปริมาณยีสต์และรา	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด
1	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
2	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10
3	น้อยกว่า 10	น้อยกว่า 10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.64 จะเห็นได้ว่าระยะเวลาการนึ่งที่ต่างกันจะทำให้สิ่งทดลองมีคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเปรี้ยว ความแน่นเนื้อ และความแข็ง โดยระยะเวลาในการนึ่งที่นานขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์จะมีความเป็นเนื้อเดียวกัน รสเปรี้ยว ความแน่นเนื้อ และความแข็งมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก ความร้อนจะทำให้โปรตีนในกล้ามเนื้อปลาเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ และแข็งตัวเกิด Coagulation ซึ่งโปรตีนในเนื้อสัตว์จะเกิดการเสียสภาพได้ตั้งแต่อุณหภูมิ 57 -75 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) และการหดตัว (Shrinkage)(นิธิยา, 2545) ซึ่งการนึ่งมีผลทำให้เกิดการหดตัวของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักจากความร้อน ดังนั้นจึงส่งผลทำให้ค่าความเป็นเนื้อเดียวกัน ความแน่นเนื้อและความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์เกิดการระเหยออกไป ซึ่งทำให้ค่ารสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วยนั่นเอง

ตาราง 4.65 จะเห็นว่าระยะเวลาการนึ่งที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันในด้านความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณร้อยละของกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติค

ตาราง 4.66 จะเห็นว่าระยะเวลาการนึ่งที่ต่างกันส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีคุณลักษณะทางกายภาพในด้านแรงเฉือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการนึ่งที่ระยะเวลา 15 นาทีจะทำให้ค่าแรงเฉือนของสิ่งทดลอง แตกต่างกับสิ่งทดลองที่นึ่งที่ระยะเวลา 20 และ 25 นาที คือเมื่อระยะเวลาในการนึ่งนานขึ้นค่าแรงเฉือนที่ใช้ก็จะมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เกิดจากการที่โปรตีนเกิดการเสียสภาพดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องของค่าสังเกตทางประสาทสัมผัส

ตาราง 4.67 จะเห็นว่าทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าสังเกตด้านจุลินทรีย์ โดยในทุกๆสิ่งทดลองมีปริมาณยีสต์รา และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

ตาราง 4.64 จะพิจารณาเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักก่อนการบรรจุ คือการนึ่งเป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้ค่าสังเกตด้านประสาทสัมผัสที่ใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติของผู้บริโภคมากที่สุด มีค่าสังเกตทางเคมี (ตาราง 4.65) ที่ไม่ค่อยแตกต่างกันมากนักกับการนึ่งที่ระยะเวลา 20 และ 25 นาที และมีค่าสังเกตทางกายภาพ (ตาราง 4.66) ที่ไม่แตกต่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กันกับการนึ่งที่ระยะเวลา 20 และ 25 นาที อีกทั้งยังให้ค่าสังเกตทางจุลินทรีย์ที่ไม่แตกต่างกัน (ตาราง 4.67) และการนึ่งที่ระยะเวลา 15 นาทีจะช่วยประหยัดต้นทุนในการผลิตมากกว่าการนึ่งที่ระยะเวลา 20 และ 25 นาทีอีกด้วย

4.11 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักโดยใช้สูตรและกระบวนการผลิตจากตอนที่ 4.7 ถึงตอนที่ 4.10 หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส เคมี และกายภาพ โดยผลการทดลองแสดงดังตาราง 4.68 ถึง ตาราง 4.72

ตาราง 4.68 ค่าสังเกตทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมที่พัฒนาแล้วเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้พัฒนา

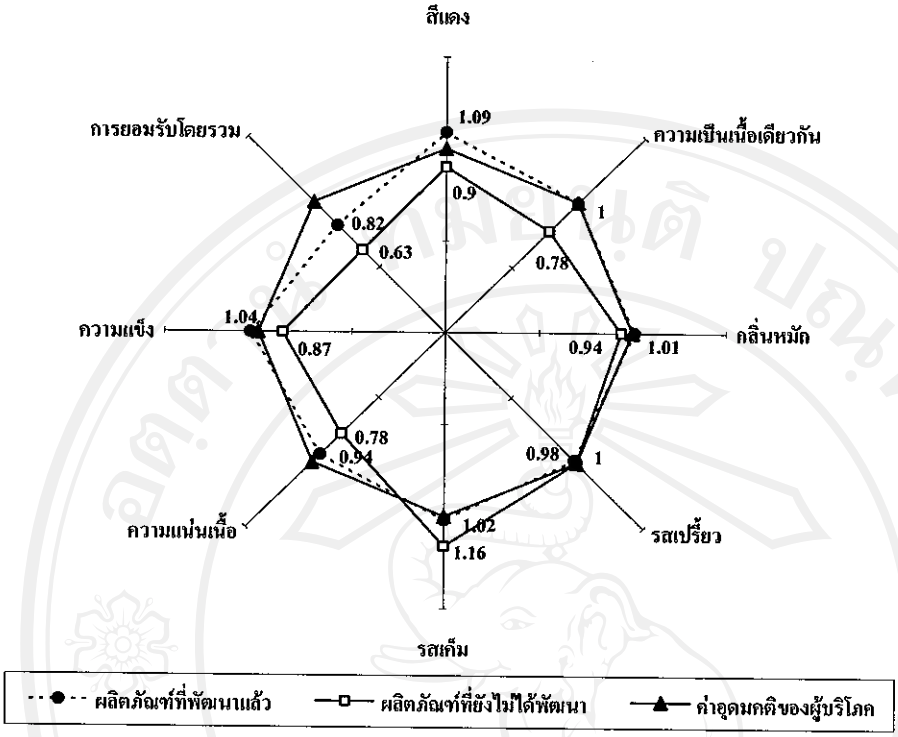
ค่าสังเกต	Ideal ratio scores	
	ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้ว	ผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้พัฒนา
สีแดง	1.09±0.18	0.90±0.15
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	1.00±0.11	0.78±0.14*
กลิ่นหมัก	1.01±0.11	0.94±0.17
รสเปรี้ยว	0.98±0.09	1.00±0.16
รสเค็ม	1.02±0.10	1.16±0.29
ความแน่นเนื้อ	0.94±0.06	0.78±0.14*
ความแข็ง	1.04±0.14	0.87±0.37
การยอมรับโดยรวม	0.82±0.10	0.63±0.15*

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* คือลักษณะที่มีความแตกต่างจากค่าในอุดมคติของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตาราง 4.68 นำค่า Ideal ratio scores ของแต่ละค่าสังเกตของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมที่พัฒนาแล้วกับผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้พัฒนาไปสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์เทียบกับค่าในอุดมคติของผู้บริโภคได้ดังภาพ 4.25

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.25 เค้าโครงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมที่พัฒนาแล้วและผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้พัฒนา เทียบกับค่าในอุดมคติของผู้บริโภค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.69 ค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

ค่าสังเกต	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้ต่อ 100 กรัมอาหาร
โปรตีน (ร้อยละ)	26.06±0.27
ไขมัน (ร้อยละ)	5.07±0.09
คาร์โบไฮเดรตที่เหลือ (ร้อยละ)	5.98±0.14
น้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)	4.76±0.01
ปริมาณน้ำ (ร้อยละ)	53.78±0.35
เถ้า (ร้อยละ)	4.36±0.04
ใยอาหาร (ร้อยละ)	0.01±0.01
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	67.87*
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	364.50*
เหล็ก (มิลลิกรัม)	2.10*
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	13.99*
ไทอะมีน (มิลลิกรัม)	0.04**
ความเป็นกรดเป็นด่าง	5.15 ± 0.01
กรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติค (ร้อยละ)	0.14 ± 0.01
ค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w)	0.84 ± 0.06

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

* ที่มา: ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร, 2549.

** ที่มา : สถานบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากนั้นนำค่าสังเกตทางเคมีที่วิเคราะห์ได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม (ตาราง 4.69) มาเปรียบเทียบกับข้อมูลทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ปลาส้มและผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงจะแสดงดังตาราง 4.70

ตาราง 4.70 ค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมเทียบกับผลิตภัณฑ์ปลาส้มและผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

ค่าสังเกต	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้ต่อ 100 กรัมอาหาร			
	ไส้กรอกปลาหมัก	ปลาส้มตัวเล็ก	ปลาส้มตัวใหญ่	ปลาแป้งแดง
พลังงาน	193	127	107	114
น้ำ (กรัม)	53.78	64.60	65.40	70.70
โปรตีน (กรัม)	26.06	16.50	19.40	4.90
ไขมัน (กรัม)	5.07	5.30	0.80	2.40
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	10.73	3.40	5.50	18.10
ใยอาหาร (กรัม)	0.01	0.10	0.10	0.10
เถ้า (กรัม)	4.36	10.20	4.90	3.90
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	67.87	-	55.00	813.00
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	364.50	509.00	157.00	115.00
เหล็ก (มิลลิกรัม)	2.10	3.20	1.60	2.50
วิตามินเอ (มิลลิกรัม)	0.01	0	43.00	0
ไทอะมิน (มิลลิกรัม)	0.04	0.03	0.05	0.11

หมายเหตุ ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงอ้างอิงจากกรมอนามัย, 2548.
- ไม่ได้วิเคราะห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.71 ค่าสังเกตทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

ค่าสังเกต	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้
ค่า L	46.06 ± 0.68
สี a	21.04 ±1.53
สี b	11.06 ± 0.58
แรงเฉือน (นิวตัน)	14.87 ± 3.55

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 4.72 ค่าสังเกตทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

ค่าสังเกต	ปริมาณที่วิเคราะห์ได้ (cfu / กรัม)
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	น้อยกว่า 10
ปริมาณยีสต์และรา	น้อยกว่า 10
Coliform bacteria และ *E. coli*	ไม่พบ
Anaerobic Thermophilic Bacteria	ไม่พบ
Anaerobic Mesophilic Bacteria	ไม่พบ

ตาราง 4.68 และภาพ 4.25 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้วจะมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ ได้แก่สีแดง ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่นหมัก รสเปรี้ยว รสเค็ม ความแน่นเนื้อ และความแข็งที่เข้าใกล้ค่าในอุดมคติของผู้บริโภคหรือ 1.00 โดยมีสัดส่วนเฉลี่ยของค่าสีแดงเท่ากับ 1.09±0.18 ความเป็นเนื้อเดียวกันเท่ากับ 1.00±0.11 กลิ่นหมักเท่ากับ 1.01±0.11 รสเปรี้ยวเท่ากับ 0.98±0.09 รสเค็มเท่ากับ 1.02±0.10 ความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.94±0.06 ความแข็ง 1.04±0.14 และค่าการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 0.82±0.10 ซึ่งคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆดังกล่าว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าในอุดมคติของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.69 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมมีค่าสังเกตทางเคมีดังนี้คือ มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 26.06 ปริมาณไขมันร้อยละ 5.07 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เหลือร้อยละ 5.98 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 4.76 ปริมาณน้ำร้อยละ 53.78 ปริมาณเถ้าร้อยละ 4.36 ปริมาณแคลเซี่ยม 67.87 มิลลิกรัม ปริมาณฟอสฟอรัส 364.50 มิลลิกรัม ปริมาณเหล็ก 2.10 มิลลิกรัม ปริมาณวิตามินเอ 13.99 ไมโครกรัม ปริมาณไทอะมิน 0.04 มิลลิกรัม ความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.15 ปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดแลคติคร้อยละ 0.14 และค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (a_w) เท่ากับ 0.84

ตาราง 4.70 เมื่อเทียบค่าสังเกตทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมกับผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงแล้วจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีปริมาณน้ำที่น้อยกว่า ซึ่งเกิดจากในกระบวนการการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักนั้นน้ำในผลิตภัณฑ์จะมีการระเหยออกในระหว่างขบวนการหมัก จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีปริมาณโปรตีน และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่มากกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มและผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง มีปริมาณไขมันน้อยกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวเล็ก แต่มากกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวใหญ่ และในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีปริมาณใยอาหารที่น้อยกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวเล็ก ผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวใหญ่ และในผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง ปริมาณเถ้าน้อยกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวเล็ก ผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวใหญ่ และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง ปริมาณแคลเซียมมากกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวใหญ่ แต่น้อยกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวเล็ก แต่มากกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวใหญ่ และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงมีปริมาณเหล็กน้อยกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวเล็ก และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง แต่มากกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวใหญ่ ปริมาณไทอะมิน น้อยกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวใหญ่แต่มากกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวเล็ก และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงมีปริมาณไทอะมินมากกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวเล็กแต่น้อยกว่าในผลิตภัณฑ์ปลาส้มตัวใหญ่และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง ซึ่งปริมาณของค่าสังเกตต่างๆทางเคมีที่วัดได้จากแต่ละผลิตภัณฑ์นั้น มีความแตกต่างกันเนื่องจากเป็นการคิดเทียบในตัวอย่างอาหาร 100 กรัม ซึ่งผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักมีปริมาณน้ำน้อยกว่าจึงทำให้มีปริมาณน้ำหนักแห้งที่มากกว่าด้วย โดยผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมัก ผลิตภัณฑ์ปลาส้ม และผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดงนั้นมีสูตรการผลิต มีปริมาณและชนิดของวัตถุดิบที่แตกต่างกันจึงทำให้มีค่าสังเกตต่างๆทางเคมีที่แตกต่างกันด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.71 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมจะมีค่า L เท่ากับ 46.06±0.68 ค่าสี a เท่ากับ 21.04±1.53 ค่าสี b เท่ากับ 11.06±0.58 และมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 14.87±3.55 นิวตัน

ตาราง 4.72 จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาหมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมจะมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคในด้านจุลินทรีย์ คือผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์ราน้อยกว่า 10 cfu/กรัม ตรวจไม่พบ Coliform bacteria, *E.coli,* Anaerobic Thermophilic Bacteria และ Anaerobic Mesophilic Bacteria

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved