สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ระดับการประเมินคุณภาพ
☐ ดีเยี่ยม ☑ ดีมาก
☐ ดี ☐ ปานกลาง

ผลของการเติมอินูลินต่อคุณภาพในด้านต่างๆ ของแหนมเสริมใยอาหาร

พนิดา หมื่นสมบัติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ชื่อเรื่อง

ผลของการเติมอินูลินต่อคุณภาพในด้านต่างๆ ของแหนมเสริมใยอาหาร

โดย

พนิดา หมื่นสมบัติ

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา แดงปรก)

วันที่ 26 เดือน ต.ค. พ.ศ. 53

กรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์ ดร.ธเนศ แก้วกำเนิด)

วันที่ 26 เดือน ต.ค. พ.ศ. 53

กรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์ ดร.มงคล ถิรบุญยานนท์)

วันที่ 26 เดือน ต.ค. พ.ศ. 53

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....

(อาจารย์ ดร.ฉวีวรรณ พันธ์ไชยศรี)

วันที่ 26 เดือน ต.ค. พ.ศ. 53

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร ยศราช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 4 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2553

ชื่อเรื่อง ผลของการเติมอินูลินต่อคุณภาพในด้านต่างๆ ของแหนมเสริมใยอาหาร

ชื่อผู้เขียน นางสาวพนิตา หมื่นสมบัติ

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา แดงปรก

บทคัดย่อ

งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแหนมเสริมใยอาหาร โดยในตอนแรก ได้ศึกษาถึงผลของกระเทียมต่อคุณภาพแหนม พบว่ากระเทียมมีผลต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของแหนม ($p \leq 0.05$) จากนั้นศึกษาผลของการเติมอินูลินที่มีจำหน่ายในทางการค้า 2 ชนิด คือ อินูลิน ตรา A และตรา B โดยการเติมในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมดเปรียบเทียบกับตัวอย่างแหนมที่ไม่เติมอินูลิน (ตัวอย่างควบคุม) พบว่าอินูลินมีผลให้มีค่าความเป็นกรด - เบสสูงกว่า และค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าสี (L* a* และ b*) แรงตัดขาด และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณอินูลินที่เพิ่มขึ้นทำให้มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของแหนมสูงกว่าตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$) เมื่อนำตัวอย่างแหนมทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ไปทำการทดสอบการยอมรับโดยใช้ผู้บริโภคจำนวน 108 คน ผลการทดลองพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับแหนมเสริมใยอาหารในทุกคุณลักษณะที่ทำการทดสอบ โดยมีคะแนนการยอมรับรวมอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ผลของการเก็บรักษาตัวอย่างแหนมในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย สำหรับผลของการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณลักษณะในด้านต่างๆ ของแหนมเปรียบเทียบกับตัวอย่างแหนมที่หมักตามธรรมชาติ พบว่าวิธีการหมักดังกล่าวไม่มีผลต่อค่าสี แรงตัดขาด ความสามารถในการอุ้มน้ำ จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างแหนมที่ได้ ($p > 0.05$) เมื่อทำการสำรวจถึงทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารจากผู้บริโภค 100 คน พบว่าราคาที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารขนาด 250 กรัม คือ 50 บาท เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารคือการอยากลองรับประทาน คิดว่าน่าจะมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นและมีประโยชน์มากกว่าแหนมทั่วไป ดังนั้นจึงสามารถใช้อินูลินในผลิตภัณฑ์แหนม เพื่อเป็นแหล่งของใยอาหาร โดยตัวอย่างแหนมที่เสริม

อินูลินตรา A ร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมด จะมีใยอาหารเท่ากับร้อยละ 3.78 ซึ่งสอดคล้องตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 (พ.ศ. 2541) เรื่องฉลากโภชนาการ ที่กำหนดว่าผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารต้องมีใยอาหารไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3

Title The Effect of Inulin Addition on Qualities of Dietary Fiber Supplemented Nham, A Thai Fermented Pork Sausage

Author Miss Panida Munsombat

Degree of Master of Science in Food Technology

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Wichittra Daengprok

ABSTRACT

This experiment aimed to study the production of dietary fiber fortified Nham, a Thai fermented pork sausage. First, the effect of garlic on Nham qualities was studied. Results showed that garlic had an affect on the physical and chemical properties of Nham ($p \leq 0.05$). Next, the effect of two types of commercial inulin (inulin brand A and brand B) added in Nham formulations at concentration of 2, 4, 6 and 8% by total weight was evaluated and compared with none inulin added sample (the control). Results showed that, inulin had an affect on increased pH and decreased total acidity (as% lactic acid) compared with the control ($p \leq 0.05$), but had no affect on color value (L*, a* and b*), cutting force and the total number of lactic acid bacteria. However, the increased amount of inulin in Nham caused a higher water holding capacity compared to the control ($p \leq 0.05$). For consumer acceptance of Nham (9 samples) from 108 consumers, results showed that consumer acceptance scores were in the range of slight to moderately acceptance. The Nham samples stored at refrigerated temperature for 4 weeks were found that it had a slight change of pH value and total acidity (as% lactic acid). For an effect of inoculums starter culture on Nham characteristics compared with natural fermentation of Nham, it was found that this method had not an affect on the color, cutting force, water holding capacity, the total number of lactic acid bacteria and sensory acceptability ($p > 0.05$). For the attitude survey on supplemented dietary fiber Nham from 100 consumers, it was found that optimal price of dietary fiber supplemented Nham weighing 250 grams was 50 baht. Reasons for buying dietary fiber supplemented Nham were taste, nutrition and more useful than general Nham consuming. Nham added 4% (by total weight) inulin brand A consisted of 3.78% dietary fiber, which conformed to the notification of the Ministry of Public Health No. 182 B.E.2541 (1998) Re:

Nutrition Labelling, determining that dietary fiber supplemented product must have at least 3% dietary fiber.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา แดงปรก ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนให้ความเอาใจใส่และคอยติดตามการทำวิจัย รวมถึงช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ธเนศ แก้วกำเนิด และอาจารย์ ดร.มงคล ถิรบุญยานนท์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำงานวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จอมดวง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และแก้ไขงานวิจัยเพื่อให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ที่ให้คำปรึกษา ให้ความสะดวกในการใช้สถานที่ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ รวมทั้งการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว.- อุตสาหกรรม (MAG Window I) ปี 2551 ร่วมกับบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด ที่ช่วยสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ทองดี หมื่นสมบัติ รวมถึงพี่สาวที่ได้ส่งเสริมสนับสนุน ให้กำลังใจ กำลังทรัพย์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ช่วยสนับสนุน เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือที่ดีตลอดมาจนกระทั่งงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

พนิดา หมื่นสมบัติ

ตุลาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
สารบัญตารางผนวก	(14)
สารบัญภาพผนวก	(15)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
แหนม	4
ใยอาหาร	12
อินูลิน	15
งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย	22
วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมี	22
วิธีการวิจัย	25
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	35
ผลของกระเทียมต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม	35
ผลของอินูลินต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม	42
ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของตัวอย่างแหนม	55
ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม	61
ผลการสำรวจทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหาร	71

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 73
สรุป 73
ข้อเสนอแนะ 74
บรรณานุกรม 75
ภาคผนวก 80
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และการนับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก 81
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างแหนม 86
ภาคผนวก ค แบบสอบถาม 89
ภาคผนวก ง คุณสมบัติของอินูลิน 95
ภาคผนวก จ ภาพประกอบการวิจัย 97
ภาคผนวก ฉ ตารางผลการทดลอง 104
ภาคผนวก ช ข้อมูลจากการสำรวจด้านประชากรศาสตร์ ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคแหนม 109
ภาคผนวก ซ ประวัติผู้วิจัย 119

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	คุณค่าทางโภชนาการของแหนม	12
2	ปริมาณของอินูลินและความยาวของสาย degree of polymerization	17
3	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ของอินูลินจากชิคอรี่ อินูลิน HP และโอลิโกฟรุคโตส	19
4	ตัวอย่างของอาหารที่มีการประยุกต์ใช้อินูลิน	20
5	แผนการทดลองแบบบล็อคสุ่มไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (BIB - Balanced Incomplete Block Design)	32
6	องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างแหนม	52
7	คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส รสชาติ ความเปรี้ยว และการยอมรับรวมของตัวอย่างแหนม	54
8	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อแหนมที่มีการเติมอินูลินตรา A ร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมดร่วมกับการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นและไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น	70

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	โครงสร้างของอินูลิน	15
2	กระบวนการผลิตแหนม	26
3	ผลของกระเทียมต่อค่าความเป็นกรด - เบสในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	36
4	ผลของกระเทียมต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	36
5	ผลของกระเทียมต่อค่า L* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	37
6	ผลของกระเทียมต่อค่า a* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	38
7	ผลของกระเทียมต่อค่า b* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	39
8	ผลของกระเทียมต่อค่าแรงดัดขาดในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	40
9	ผลของกระเทียมต่อค่าปริมาณน้ำที่ออกมาจากแหนมในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	41
10	ผลของกระเทียมต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	42
11	ผลของอินูลินต่อค่าความเป็นกรด - เบสในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	43
12	ผลของอินูลินต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง	44
13	ผลของอินูลินต่อค่า L* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	45

ภาพ		หน้า
14	ผลของอินูลินต่อค่า a* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง	46
15	ผลของอินูลินต่อค่า b* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง	47
16	ผลของอินูลินต่อค่าแรงตัดขาดในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	48
17	ผลของอินูลินต่อค่าปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	49
18	ผลของอินูลินต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	50
19	ผลของอินูลินต่อค่าความเป็นกรด - เบสในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	56
20	ผลของอินูลินต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	56
21	ผลของอินูลินต่อค่า L* ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	57
22	ผลของอินูลินต่อค่า a* ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	58
23	ผลของอินูลินต่อค่า b* ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	58
24	ผลของอินูลินต่อค่าแรงตัดขาดในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	59
25	ผลของอินูลินต่อค่าปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	60
26	ผลของอินูลินต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	61
27	ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่าความเป็นกรด - เบสในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	62

ภาพ		หน้า
28	ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	63
29	ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่า L* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	64
30	ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่า a* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	65
31	ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่า b* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	66
32	ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่าแรงตัดขาดในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	67
33	ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่าปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	68
34	ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	69
35	ความเป็นไปได้ในการซื้อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารเมื่อวางจำหน่าย	71
36	ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารจากการสำรวจผู้บริโภค 100 คน	72
37	เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารมารับประทานจากการสำรวจผู้บริโภค 100 คน	72

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	คุณสมบัติของอินูลินตรา A และตรา B	96
2	ผลของกระเทียมต่อคุณภาพแหนมที่หมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง	105
3	ผลของอินูลินต่อคุณภาพแหนมที่หมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง	106
4	ผลของอินูลินต่อคุณภาพแหนมที่เก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์	107
5	ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณภาพแหนมที่หมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง	108
6	ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคจากการสำรวจผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คน	111
7	การเรียงลำดับปัจจัยที่ใช้เลือกในการซื้อผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจผู้บริโภค 100 คน	116

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	อินูลินที่ใช้เติมในแหนม	98
2	เครื่องบดเนื้อ	98
3	เครื่องผสมแหนม	99
4	เครื่องบรรจุแหนม	99
5	เครื่องรัดปากหลอดแหนม	100
6	เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่ใช้เติมในแหนมของบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด	100
7	การบดเนื้อหมูของบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด	101
8	การผลิตแหนมของบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด	101
9	การบรรจุแหนมของบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด	102
10	ภาพแหนมตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างควบคุมไม่เติมกระเทียม	102
11	ภาพแหนมที่เติมอินูลินตรา A หรืออินูลินตรา B ในระดับต่างๆ	103
12	ความถี่ของการรู้จักคุณประโยชน์ของใยอาหารในด้านต่างๆ จากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน	112
13	ความถี่ของการรู้จักผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน	113
14	ร้อยละของการเคยซื้อผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารมารับประทานจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน	113
15	ความถี่ของความรู้สึกต่อการซื้อผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารมารับประทานจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน	114
16	ร้อยละของความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน	114
17	ความถี่ของการรับประทานผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน	115
18	สถานที่ที่ซื้อผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน	117
19	ความถี่ของชนิดของแหนมที่ผู้บริโภคทำการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจบริโภคจำนวน 100 คน	117

ภาพผนวก หน้า

20 การซื้อผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจผู้บริโภค 100 คน 118

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

แหนม เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักพื้นบ้านของไทย นิยมรับประทานกันมากทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้จากการนำหมูเนื้อแดงบดผสมกับหนังหมูต้มที่หั่นเป็นชิ้นบางๆ ข้าวสุก เกลือ โซเดียมไนเตรท และ/หรือโซเดียมไนไตรท์ เครื่องเทศ และเครื่องปรุงรสต่างๆ ในสัดส่วนและองค์ประกอบที่แตกต่างกันไปตามท้องถิ่น คลุกเคล้าให้เข้ากันดี บรรจุในถุงพลาสติกหรือห่อด้วยใบตองหลายๆ ชั้นมัดให้แน่น โดยให้มีอากาศน้อยที่สุด ทิ้งไว้ประมาณ 3 – 5 วัน ให้เกิดการหมักที่อุณหภูมิห้องจะได้แหนมที่มีรสเปรี้ยว นิยมนำมาบริโภคโดยไม่ผ่านการทำให้สุก หรือทำให้สุกโดยการนึ่งหรือทอด การหมักในช่วง 1 - 2 วันแรกพบ *Pediococcus cerevisiae* และ Heterofermentative lactobacilli เจริญและสร้างกรดขึ้นอย่างรวดเร็ว และในช่วงหลังจะพบ *Lactobacillus plantarum* และ *Lactobacillus brevis* เจริญต่อจากแบคทีเรียกลุ่มแรก แหนมที่หมักได้จะมีค่าความเป็นกรด - เบส ประมาณ 4.45 - 4.55 และพบว่ามีวิตามินบี 1 และบี 2 อยู่สูง

การผลิตแหนมโดยการหมักแบบธรรมชาติอาศัยเชื้อจุลินทรีย์จากธรรมชาติ โดยทั่วไปจะมีกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างใช้เวลานาน ประมาณ 3 - 5 วัน ขึ้นอยู่กับฤดูการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอ มีความปลอดภัยต่ำเนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *Escherichia coli* ที่มักปนเปื้อนจากการประกอบอาหารด้วยการใช้มือสัมผัส ถ้าคนปรุงและคลุกเคล้าในส่วนผสมของแหนม มีสุขลักษณะที่ไม่ดีเพียงพอ ไม่มีการล้างมือก่อนทำ และภาชนะที่ใช้สัมผัสแหนมระหว่างการผลิตไม่สะอาดพอ อาจทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอาการท้องเสียได้ นอกจากนี้ยังมีเชื้อ *Salmonella* spp. อีกชนิดหนึ่ง ที่อาจปนเปื้อนมาได้ ซึ่งอันตรายของเชื้อนี้คือเมื่อผู้บริโภคได้รับเชื้อเข้าไปจะทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ หลังจากร่างกายได้รับเชื้อนี้เข้าไปเป็นเวลาประมาณ 6 - 24 ชั่วโมง ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการนำเทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นมาใช้ เพื่อปรับปรุงคุณภาพแหนมให้ดีขึ้น และมีความปลอดภัยสูงจากเชื้อจุลินทรีย์ อีกทั้งมีลักษณะสีที่ปรากฏ และลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี มีอายุการเก็บรักษาที่ดีขึ้น

เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมที่นำมาใช้มี 2 ประเภทคือ เชื้อแบคทีเรียที่สามารถสร้างกรดแลคติกได้ เช่น *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus cerevisiae* ส่วนอีกประเภทหนึ่งจะเป็นแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ได้ ได้แก่ *Micrococcus varians*

แหนมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 20 และไขมันต่ำประมาณร้อยละ 10 แต่มีใยอาหารน้อยมาก ซึ่งใยอาหารมีคุณประโยชน์หลายประการ ได้แก่ ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยทำให้ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ได้ดีขึ้น ช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้และการเกิดถุงดันที่ลำไส้ใหญ่ ช่วยป้องกันโรคอ้วน อีกทั้งยังช่วยลดระดับน้ำตาลและอินซูลินในเลือด เพื่อเป็นการเพิ่มใยอาหารในผลิตภัณฑ์แหนมจึงต้องมีการเติมใยอาหารลงไป งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำใยอาหารชนิดต่าง ๆ เช่นใยอาหารจากธัญพืช ได้แก่ ข้าวโอ๊ต และใยอาหารจากผลไม้ ได้แก่ ลูกพีช แอบเปิ้ล และส้ม เป็นต้น นำมาใช้ในการเติมในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกต่างๆ โดยการใช้เป็นสารทดแทนไขมัน

อินูลิน เป็นใยอาหารที่สามารถละลายน้ำได้อีกชนิดหนึ่ง มีสมบัติเป็นพรีไบโอติกส์ ซึ่งเป็นสารหรือองค์ประกอบที่ไม่ถูกย่อยในทางเดินอาหาร และมีสมบัติในการช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้อินูลินยังมีประโยชน์อีกหลายประการเช่น ช่วยป้องกันโรคอ้วน ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน ลดไขมันในเลือดและลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ รวมทั้งเสริมสร้างภูมิป้องกันโรคให้ร่างกาย งานวิจัยที่ผ่านมามีเพียงการศึกษาถึงการเติมอินูลินในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก โดยใช้เป็นสารทดแทนไขมันและช่วยในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส แต่การศึกษาเกี่ยวกับการเติมอินูลินในผลิตภัณฑ์แหนมยังไม่มีใครทำการศึกษา ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการทดลองเติมอินูลินในผลิตภัณฑ์แหนม เพื่อเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งสำหรับผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการปรับปรุงสูตรของผลิตภัณฑ์แหนมอาจมีผลต่อกระบวนการหมักและคุณภาพของผลิตภัณฑ์แหนมที่ได้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของกระเทียมต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม
2. ศึกษาผลของอินูลินต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนมและอายุการเก็บรักษา
3. ศึกษาผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม
4. ศึกษาถึงทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหาร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหาร
2. ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ
3. เพิ่มมูลค่าและช่องทางการตลาดให้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักพื้นบ้านของไทย
4. นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

แหนม

แหนม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยเนื้อหมู ผสมหนังหมู และ/ หรือหูหมู จมูกหมู เติมเกลือ ข้าวสุก กระเทียมสดบด น้ำตาลทราย ผสมให้เข้ากัน อาจเติมพริกสดด้วยก็ได้ ห่อเป็นมัด หรือบรรจุในลักษณะอื่นๆ หมักจนได้รสเปรี้ยว แล้วอาจนำไปฉายรังสีด้วยก็ได้ ส่วนประกอบหลักของแหนมที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดประกอบไปด้วย เนื้อหมูไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 หนังหมูและ/หรือหูหมู จมูกหมูไม่เกินร้อยละ 40 เกลือสำหรับบริโภค กระเทียม ไนไตรท์ พริกสด และน้ำตาล (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [มอก.], 2547) แหนมนิยมบริโภคกันมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย นำมาบริโภคโดยไม่ผ่านการทำให้สุก (อรนุช, 2530) การหมักในช่วง 1 - 2 วันแรกพบ *Pediococcus cerevisiae* และ Heterofermentative lactobacilli เจริญและสร้างกรดขึ้นอย่างรวดเร็ว และในช่วงหลังจะพบ *Lactobacillus plantarum* และ *Lactobacillus brevis* เจริญต่อจากแบคทีเรียกลุ่มแรก แหนมที่หมักได้จะมีค่าความเป็นกรด - เบสประมาณ 4.45 - 4.55 และพบว่ามีไวตามินบี 1 บี 2 อยู่สูง (เยาวลักษณ์, 2536)

วัตถุดิบหลักในการผลิตแหนม

1. เนื้อหมู

เนื้อหมูควรปราศจากเชื้อโรคและพยาธิที่เป็นอันตรายมีจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการปนเปื้อนต่ำ มีค่าความเป็นกรด - เบสอยู่ในช่วง 5.7 – 5.9 เนื้อที่ใช้ควรปราศจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและไขมัน จึงนิยมใช้เนื้อส่วนสะโพกและขาหน้า ซึ่งเป็นเนื้อส่วนที่สามารถยึดเกาะน้ำได้ดี ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มฉ่ำน่ารับประทาน (เยาวลักษณ์, 2536)

2. หนังหมู

หนังหมูทั้งที่ติดอยู่กับเนื้อและที่แยกออกมาแล้วพบว่ามีการใช้มากในผลิตภัณฑ์เนื้อลดขนาด รัฐบาลของอังกฤษมีกฎหมายกำหนดไว้ถึงปริมาณการใช้หนังหมูในผลิตภัณฑ์โดยอนุญาตให้มีหนังอยู่ในเนื้อสำหรับผลิตภัณฑ์ในปริมาณร้อยละ 8 - 10 ของเนื้อสัตว์ สำหรับ United Kingdom Food Standard Committee ของประเทศอังกฤษ ได้อนุญาตให้มีการใช้หนังหมูใน

ผลิตภัณฑ์เนื้อแดงได้ไม่มากกว่าร้อยละ 10 หนังหมูประกอบด้วยโปรตีนคอลลาเจน อิลัสติน และเรติคิวลินเล็กน้อย หนังหมูนับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะของแหนม หนังหมูจะช่วยเพิ่มความนุ่มเมื่อรับประทาน หนังหมูควรเป็นชนิดไม่มีขนและไม่มีไขมันติดอยู่และไม่หนาเกินไป (เยาวลักษณ์, 2536)

Visessanguan et al. (2005) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้เนื้อหมูบดและหนังหมูอัตราส่วน 4:6 5:5 6:4 7:3 และ 8:2 ในสูตรแหนม พบว่า เมื่ออัตราส่วนของหนังหมูเพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีปริมาณความชื้น ไขมันและค่าความเป็นกรด - เบสทั้งหมดเริ่มต้นของแหนมสูงกว่า และช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติในด้านความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยจะมีผลทำให้การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss) และมีปริมาณน้ำที่ออกมา (released water) ลดลง แต่ไม่มีผลต่อคุณลักษณะต่างๆ ของแหนมในระหว่างกระบวนการหมัก

3. ข้าวสุก

สำหรับในแหนมนิยมใช้ข้าวสุกหรือข้าวเหนียวเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรทของกระบวนการหมักแหนม ไพโรจน์ และคณะ (2536) ศึกษาถึงแหล่งคาร์โบไฮเดรทที่เหมาะสมต่อการผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม พบว่าแหล่งของคาร์โบไฮเดรทจากการใช้ข้าวเจ้าร้อยละ 6 ในสูตรการผลิตแหนม ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แหนมที่มีคุณภาพที่ดีทั้งในแง่ของสี ความแน่นเนื้อ ความเปรี้ยว กลิ่นเครื่องเทศและการยอมรับรวมของผู้บริโภค

4. น้ำตาล

น้ำตาลหรือสารให้ความหวานที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดรสชาติ ในการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด เช่น ผลไม้แช่อิ่ม น้ำตาลมีบทบาทต่อการป้องกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการหมักเนื้อต่ำจนบางครั้งอาจเป็นส่วนช่วยทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดี และสามารถสร้างสารให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ (เยาวลักษณ์, 2536)

5. เกลือ

เกลือที่ใช้ในการแปรรูปเนื้อสัตว์ อยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์ หรือทราบกันในชื่อของเกลือแกง แต่เดิมมนุษย์ใช้เกลือเพื่อเป็นตัวป้องกันการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ การถนอมอาหารจำพวกโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ ปลา และจำพวกผักดองต่างๆ จะใช้เกลือในกระบวนการหมัก (curing) ซึ่งการหมักนี้อาจมีการเติมสารอื่น เช่นไนไตรท์ หรือไนเตรท และน้ำตาล เพื่อให้สีของอาหารหมักดีขึ้น ปริมาณการใช้เกลือในการหมักเนื้อจะใช้ที่ความเข้มข้นสูง โดยปกติต้องให้มีเกลือในผลิตภัณฑ์ปริมาณร้อยละ 6 จะทำให้เนื้อมีรสชาติเค็มจัด และลักษณะของผลิตภัณฑ์แห้ง มีผิวหน้าเหี่ยวย่นมองดูไม่น่ารับประทาน แต่ในปัจจุบันความก้าวหน้าทาง

เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามามีบทบาทต่อการถนอมรักษาเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้ที่อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นปริมาณการใช้เกลือจึงลดลงเพื่อให้รสชาติดีขึ้น ดังเช่นปริมาณเกลือที่เป็นที่ยอมรับกันในกลุ่มผู้บริโภค สำหรับแฮมควรมีเกลืออยู่ประมาณร้อยละ 3 และเบคอนควรมีเกลืออยู่ประมาณร้อยละ 2

ผลของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องของสี ปกติเกลือจะมีผลต่อการเกิดสีในผลิตภัณฑ์น้อยมาก เกลือที่มีแคลเซียมคลอไรด์อยู่ด้วยจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเหลืองอ่อนกลายเป็นสีขาว การรักษาสีของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะเนื้อสัตว์ สัตว์ปีกและปลา จะเติมเกลือของไนไตรท์หรือไนเตรทในระหว่างกระบวนการผลิต (ไพบูลย์, 2529)

6. ไนไตรท์ หรือไนเตรท

ส่วนใหญ่นิยมใช้ในรูปของเกลือโซเดียมไนไตรท์หรือโปตัสเซียมไนไตรท์ และเกลือโซเดียมไนเตรทหรือโปตัสเซียมไนเตรท

1. หน้าที่ของเกลือไนไตรท์และเกลือไนเตรท เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คือ

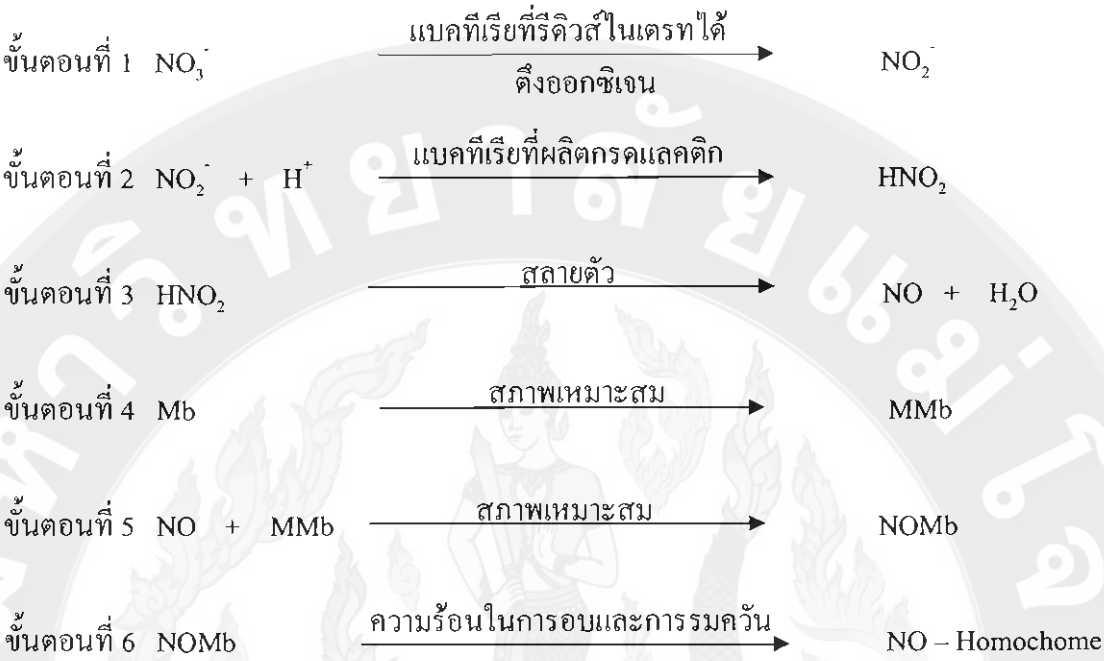
1.1 ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อมีสีแดง และรักษาสีแดงของผลิตภัณฑ์ทำให้มีความน่ารับประทานเพิ่มขึ้น

1.2 ช่วยเพิ่มรสชาติ และกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้มีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นที่ยอมรับสำหรับผู้บริโภคมากกว่าการใช้เกลือในการหมักเนื้อเพียงอย่างเดียว

1.3 ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และป้องกันการงอกของสปอร์ของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ โดยเฉพาะพวก *Clostridium botulinum*

1.4 ช่วยชะลอการหืนของไขมันในผลิตภัณฑ์เนื้อ โดยจะไปยับยั้งปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนของไขมัน (oxidative rancidity)

2. บทบาทของเกลือไนไตรท์และเกลือไนเตรทต่อการเกิดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อ มีผลมาจากการแตกตัวให้สารไนตริกออกไซด์ เพื่อเข้าทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบินดังปฏิกิริยาตามขั้นตอนต่อไปนี้ (Kramlich et al., 1973)



การใช้สารพวกไนไตรท์และไนเตรทแต่เดิมใช้เฉพาะดินประสิวซึ่งให้เกลือไนเตรท ต่อมาพบว่าการแตกตัวของไนเตรทให้ไนตริกออกไซด์ช้ามาก และต้องอาศัยจุลินทรีย์บางชนิดในเนื้อสัตว์ช่วยในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์เกิดสีแดงต้องใช้เวลานาน ถ้าการใช้ไนไตรท์และไนเตรทร่วมกันมีผลต่อการเร่งการแตกตัวของไนเตรท ทำให้เกิดการแตกตัวให้ไนตริกออกไซด์เร็วขึ้นและมากขึ้น จึงทำให้เกิดสีเร็วและมีไนเตรทเหลือตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยลง (เยาวลักษณ์, 2536)

ไพโรจน์ และคณะ (2538) ได้ทำการศึกษาถึงผลของโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ต่อการผลิตแหนม โดยใช้ในปริมาณที่แตกต่างกันในสูตรการผลิตแหนม ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ซึ่งใช้โซเดียมไนเตรท 500 ppm และ 200 ppm และใช้โซเดียมไนไตรท์ 200 ppm และ 100 ppm พบว่า สูตรการผลิตแหนมที่มีการใช้โซเดียมไนเตรท 500 ppm และโซเดียม ไนไตรท์ 200 ppm เป็นสูตรที่มีการยอมรับของผู้บริโภคค่อนข้างดี มีผลต่ออัตราเร็วในการสร้างสีชมพูแดงของผลิตภัณฑ์ที่ดีและรวดเร็วกว่าสูตรอื่นๆ

7. **ฟอสเฟต**

ฟอสเฟตเป็นสารประกอบที่ใช้เติมในน้ำหมักเนื้อเพื่อวัตถุประสงค์คือช่วยเพิ่มในด้านความสามารถในการอุ้มน้ำ (water – binding capacity) และจะทำให้เนื้อเกิดการหดตัว ทำให้เนื้อไม่สูญเสียน้ำหนักมากเกินไปขณะร้อน เนื้อมีความนุ่มและชุ่มน้ำเพิ่มขึ้น มีรสชาติดีขึ้น โดยสารประกอบฟอสเฟตพวก alkaline phosphate เท่านั้นที่เหมาะสมต่อการใช้เพื่อปรับปรุง

ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสัตว์ เพราะการใช้ acid phosphate จะทำให้ความเป็นกรด - เบส ทั้งหมดของเนื้อลดลง (เยาวลักษณ์, 2536)

8. เกลือของกรดแอสคอร์บิกและเออริธอร์บิก

เกลือของกรดแอสคอร์บิกและเออริธอร์บิก ที่ใช้ส่วนมากนิยมอยู่ในรูปของเกลือโซเดียม สำหรับกรดแอสคอร์บิกและเออริธอร์บิกไม่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ที่เติมไนไดรท์ เพราะจะทำปฏิกิริยากับไนไตรท์ทำให้เกิดเป็นไนตรัสออกไซด์ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ (เยาวลักษณ์, 2536)

9. เครื่องเทศ

เครื่องเทศ เป็นส่วนประกอบที่ช่วยในการปรับปรุงรสชาติ โดยทั่วๆ ไปที่ใช้มีกระเทียม พริกไทย และพริกขี้หนูสด

9.1 กระเทียม เป็นส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการผลิตแหนม กระเทียมที่เติมในส้มฟักและผลิตภัณฑ์ปลาหมักอื่นๆ ส่วนใหญ่ใช้เป็นสารเพิ่มกลิ่นรส (flavouring agent) โดยใช้เติมในระดับสูง (ร้อยละ2 - 6) (Paludam - Müllet et al.,1999) กระเทียมมีผลต่อจุลินทรีย์ 2 ทาง คือ มีผลในการเป็นสารต้านแบคทีเรียแกรมลบเนื่องจากว่ามี allicin (Nes and Skjelkvåle, 1982; Ankri and Mirelman, 1999; Benerjee and Sarkar, 2003) และมีบทบาทที่สำคัญต่อคุณภาพแหนม โดยมีผลในการกระตุ้นแบคทีเรียกรดแลคติกให้มีการเจริญ เนื่องจากประกอบด้วยแมงกานีส ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกระตุ้นให้มีการผลิตกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zaika and Kissinger, 1984)

ภาณิศา (2548) ได้รายงานว่ากระเทียมมีบทบาทต่อการเกิดรูปแบบของสารระเหยให้กลิ่นในแหนมมากที่สุด โดยที่แหนมหมักที่ไม่เติมกระเทียมพบการหายไปของสารประกอบซัลเฟอร์ 8 ชนิด

9.2 เครื่องเทศอื่นๆ เช่น พริกขี้หนู และพริกไทยป่น จากการทดลองของไพโรจน์ และคณะ (2536) พบว่าการใช้กระเทียมสดบดละเอียดร้อยละ 4 และพริกไทยป่นร้อยละ 0.05 ร่วมกับพริกขี้หนูสดบดละเอียดร้อยละ 2 มีผลต่อการผลิตกรดทำให้ความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้น และขณะเดียวกันค่าความเป็นกรด - เบสลดลง

10. เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

กระบวนการหมักของผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านในอดีต ขึ้นอยู่กับเชื้อเริ่มต้นในธรรมชาติที่ปะปนมากับวัตถุดิบและเครื่องมือ คุณภาพและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์มีความผันแปรค่อนข้างมาก ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการหมักไม่สามารถควบคุมได้ ในบางครั้งเชื้อเริ่มต้นในธรรมชาติอาจไม่เพียงพอต่อการหมักของผลิตภัณฑ์ได้ อีกทั้งในวัตถุดิบเริ่มต้นมีชนิดของ

เชื้อจุลินทรีย์หลายประเภท เชื้อหลักที่ก่อให้เกิดลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์อาจจะมีน้อย การแข่งขันการเจริญเติบโตจึงเกิดขึ้น ดังนั้นการปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค จึงได้มีการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในสูตรของการผลิตและควบคุมสภาพแวดล้อมของการหมัก (ไพโรจน์, 2534)

การใช้เทคโนโลยีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นสายพันธุ์เดียว (single starter culture) เช่น *Lactobaciius* sp. หรือ *Pediococcus* sp. ในการผลิตแหนมได้เริ่มทำการทดลองขึ้นในปี พ.ศ. 2538 (H - kittikun et al., 1988 อ้างโดย ไพโรจน์, 2534) พบว่าการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นดังกล่าวสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโทษได้ แต่มีคุณภาพในการยอมรับรวมของผู้บริโภคยังไม่ดีพอ ดังนั้นจึงมีการนำเอาเชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้น (mixed starter cultures) มาใช้กับการหมักแหนม

เชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้นที่ใช้ประกอบด้วย *Lactobacillus plantarum* จะมีผลให้มีการลดลงของค่าความเป็นกรด - เบสที่เร็วกว่า โดยในช่วงแรกของการหมัก *L. plantarum* จะทำการเปลี่ยนแหล่งคาร์บอนและข้าวสุกให้กลายเป็นกรดแลคติก เมื่อค่าความเป็นกรด - เบสลดลงเรื่อยๆ ทำให้โปรตีนถูกทำลายไป มีการเกิดเจลเกิดขึ้น ทำให้เนื้อเริ่มเหนียว และเชื้อ *Pediococcus cerevisiae* จะมีผลต่อการเกิดลักษณะเนื้อของแหนม ในช่วงหลังของการหมัก ด้วยเหตุนี้จึงมีการใช้เชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้นระหว่าง *L. plantarum* และ *P. cerevisiae* (ไพโรจน์, 2534; ไพโรจน์ และคณะ, 2536; ไพโรจน์ และคณะ, 2538)

เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นอีกประเภทหนึ่งคือ *Micrococcus varians* จะมีผลต่อการเปลี่ยนไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ ในช่วงแรกของการหมัก โดยจะเกิดขึ้น 2 - 16 ชั่วโมงแรกของการหมักไส้กรอกทั่วไป ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่า *M. varians* ควรมีกิจกรรมเกิดขึ้นก่อนที่จะถูกยับยั้งเนื่องมาจากสภาพสิ่งแวดล้อมเป็นกรดมากขึ้น เมื่อแหนมมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ไนไตรท์จะถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นไนตริกออกไซด์ซึ่งจะรวมตัวอยู่กับรงควัตถุในเนื้อ และเปลี่ยนเป็นสีชมพูของไนโตรโซไมโอโกลบิน ซึ่งการเกิดสีชมพูดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ดีที่ค่าความเป็นกรด - เบส 5.0 - 5.5 (ไพโรจน์, 2534; ไพโรจน์ และคณะ, 2536; ไพโรจน์ และคณะ, 2538)

พรรณรัตน์ (2552) ได้ทำการศึกษาถึงการคัดเลือกแบคทีเรียโปรไบโอติกส์กรดแลคติกจากแหนมพื้นบ้านมาพัฒนาใช้เป็นหัวเชื้อหมักในผลิตภัณฑ์แหนมเพื่อควบคุมเชื้อก่อโรคและเพิ่มมาตรฐานคุณภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่า การเติมหัวเชื้อหมักแบคทีเรียโปรไบโอติกส์กรดแลคติกในผลิตภัณฑ์แหนมทำให้มีปริมาณ *E. coli* ลดลงและแตกต่างจากชุดควบคุม

การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพแหนมในระหว่างกระบวนการหมัก

แหนมโดยปกติแล้วจะทำการหมักที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 - 5 วัน แหนมที่หมักได้จะมีค่าความเป็นกรด - เบส ประมาณ 4.4 - 4.8 มีค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.77 - 1.60 ในระหว่างกระบวนการหมักมีการเจริญของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องหลายชนิดที่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแบคทีเรียกรดแลคติก โดยจะทำการผลิตกรดอินทรีย์จากคาร์โบไฮเดรทและเป็นสาเหตุทำให้มีค่าความเป็นกรด – เบสลดลง ซึ่งมีผลทำให้มีสมบัติทางกายภาพ - เคมีของแหนมเกิดการเปลี่ยนแปลงแหนมในระหว่างกระบวนการหมัก

1. ค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)

ค่าความเป็นกรด - เบสของแหนมมีค่าลดลงและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น แหนมที่มีการเติมเชื้อ *Lactobacillus curvatus* มีค่าความเป็นกรด - เบสต่ำกว่าและมีค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ที่สูงกว่าตัวอย่างแหนมชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมเชื้อ โดยค่าความเป็นกรด-เบสลดลงถึง 4.6 ภายใน 72 48 และ 36 ชั่วโมง สำหรับแหนมที่ไม่มีการเติมเชื้อเริ่มต้น แหนมเติมเชื้อ *L. curvatus* ที่ระดับ 10^4 และ 10^6 CFU/g ตามลำดับ (Visessanguan et al., 2006)

2. สี

ค่าสี L* ของแหนมที่มีการหมักโดยวิธีธรรมชาติมีค่าลดลงในระหว่าง 12 ชั่วโมงแรกของกระบวนการหมัก และจากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดที่ 36 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะมีค่าคงที่ ค่าสี a* มีค่าเพิ่มขึ้นในระหว่าง 12 ชั่วโมงแรกของกระบวนการหมัก นอกจากนั้นยังพบว่าค่า b* มีค่าลดลงเล็กน้อยในระหว่าง 24 ชั่วโมงแรก และมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องไปจนกระทั่ง 36 ชั่วโมง (Visessanguan et al., 2004) ค่าสีของแหนมที่มีการเติมเชื้อ *L. curvatus* ในระหว่างกระบวนการหมักมีทั้งค่า L* และ a* เพิ่มขึ้นแต่มีค่า b* ลดลง การเดิมเชื้อ *L. curvatus* มีค่า L* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีค่า b* ลดลงในระหว่างกระบวนการหมักแหนม (Visessanguan et al., 2006)

3. การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณน้ำที่ออกมาและ expressible moisture

การสูญเสียน้ำหนักในผลิตภัณฑ์เนื้อส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียน้ำและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ปริมาณน้ำที่ออกมาโดยปกติแล้วมีความสัมพันธ์กับน้ำที่ยังคงเหลืออยู่ในหลอดแหนมและผิวหน้าของตัวอย่าง น้ำหนักของแหนมมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น Visessanguan et al. (2006) ได้รายงานว่าในระหว่างกระบวนการหมักแหนม ตัวอย่าง

แหนมที่มีการเติมเชื้อ *L. curvatus* มีการสูญเสียน้ำหนักที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างแหนมควบคุมที่ไม่มีการเติมเชื้อเริ่มต้น และปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมักและ expressible moisture มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของการสูญเสียน้ำหนัก นอกจากนี้แล้วยังพบว่าตัวอย่างแหนมที่ประกอบด้วยสัดส่วนของเนื้อหมูบดที่เพิ่มขึ้นจากสูตรปกติมีปริมาณของการสูญเสียน้ำหนักและปริมาณของน้ำที่ออกมามีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างแหนมอื่นๆ (Visessanguan et al., 2005)

4. เนื้อสัมผัส

แหนมที่หมักจนได้ค่าความเป็นกรด - เบสตามที่ต้องการ มีค่าเนื้อสัมผัสในทุกคุณลักษณะเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแหนมที่ยังไม่ผ่านกระบวนการหมัก เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นส่งผลให้แหนมมีลักษณะที่แน่น ยืดหยุ่น มีค่าความเกาะติดกัน (cohesive) ที่เพิ่มขึ้นและมีค่าความเหนียวติดกัน (adhesive) ลดลง แหนมมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใน 24 ชั่วโมงของกระบวนการหมัก ($p \leq 0.05$) (Visessanguan et al., 2004)

คุณค่าทางโภชนาการของแหนม

แหนมจัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูงซึ่งประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 20 - 22 (Visessanguan et al., 2005) คุณค่าทางโภชนาการของแหนม ตามฝ่ายวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้รายงานไว้แสดงในตาราง 1 พบว่า มีปริมาณความชื้นร้อยละ 62.8 โปรตีนร้อยละ 20.2 ไขมันร้อยละ 9.9 คาร์โบไฮเดรทร้อยละ 3.6 และเส้นใยหยาบร้อยละ 0.2 (กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2535)

ตาราง 1 คุณค่าทางโภชนาการของแหนม

องค์ประกอบ	ร้อยละ
ความชื้น	62.8
โปรตีน	20.2
ไขมัน	9.9
คาร์โบไฮเดรท	3.6
เส้นใยหยาบ (crude fiber)	0.2
เถ้า	3.3

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2535)

ใยอาหาร

ใยอาหาร เป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรท ที่ไม่สามารถย่อยสลายด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ เนื่องจากเอนไซม์ไม่สามารถย่อยสลายพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic bond) ในโมเลกุลของสารประกอบเหล่านี้ได้ จึงทำให้ใยอาหารเหล่านี้ไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย และเหลืออยู่ในระบบทางเดินอาหารพร้อมที่จะขับถ่ายออกมา ปริมาณใยอาหารที่เหมาะสมสำหรับคนปกติควรบริโภควันละ 25 - 30 กรัม แต่สำหรับคนที่เป็นโรคเบาหวานควรบริโภควันละ 35 - 50 กรัม (ดวงจันทร์, 2545) ใยอาหารจากพืชแบ่งตามคุณสมบัติ ได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) ใยอาหารประเภทนี้มีหลายชนิด เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน คิวตินและไข เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปอาหารจำพวกผักและธัญพืชมักพบปริมาณเซลลูโลสสูงถึงร้อยละ 20 - 50 ของน้ำหนักแห้งของพืชชนิดนั้นๆ (ไพโรจน์และเบญจวรรณ, 2539) ส่วนเฮมิเซลลูโลส คิวตินและไข มักพบแทรกอยู่ตามผนังเซลล์พืช แต่พบในปริมาณที่น้อยกว่า ส่วนลิกนินจะพบในพืชจำพวกไม้เนื้อแข็ง เป็นต้น ใยอาหารชนิดนี้มีบทบาทสำคัญในการดูดซับสารก่อมะเร็งและป้องกันการดูดซับน้ำตาลเข้าสู่ร่างกายจึงเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน (ดวงจันทร์, 2545) และอีกทั้งยังเป็นส่วนที่เพิ่มมวลให้กับอุจจาระและลดระยะเวลาที่ทำให้อุจจาระอยู่ในลำไส้ใหญ่

2. ใยอาหารที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber) ได้แก่ เพคติน มิวซิเลจส์ อินูลิน เบตา-กลูแคน และกัมชนิดต่างๆ พบได้ในพืช ผัก ผลไม้ต่างๆ ใยอาหารในกลุ่มนี้เมื่อละลายน้ำแล้วจะเพิ่มความข้นหนืดให้กับอาหาร ทำให้มีความรู้สึกอิ่มนาน (ผกาวดี, 2543) ใยอาหารชนิดนี้จะสามารถรวมกับน้ำในปริมาณมาก เกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่นและสามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า อีกทั้งมีคุณสมบัติในการลดระดับของน้ำตาลในเลือด รวมถึงการขจัดสารพิษจากโลหะบางชนิดได้ (ดวงจันทร์, 2545)

ปัจจุบันพฤติกรรมการบริโภคของคนไทยโดยเฉพาะวัยรุ่นเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากหันมานิยมวัฒนธรรมการบริโภคอาหารตามประเทศซีกโลกตะวันตกเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรสนิยมด้านการบริโภค อีกทั้งปัจจัยภาวะรีบเร่งของสังคมปัจจุบันทำให้คนไทยไม่มีเวลาในการจัดเตรียมอาหารแบบไทยๆ จึงหันมาบริโภคอาหารจานด่วนและอาหารถุงเพิ่มขึ้น นักวิจัยจึงมีการคิดค้นพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

Garcia et al. (2002) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการเติมใยอาหารจากธัญพืช ได้แก่ ข้าวสาลีและข้าวโอ๊ต และใยอาหารจากผลไม้ ได้แก่ พีช แอบเปิ้ล และส้ม โดยทำการเติมในระดับร้อยละ 1.5 และ 3 ในไส้กรอกหมักแห้งที่มีการใช้มันหมูแข็งร้อยละ 6 และ 10 พบว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีพลังงานลดลงถึงร้อยละ 35 การเติมใยอาหารร้อยละ 3 ให้คะแนนทางประสาทสัมผัสที่น้อยที่สุด ทรีตเมนต์ที่มีการใช้มันหมูแข็งร้อยละ 10 ร่วมกับใยอาหารร้อยละ 1.5 ให้ผลดีที่สุดซึ่งมีลักษณะที่คล้ายกับไส้กรอกที่มีไขมันในระดับสูง

Fernandez-Lopez et al. (2008) ได้ทำการศึกษาถึงการเติมใยอาหารจากส้ม (ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำผลไม้) โดยทำการเติมในระดับร้อยละ 0 1 และ 2 ในไส้กรอกหมักแห้ง (Spanish dry-fermented sausage) พบว่าการเติมใยอาหารมีผลต่อระดับของไนไตรท์ที่เหลือและจำนวนของ Micrococcaceae ในระหว่างกระบวนการหมัก และมีผลต่อค่าความเป็นกรด - เบส ค่ากิจกรรมของน้ำ ระดับของไนไตรท์ที่เหลือและจำนวนของ Micrococcaceae ในระหว่างกระบวนการทำแห้ง โดยที่ใยอาหารจากส้มมีผลทำให้ระดับของไนไตรท์ลดลงจึงทำให้มีความเสี่ยงต่อการการเกิดไนโตรซามีนลดลงและเมื่อทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าตัวอย่างไส้กรอกที่มีการเติมใยอาหารร้อยละ 1 ได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากตัวอย่างในชุดควบคุม

ประโยชน์ของใยอาหาร

การบริโภคใยอาหารที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของพืช ผักและผลไม้ พบว่ามีผลดีต่อสุขภาพ โดยทำให้สุขภาพของผู้บริโภคมีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงสมบูรณ์และปลอดภัยจากโรคภัย เช่น โรคความดันโลหิต โรคเส้นเลือด โรคหัวใจตีบตัน และโรคมะเร็ง เป็นต้น วันเพ็ญ (2541) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของใยอาหารต่อระบบสรีรวิทยาของร่างกาย ไว้ดังนี้

1. ลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด เฉพาะใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้แก่ เพคติน กัมชนิดต่างๆ เช่น guar gum หรือ bean gum การบริโภคใยอาหารที่เป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำได้ เช่น รำข้าวโอ๊ต หรือข้าวบาร์เลย์ ถั่วและผัก ซึ่งมีผลลดระดับของคอเลสเตอรอลในเลือดได้สูงถึงร้อยละ 25 แต่ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำไม่สามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้

2. การบริโภคใยอาหารที่ละลายน้ำได้ จะลดระดับน้ำตาลและอินซูลินในเลือดหลังการบริโภค

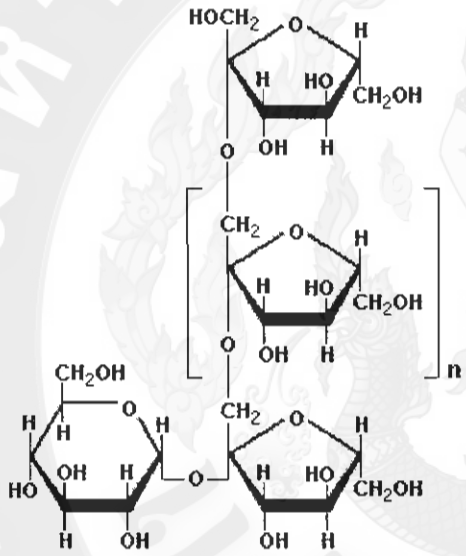
3. ช่วยทำให้ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ได้ดีขึ้น เนื่องจากอาหารที่มีใยอาหารมีผลทำให้ลำไส้ใหญ่ลด transit time เพิ่มน้ำหนักอุจจาระ และระบายบ่อยขึ้น ช่วยเจือจางปริมาณสารพิษในลำไส้ใหญ่ และทำให้การเตรียมสารสำหรับการถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่เป็นไปโดยปกติ

4. ช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้และการเกิดถุงดันที่ลำไส้ใหญ่ เนื่องจากการบริโภคใยอาหารน้อย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระบบย่อยอาหาร ลดการรวมตัวของกรดน้ำดี เพิ่มเวลาของอาหารที่ตกค้างในลำไส้ใหญ่ ลดน้ำหนักและปริมาณอุจจาระ ตลอดจนลดความถี่ของการขับถ่ายอุจจาระ จุลินทรีย์ถูกกระตุ้นโดยอาหารที่มีเส้นใยต่ำ ทำให้เกิดการรวมตัวของสารก่อมะเร็ง จุลินทรีย์เหล่านี้อาจช่วยป้องกัน หรือทำลายสารก่อมะเร็งได้ถ้ามีใยอาหารอยู่มากพอในอาหาร

5. ช่วยป้องกันโรคอ้วน เนื่องจากใยอาหารทำให้เกิด bulky ในกระเพาะอาหารจึงมีที่ว่างในกระเพาะอาหารน้อยลงที่จะบริโภคอาหารตามปกติ เพราะใยอาหารจะเข้าไปพองตัวในกระเพาะอาหารจึงรับประทานอาหารได้น้อยลง เป็นเหตุให้น้ำหนักตัวลดลง

อินูลิน

อินูลิน (Inulin) เป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดฟรุคแทนที่ถูกสะสมโดยธรรมชาติ พบในพืชหลายชนิด ประกอบด้วยน้ำตาลฟรุคโตส 2 - 60 หน่วย ที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β - (1, 2) glycosidic linkage โดยมีโมเลกุลของกลูโคสอยู่ที่ปลายข้างหนึ่ง (Roberfroid, 2005) ดังแสดงในภาพ 1 อินูลินเป็นใยอาหารที่มีสมบัติในการเป็นพรีไบโอติกส์



ภาพ 1 โครงสร้างของอินูลิน
ที่มา: Roberfroid (2005)

พรีไบโอดิกส์ คือส่วนที่ไม่ถูกย่อยได้ในระบบทางเดินอาหารเมื่อบริโภคเข้าไป จะถูกส่งไปที่ลำไส้ใหญ่และถูกหมักโดยแบคทีเรียที่มีอยู่ในร่างกาย (Gibson and Roberfroid, 1995) ซึ่งมีประโยชน์คือ ช่วยป้องกันโรคอ้วน ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน ลดไขมันในเลือด และลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ รวมทั้งเสริมสร้างภูมิป้องกันโรคให้ร่างกายเป็นต้น (Orafti, 2005 อ้างโดย นิมิตร และ สนั่น, 2549)

แหล่งของอินูลิน

1. พืช

อินูลินเป็นคาร์โบไฮเดรทชนิดที่พบได้มากในพืชดอก ส่วนใหญ่จะพบได้ทั้งในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ สำหรับที่พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโอ๊ต (*Avena sativa*) ข้าวบาร์เลย์ (*Hordeum vulgare*) ข้าวไรย์ (*Secale sativa*) และข้าวสาลี (*Triticum aestivum* และ *Triticum durum*) และพบได้ในใบและหัวของต้น leek (*Allium ampeloprasum*) ในหัวของหัวหอมและ shallot (*Allium cepa*) กระเทียม (*Allium sativum*) เป็นต้น (Roberfroid, 2005)

อินูลินที่พบในพืชใบเลี้ยงคู่ ส่วนใหญ่จะสะสมอยู่ในรากและหัวใต้ดินแต่จะไม่พบในใบของพืช เช่น ชิคอรี่ (*Cichorium intybus*) elecampane (*Inula hellenum*) dandelion (*Taraxacum offoconale*) Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) murmong (*Microseris lanceolata*) และ salsify (*Tragopogon porrifolius*) เป็นต้น (Roberfroid, 2005)

ปริมาณของอินูลินและความยาวของสายโซ่ (degree of polymerization; DP) ของอินูลินที่ได้จากพืชชนิดต่างๆ แสดงในตาราง 2 โดยพบว่าปริมาณอินูลินมีค่าอยู่ในช่วงน้อยกว่า 1 ถึง 20 กรัม/ 100 กรัมของน้ำหนักสด แต่ความยาวของสายโซ่ทั้งที่เป็นเส้นตรงหรือเป็นกิ่งก้านสาขาจะแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของพืช (Roberfroid, 2005)

Molina et al. (2005) ได้ทำการสกัดอินูลินจาก artichoke (*Cynara scolymus* L.) พบว่ามี DP เท่ากับ 46 ซึ่งมากกว่าอินูลินที่ได้จาก Jerusalem artichoke, chicory และ dahlia inulin

ตาราง 2 ปริมาณของอินูลินและความยาวของสาย degree of polymerization

ชนิดของพืช	อินูลิน กรัม/100 กรัม	ความยาวของสาย degree of polymerization (DP)
Globe Artichoke (*Cynara scolymus*)	2 - 7	DP ≥ 5 = ร้อยละ 95
กล้วย (*Musa cavendishii*)	± 1	DP ≥ 40 = ร้อยละ 87
บาร์เลย์ (*Hordeum vulgare*)	0.5 - 1	DP < 5 = ร้อยละ 100
	± 22	
ชิคอรี่ (*Cichorium intybus*)	15 - 20	DP < 40 = ร้อยละ 83
	ค่าเฉลี่ย 16.2	DP 2 - 65
กระเทียม (*Allium sativum*)	16	DP ≥ 5 = ร้อยละ 75
	ค่าเฉลี่ย 13	
Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*)	17 - 20.5	DP < 40 = ร้อยละ 94
		DP 2 - 5
		DP ≥40 = ร้อยละ 6
หอมหัวใหญ่ (*Allium cepa*)	1 - 7.5	DP 2 - 12

ที่มา : Roberfroid (2005)

2. เชื้อรา

ใน aspergillus หลายๆ สปีชีส์จะพบฟรุคแทนสะสมอยู่ แต่บางสปีชีส์สามารถสังเคราะห์ได้จากซูโครส โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Aspergillis sydowi* สามารถสังเคราะห์อินูลินที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่มากกว่าอินูลินที่ได้จากพืช แต่พวก penicillium pestalotiopsis myrothecium หรือ trichoderma ไม่สามารถสังเคราะห์อินูลินได้ ลักษณะที่เฉพาะของฟรุคแทนที่ได้จากเชื้อราส่วนใหญ่แล้วจะเป็นพวก trohalose (1 - 1 di - glucose) (Roberfroid, 2005)

3. แบคทีเรีย

Streptococcus mutant สามารถผลิตอินูลินชนิดฟรุคแทนได้ แบคทีเรีย 5 ตระกูลที่สามารถสังเคราะห์ฟรุคแทนได้ ได้แก่ Gram-negativc aerobic (Pseudomonadaceae) และ facultative anaerobic (Enterobacteraceae) rod และ cocci Gram-positive cocci (Streptococcaceae) endospore-forming rod และ cocci (Bacillaceae) และ Actinomycetaceca (Roberfroid, 2005)

อินูลินที่จำหน่ายในทางการค้า

อินูลินพบได้ในอาหารทั่วไปแต่มีในปริมาณต่ำ ส่วนอินูลินที่มีจำหน่ายในทางการค้าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 สกัดได้จากชิคอรี่ด้วยน้ำร้อน ได้สารผสมของอินูลินที่มีขนาดโมเลกุลหลายขนาด ซึ่งสามารถนำมาย่อยด้วยเอนไซม์อินูเลส (inuliase) ภายใต้สภาวะควบคุม เพื่อให้ได้โมเลกุลอยู่ในช่วงที่ต้องการ (วิจิตรา, 2553)

อินูลินที่มีจำหน่ายทางการค้ามี 2 ชนิด คืออินูลินสายสั้น มีขนาดโมเลกุลเฉลี่ยเท่ากับ 2 - 10 และอินูลินสายยาวมีขนาดโมเลกุลเฉลี่ยเท่ากับ 23 หรือมากกว่า ซึ่งอินูลินที่มีจำหน่ายในทางการค้า เช่น Raftiline®ST (Mendoza et al., 2001) Beneno ™ inulin (Orafti Active Food Ingredient) Frutafit®HD (บริษัทเฮล์มมหาบุญ) และ Fibruline®Instant (บริษัท Food Ingredient Technology) เป็นต้น

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของอินูลิน

อินูลิน มีลักษณะที่เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น มีความบริสุทธิ์สูงและทราบองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอน อินูลินมีรสชาติที่เป็นกลาง ปราศจากการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส เนื่องจากว่าอินูลินประกอบด้วยน้ำตาลฟรุคโตสและกลูโคส จึงทำให้มีรสหวานเล็กน้อย โดยจะหวานน้อยกว่าน้ำตาลซูโครสประมาณ 10 เท่า อินูลินสามารถละลายน้ำได้ปานกลาง โดยจะละลายน้ำได้มากที่สุดร้อยละ 10 ที่อุณหภูมิห้อง มีความหนืดค่อนข้างต่ำ (น้อยกว่า 2 mPa ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในน้ำ) เมื่อทำการผสมอินูลินกับน้ำหรือสารละลายอื่นๆ ที่เป็นของเหลวจะทำให้มีโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายครีม (creamy structure) จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเป็นสารทดแทนไขมันได้ร้อยละ 100 อินูลินเป็นสารที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเจลได้ดีเท่ากับพวกเจลาติน แอลจิเนต คาราจิแนน กัม และมอลโตเดกตริน และอีกทั้งยังช่วยในการปรับปรุงให้โฟมและอิมัลชันมีความคงตัว เมื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม table spread และซอส เป็นต้น (Franck and Coussement, 1997) อินูลินที่สกัดมาจากแหล่งที่แตกต่างกันจะมีคุณสมบัติทางเคมีที่คล้ายคลึงกันแต่จะมี DP ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่า อินูลิน HP จะมีค่า DP ที่มากกว่าอินูลินจากชิคอรี่ และโอลิโกฟรุคโตส อินูลินมีค่าความเป็นกรด - เบสอยู่ในช่วง 5 - 7 ส่วนใหญ่แล้วมีรสชาติที่เป็นกลางแต่จะมีโอลิโกฟรุคโตสที่มีรสหวานเล็กน้อยจึงนิยมนำไปใช้เป็นสารทดแทนน้ำตาล (Franck and DeLeenheer, 2002)

ตาราง 3 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ของอินูลินจากชิคอรี่ อินูลิน HP และ โอลิโกฟรุคโตส

	อินูลินจากชิคอรี่	อินูลิน HP	โอลิโกฟรุคโตส
DP_{av}	12	25	4
ปริมาณ (ร้อยละของวัตถุแห้ง)	92	99.5	95
วัตถุแห้ง (ร้อยละ)	95	95	95
น้ำตาล (ร้อยละของวัตถุแห้ง)	8	< 0.5	5
ค่าความเป็นกรดเบส (ร้อยละ10ในน้ำ)	5 - 7	5 - 7	5 - 7
เถ้า (ร้อยละของวัตถุแห้ง)	< 0.2	< 0.2	< 0.2
โลหะหนัก (ร้อยละของวัตถุแห้ง)	< 0.2	< 0.2	< 0.2
สี	ขาว	ขาว	ขาว
รสชาติ	ไม่หวาน	ไม่หวาน	หวานปานกลาง
ความหวานเทียบกับซูโครส	ร้อยละ 10	ไม่หวาน	ร้อยละ 35
ความสามารถในการละลายน้ำ (ร้อยละ ที่ 25 องศาเซลเซียส)	12	2.5	> 75
การประยุกต์ใช้ในอาหาร	แทนไขมัน	แทนไขมัน	แทนน้ำตาล

ที่มา : Franck and DeLeenheer (2002)

การประยุกต์ใช้อินูลินในผลิตภัณฑ์อาหาร

อินูลินถูกนำมาใช้เพื่อประโยชน์ในเชิงเทคนิคและเสริมสร้างโภชนาการที่ดีให้กับผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ดังแสดงในตาราง 4 ซึ่งในผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดก็จะมีวัตถุประสงค์ในการใช้ที่แตกต่างกันออกไป เช่น ในผลิตภัณฑ์นม ใช้เป็นสารที่ช่วยเพิ่ม body และช่วยในการทำให้โฟมมีความคงตัว ใช้เป็นสารทดแทนความหวานแทนน้ำตาลและเป็นสารทดแทนไขมัน สำหรับในผลิตภัณฑ์เนื้อนิยมนำมาใช้เป็นสารทดทนไขมันและช่วยในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส นอกจากนี้แล้วยังสามารถใช้เป็นสารเพิ่มปริมาตร (bulking agent) ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีแคลอรี่ต่ำ ใช้เป็นสารเชื่อมน้ำและสร้างลักษณะเนื้อสัมผัสให้ผลิตภัณฑ์อาหารและใช้เป็นสารยึดเกาะและเติมเต็มสำหรับการอัดเม็ต (Franck and Coussement, 1997)

ตาราง 4 ตัวอย่างของอาหารที่มีการประยุกต์ใช้อินูลิน

ผลิตภัณฑ์อาหาร	การประยุกต์ใช้
ผลิตภัณฑ์นม	Body และ mouth feel
	Foam stability
	สารทดแทนไขมันและน้ำตาล
Frozen desserts	สารทดแทนไขมันและน้ำตาล
	ใช้ร่วมกับสารให้ความหวาน
	เนื้อสัมผัสและการละลาย
Table spreads	ทดแทนไขมัน
	เนื้อสัมผัสและ spreadability
	ความคงตัวของอิมัลชัน
ขนมอบและขนมปัง	ทดแทนน้ำตาล
	เก็บความชื้น
ผลิตภัณฑ์ธัญชาติ	Crispness and expansion
ผลิตภัณฑ์เนื้อ	ทดแทนไขมัน
	เนื้อสัมผัสและการความคงตัว
ช็อกโกแลต	ทดแทนน้ำตาล
	คงตัวต่อความร้อน

ที่มา : Franck and Coussement (1997)

งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

Mendoza et al. (2001) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการใช้อินูลิน (Raftiline®ST) DP ประมาณ 10 แทนไขมันในไส้กรอกหมักแห้ง โดยใช้ในระดับร้อยละ 0 6 7 10 และ 11.5 พบว่า สามารถลดปริมาณไขมันลงได้ร้อยละ 40 - 50 มีพลังงานน้อยกว่าไส้กรอกหมักแห้งปกติถึงร้อยละ 30 และสามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไส้กรอกให้มีความเหนียวนุ่มและความชุ่มน้ำได้ดีเท่ากับไส้กรอกแห้งไขมันปกติ

Caceres et al. (2004) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการใช้ฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์สายสั้นในระดับร้อยละ 0 2 4 6 8 10 และ 12 ในไส้กรอกต้มสุก พบว่า พลังงานลดลงได้มากถึงร้อยละ 35 และให้ผลในด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมได้ดี ดังนั้นจึงสามารถใช้ฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์สายสั้นได้มากถึงร้อยละ 12 ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกต้มสุก

Garcia et al. (2006) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้อินูลินในระดับร้อยละ 0 2.5 5 และ 7.5 ในผลิตภัณฑ์เนื้อ (Spanish cooked meat product) โดยใช้ในลักษณะที่เป็นผงและเป็นเจล (gel form) ที่มีอินูลินร้อยละ 7.5 พบว่า การใช้อินูลินในรูปแบบผงในระดับร้อยละ 2.5 จะมีผลทำให้ค่าความแข็งของเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้น แต่เมื่อใช้ในรูปแบบเจลที่มีอินูลินร้อยละ 7.5 จะมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการใช้อินูลินในรูปแบบเจลจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีกว่า ดังนั้นจึงสามารถใช้อินูลินในผลิตภัณฑ์เนื้อได้มากถึงร้อยละ 7.5 โดยทำให้อยู่ในรูปของการเกิดเจลก่อน

Hadorn et al. (2008) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้อินูลินในระดับร้อยละ 0 4.5 และ 7.5 และเส้นใยจากข้าวสาลีในระดับร้อยละ 1.0 ในไส้กรอกต้มสุก (Lyoner sausage) การที่เลือกใช้ใยอาหารจากข้าวสาลีเนื่องจากว่าต้องการเปรียบเทียบถึงแหล่งของใยอาหารที่แตกต่างกัน จากผลการทดลอง พบว่า การใช้อินูลินร้อยละ 7.5 ในไส้กรอกมีผลทำให้มีปริมาณไขมันลดลงได้มากถึงร้อยละ 46 และมีปริมาณของใยอาหารที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าไส้กรอกที่มีการเติมใยอาหารจากข้าวสาลีและให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสคล้ายกับไส้กรอกไขมันสูง และตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการเติมใยอาหาร ดังนั้นจึงสามารถใช้อินูลินได้มากถึงร้อยละ 7.5 ในไส้กรอกต้มสุก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินวิจัย

วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมี

วัตถุดิบ

1. เนื้อหมูส่วนสะโพก
2. หนังหมูหั่นฝอย
3. พริกขี้หนูสด
4. กระเทียม
5. น้ำตาล
6. เกลือ
7. โซเดียมไนไตรท์
8. โซเดียมเออริธอร์เบท
9. โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต
10. อินูลิน ตรา A
11. อินูลิน ตรา B
12. หลอดพลาสติกบรรจุแหนม พร้อมลวดอะลูมิเนียมรัดปากหลอด
13. เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ชนิดเหลว

เครื่องมือ

1. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด - เบส (pH meter model 744; Metrohm, Herisau, Switzerland)
2. เครื่องวัดสี (Colorimeter: Jukitri - stimulus colorimeter model JC 801, Japan)
3. เครื่องวัดความแข็งแรงของวัสดุ (Lloyd Universal Testing Maehine model LR10K, Fareham: Hampshire, UK)
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical balance: Sartorius, Germany)
5. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Analytical balance: Sartorius, Germany)

6. เครื่องชั่งในครัวเรือนแบบสปริงขนาด 1000 กรัม (Mechanical Scales: Tanita, Japan)

7. เครื่องปั่น (Multi-Food Processors: Moulinex model AY46R4, China)

8. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl nitrogen equipment: Foss, Sweden)

8.1 เครื่องย่อยโปรตีน (Tecator: 2012 Digestion, Sweden)

8.2 เครื่องกลั่นโปรตีน (Kjeltec system: 1026 Distillation Unit, Sweden)

9. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Soxhtec system HT, Sweden)

9.1 หน่วยบริการ (1046 Service unit, Sweden)

9.2 หน่วยสกัด (Extraction unit, Sweden)

10. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Lenton Thermal Design รุ่น AWF 130-12, U.K.)

11. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven: Binder: Norway Termaks, Germany)

12. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator: memmert รุ่น 100-800, Germany)

13. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath: Tecator, Sweden)

14. ตู้ถ่ายเชื้อ (Lamina flow: Holten Laminar HB2472, Denmark)

15. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave: Harayama, Japan)

16. ไมโครปิเปต (Micropipette: Eppendorf, U.S.A.)

17. ตู้แช่เย็น (Refrigerator) (Sharp: SJ-48HD48H, Thailand)

18. เครื่องบดเนื้อ (Meat Grinder, ผลิตในประเทศไทย)

19. เครื่องนวดแหนม (Mixer, ผลิตในประเทศไทย)

20. เครื่องบรรจุไส้ (Savioli Manual Sausage Stuffer รุ่น 9V De Luxe, Italy)

อุปกรณ์

1. ภาชนะสำหรับอบหาความชื้น (Moisture can)

2. โถดูดความชื้น (Vacuum desiccator)

3. ทิมเบิล (Thimble)

4. หลอดทดลอง (Test tube)

5. บีกเกอร์ (Beaker)

6. กระบอกตวง (Cylinder)

7. กรวยบุชเนอร์ (Buchner funnel)

8. ช้อนตักสาร (Spatula)

9. ปิเปตทิป (Pipette tip)

10. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)

11. บิวเรต (Burette)

12. ไมโครปิเปต (Micropipette)

13. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)

15. ขวดน้ำกลั่น (Wash bottle)

16. ลูกยาง (Rubber)

17. หลอดหยด (Dropper)

18. กระดาษกรอง (Filter paper)

19. จานเพาะเชื้อ (Petridish)

20. ขวดดูแรน (Duran bottle)

21. อุปกรณ์งานครัว ได้แก่ มีด เขียง อ่างพลาสติก อ่างอลูมิเนียม กระชอน ไม้พาย หม้ออลูมิเนียม

22. อุปกรณ์การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ แก้วน้ำพลาสติก ถ้วยพลาสติก ช้อนพลาสติก ถาดพลาสติก กระดาษทิชชู สติกเกอร์แสดงรหัสตัวอย่าง กระดาษกาว ถาดสำหรับนำเสนอตัวอย่าง

24. แบบสอบถามสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

25. อุปกรณ์สำหรับเตรียมตัวอย่าง ได้แก่ เครื่องครัว

สารเคมี

1. เฮกเซน (Hexane, Lab - scan, Thailand)

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, Merck, Germany)

3. ฟีนอลฟทาลีน (Phenolpthalene, Merck, Germany)

4. โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท (Potassium hydrogen phthalate, Merck, Germany)

5. กรดบอริค (Boric acid, Merck, Germany)

6. โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green, Merck, Germany)

7. เมทิลเรด (Methyl red, Merck, Germany)

8. เอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 (95% Ethyl alcohol, commercial grade)

9. กรดซัลฟูริค (Sulfuric acid, Lab - scan, Thailand)

10. กรดไฮโดรคลอริค (Hydrochloric acid, Lab - scan, Thailand)

11. เจลแท็ปคะตะลิสต์ (Kjeltabs Catalysts: Potassium sulphate and Selenium, Tecator, Sweden)

12. แอลฟาอะไมเลส (Termamyl heat - stable α - amylase, Sigma, U.S.A.)

13. โปรตีเอส (Protease, Sigma, U.S.A)

14. อะไมโลกลูโคซิเดส (Amyloglucosidase, Sigma, U.S.A.)

15. อะซิโตน (Acetone, Lab - scan, Thailand)

16. โซเดียมฟอสเฟตไดเบสิกแอนไฮดรัส (Sodium phosphate dibasic anhydrous, Merck, Germany)

17. โซเดียมฟอสเฟตโมโนเบสิกโมโนไฮเดรต (Sodium phosphate monobasic monohydrate, Merck, Germany)

18. สารช่วยกรอง (Filter aid: Celite 545, Sigma, U.S.A.)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar (Himedia, India)

2. Peptone water (Himedia, India)

วิธีการวิจัย

ศึกษาผลของกระเทียมต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม

ทำการศึกษาถึงผลของกระเทียมต่อคุณภาพในด้านด่างๆ ของแหนม ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยตัวอย่างแหนมควบคุม (สูตรปกติ) และตัวอย่างแหนมควบคุมไม่เติมกระเทียม ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (replication) โดยทำการเตรียมตัวอย่างแหนม ดังนี้

ภาพ 2 กระบวนการผลิตแหนม

ศึกษาผลของกระเทียมต่อกระบวนการหมักแหนม โดยทำการสุ่มตัวอย่างแหนมที่ระยะเวลาในการหมัก 0 12 36 และ 60 ชั่วโมง มาทำการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) วิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี แรงตัดขาด และปริมาณน้ำที่ออกมาและนับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ดังวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์ทางเคมี

1.1 ค่าความเป็นกรด - เบส

นำตัวอย่างแหนมมาบดละเอียด ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 นำส่วนใสมาทำการวัดค่าความเป็นกรด - เบสโดยใช้ pH meter (Association of Official Analytical Chemist [AOAC], 1995)

1.2 ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)

นำตัวอย่างแหนมมาบดละเอียด ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 นำส่วนใส 20 มิลลิลิตร มาทำการไทเทรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.10 นอร์มัล จนจุดยุติเป็นสีชมพูโดยมีฟีนอลฟทาลินเป็นอินดิเคเตอร์ (AOAC, 1995)

$$\text{ค่าความเป็นกรดทั้งหมด} = \frac{0.1 \times \text{mL NaOH} \times \text{mL sample ที่เตรียม} \times 90.08 \times 100}{\text{g sample} \times \text{mL sample ที่ใช้ไทเทรต} \times 1000}$$

2. การวิเคราะห์ทางกายภาพ

2.1 ค่าสี

ทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าสีของตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมัก โดยทำการเลือกส่วนที่เป็นเนื้อหมูของตัวอย่างแหนมบดให้ละเอียด จากนั้นนำมาทำการวัดค่า ด้วยเครื่องวัดสี standard ที่ใช้ คือ white standard No. 7247 ซึ่งเป็นพลาสติก ค่าสีของ white standard คือ L* = 91.81 a* = -1.03 และ b* = 1.04 เมื่อค่า L* แสดงถึงค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ มีค่าตั้งแต่ 0 ซึ่งแสดงถึงสีดำ ถึง 100 แสดงถึงสีขาว ค่า a* แสดงถึงสีแดงของผลิตภัณฑ์ โดยที่ค่า a* เป็นบวกแสดงถึงค่าความเป็นสีแดงและค่า a* เป็นลบแสดงถึงความเป็นสีเขียวของผลิตภัณฑ์ และค่า b* แสดงถึงความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ โดยที่ค่า b* เป็นบวกแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีเหลือง แต่หากค่า b* มีค่าเป็นลบแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นสีน้ำเงิน illuminant คือ D65/10 (10° Daylight)

2.2 แรงตัดขาด

ทำการวัดค่าแรงตัดขาด โดยใช้เครื่องวัดความแข็งแรงของวัสดุ ขนาดของ load cell เท่ากับ 1 นิวตัน ความเร็วของใบมีดแบบสามเหลี่ยมเท่ากับ 150 มิลลิเมตร/นาที โดยทำการวัดตัวอย่างละ 10 ซ้ำ รายงานค่าเป็นแรงสูงสุดที่ใช้ในการตัดขาด (maximum cutting force)

2.3 ปริมาณน้ำที่ออกมา (released water)

ทำการวัดปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนม โดยดัดแปลงจากวิธีของ Visessanguan et al. (2004) ปริมาณน้ำที่ออกมามากกว่าแสดงว่ามีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่า และปริมาณน้ำที่ออกมาน้อยกว่าแสดงว่ามีความสามารถในการอุ้มน้ำมากกว่า มีขั้นตอนในการทำ คือ ทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างแหนมพร้อมหลอดบรรจุ (A) หลังจากนั้นทำการเอาหลอดบรรจุออก ใช้กระดาษกรองซับน้ำที่ซึมออกมาจากตัวอย่างแหนมและทำการชั่งตัวอย่างแหนม (B) ชั่งน้ำหนักหลอดบรรจุ (C) จากนั้นนำมาทำการคำนวณปริมาณน้ำที่ออกมา ตามสมการข้างล่างนี้

ปริมาณน้ำที่ออกมา (ร้อยละ) = $100\times\{(A-B)-C\}/(A-C)$.

3. จำนวนแบคทีเรียกรดแลกติก

ทำการเพาะเชื้อโดยวิธี pour plate โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป MRS agar ทำการควบคุมให้อยู่ในสภาวะปราศจากอากาศ โดยใช้อาหารสำเร็จรูป MRS agar ในปริมาณ 15 มิลลิลิตร เททับหน้าวุ้นที่แข็งแล้ว บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยคว่ำจานลง ทำการนับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อซึ่งมีปริมาณ 30-300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็น log cfu/g (AOAC, 1995)

4. การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

วางแผนการทดลองสำหรับการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด - เบส ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ค่าสี ค่าแรงตัดขาด ปริมาณน้ำที่ออกมาและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกของแหนมที่หมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมงแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างของหน่วยทดลองด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple ranges test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณทางสถิติ

ศึกษาผลของอินูลินต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม

ทำการศึกษาถึงผลของการเติมอินูลินในตัวอย่างแหนมต่อกระบวนการหมักคุณภาพทางเคมีของแหนมที่ได้ตลอดจนการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยทำการทดลองดังนี้

1. การเตรียมตัวอย่างแหนม

เตรียมตัวอย่างแหนม 9 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างแหนมควบคุม (ไม่เติมอินูลิน) ตัวอย่างแหนมเติมอินูลิน ตรา A หรืออินูลิน ตรา B ในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมด ส่วนผสมในสูตรและวิธีการดัดแปลงจาก Visessanguan et al. (2004) ซึ่งขั้นตอนในการทำผลิตภัณฑ์แหนมทำตามภาพ 2 บ่มแหนมที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างแหนมมาทำการวิเคราะห์ที่ 0 12 36 และ 60 ชั่วโมง เพื่อติดตามกระบวนการหมัก โดยทดลอง 3 ซ้ำ (replication)

2. ศึกษาผลของอินูลินต่อกระบวนการหมักแหนม

สุ่มเก็บตัวอย่างแหนมที่ 0 12 36 และ 60 ชั่วโมง ของการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส มาทำการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) วิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี แรงตัดขาด และปริมาณน้ำที่ออกมา และทำการนับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ดังรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้างต้น

วางแผนการทดลองสำหรับการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด - เบส ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ค่าสี แรงตัดขาด ปริมาณน้ำที่ออกมา และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกของแหนมที่หมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมงแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างของหน่วยทดลองด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple ranges test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณทางสถิติ

3. ศึกษาผลของอินูลินต่อคุณภาพของแหนม

เมื่อครบระยะเวลาในการหมักแหนมที่ 60 ชั่วโมง ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแหนมทั้ง 9 ตัวอย่าง ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า คาร์โบไฮเดรท และใยอาหารทั้งหมด โดยทำการวิเคราะห์ในตัวอย่างแหนมใน replication 2 และ 3 และวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังรายละเอียดดังนี้

3.1 องค์ประกอบทางเคมี

ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า ใยอาหารทั้งหมด และคาร์โบไฮเดรท ตามวิธีการของ AOAC (1995) ดังนี้

3.1.1 ปริมาณความชื้น

นำตัวอย่างแหนมมาบดละเอียด ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ใน moisture can ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนซึ่งผ่านการอบแห้งและทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วอบตัวอย่างในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักไว้ ทำการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ต่อจนน้ำหนักคงที่

3.1.2 ปริมาณไขมัน

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันในตัวอย่างแหนม โดยวิธี Direct solvent extraction methods ด้วย Soxtec extractor โดยใช้ hexane เป็นตัวทำละลายในการสกัด

3.1.3 ปริมาณโปรตีน

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน Kjeldahl apparatus ซึ่งประกอบด้วย Kjeltec system 1026 Distilling unit, Digestor unit และ Exhaust system 1013 Scrobber unit

3.1.4 ปริมาณเถ้า

นำตัวอย่างแหนมมาบดละเอียด ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ในครูซิเบิล ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน เผาตัวอย่างบนเตาเผาจนหมดควัน จากนั้นนำไปเผาต่อในเตาเผาเถ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งตัวอย่างเถ้าที่ได้มีสีขาว นำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักเถ้า

3.1.5 ปริมาณใยอาหารทั้งหมด

การวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fiber) โดยวิธี Enzymatic - gravimetric method

3.1.6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรท

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ไม่รวมใยอาหาร) หาได้จาก สูตรการคำนวณ ดังนี้

คาร์โบไฮเดรต = 100- (ความชื้น+เถ้า+ไขมัน+โปรตีน+ใยอาหารทั้งหมด)

3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์แหนมทั้ง 9 ตัวอย่าง โดยใช้แผนการทดลองแบบบล็อคสุ่มไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (BIB - Balanced Incomplete Block Design) (Prinyawiwatkul, 2002 อ้างโดย วิวัฒน์, 2549) เนื่องจากว่าตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวนที่ค่อนข้างมาก การชิมตัวอย่างพร้อมกันทีเดียวทั้งหมดอาจทำให้ผู้ชิมเกิดความเมื่อยล้า จึงใช้เทคนิค BIB มาใช้ในการเสิร์ฟตัวอย่างให้แก่ผู้ชิมเพราะว่าช่วยลดจำนวนตัวอย่างที่ทดสอบในแต่ละครั้งลงให้เหลือเพียง 2 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างทั้งหมดจะถูกนำเสนอให้แก่ผู้ทดสอบในลักษณะของแผนการทดลองแบบบล็อคสุ่มไม่สมบูรณ์แบบสมดุล

ในการทดสอบใช้ผู้ทดสอบประเภททั่วไปซึ่งไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวนทั้งหมด 108 คน (untrained panel) ผู้ทดสอบจะถูกสุ่มเพื่อรับการเสนอตัวอย่างตามวิธีในแผนมาตรฐาน ดังแสดงในตาราง 5 ผู้ทดสอบจะได้รับตัวอย่างพร้อมกันทั้งหมด และจะถูกขอให้ทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา ในการทดสอบจะใช้การให้คะแนนแบบ 9 - point hedonic scale (9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด) คุณลักษณะที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสคือ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส รสชาติ ความเปรี้ยวและการยอมรับรวม ดังแสดงในแบบสอบถามที่ 1 ภาคผนวก ค

ตาราง 5 แผนการทดลองแบบบล็อคสุ่มไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (BIB - Balanced Incomplete Block Design)*

ผู้ทดสอบคนที่	ตัวอย่างที่ได้รับ		ผู้ทดสอบคนที่	ตัวอย่างที่ได้รับ		ผู้ทดสอบคนที่	ตัวอย่างที่ได้รับ		ผู้ทดสอบคนที่	ตัวอย่างที่ได้รับ	
(1)	1	2	(10)	1	3	(19)	1	4	(28)	1	5
(2)	2	8	(11)	2	5	(20)	2	6	(29)	2	4
(3)	3	4	(12)	3	6	(21)	2	3	(30)	3	8
(4)	4	7	(13)	4	9	(22)	4	5	(31)	4	6
(5)	5	6	(14)	5	8	(23)	5	7	(32)	3	5
(6)	1	6	(15)	6	7	(24)	6	8	(33)	6	9
(7)	3	7	(16)	1	7	(25)	7	9	(34)	2	7
(8)	8	9	(17)	4	8	(26)	1	8	(35)	7	8
(9)	5	9	(18)	2	9	(27)	3	9	(36)	1	9

หมายเหตุ * คือ แผนการทดลองที่ประกอบด้วย 9 ตัวอย่าง จำนวนครั้งที่ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างถูกประเมินโดยผู้ทดสอบจะต้องเท่ากันโดยเท่ากับ 8 ครั้ง และใช้ผู้ทดสอบ 36 คน

ที่มา : Prinyawiwatkul (2002)

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของแหนม

ทำการศึกษาถึงผลของอินูลินต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

โดยในการศึกษาอายุการเก็บรักษานี้ใช้ตัวอย่างแหนม 9 ตัวอย่าง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างแหนมที่เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทุก 1 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์มาทำการวิเคราะห์ทางเคมีโดยการค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) และวิเคราะห์ทางกายภาพโดยการวัดค่าสี แรงตัดขาดและปริมาณน้ำที่ออกมา วิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาโดยการนับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ดังวิธีการดังกล่าวขั้นต้น

วางแผนการทดลองสำหรับการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด - เบส ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ค่าสี แรงตัดขาด ปริมาณน้ำที่ออกมาและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกของแหนมที่เก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างของหน่วยทดลองด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple ranges test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณทางสถิติ

ศึกษาถึงผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม

1. ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อกระบวนการหมักแหนม

ศึกษาถึงผลของการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อกระบวนการหมักโดยใช้ตัวอย่างแหนมจากบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมี 4 ตัวอย่าง ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 คือ ตัวอย่างควบคุม (ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นและไม่เติมอินูลิน ตรา A)

ตัวอย่างที่ 2 คือ ตัวอย่างแหนมเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นร่วมกับไม่เติมอินูลิน ตรา A

ตัวอย่างที่ 3 คือ ตัวอย่างแหนมไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นร่วมกับเติมอินูลิน ตรา A ร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมด

ตัวอย่างที่ 4 คือ ตัวอย่างแหนมเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นร่วมกับเติมอินูลิน ตรา A ร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมด

ทำการบ่มตัวอย่างแหนมที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างแหนมที่ 0 12 36 และ 60 ชั่วโมงของการหมัก ทำการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) วิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี แรงตัดขาด และปริมาณน้ำที่ออกมา และทำการนับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ดังรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้างต้น

วางแผนการทดลองสำหรับการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด - เบส ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ค่าสี แรงตัดขาด ปริมาณน้ำที่ออกมา และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกของแหนมที่หมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมงแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างของหน่วยทดลองด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple ranges test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณทางสถิติ

2. ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคต่อตัวอย่างแหนมที่มีการเติมอินูลินร่วมกับการใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นเปรียบเทียบกับการเติมอินูลินแต่ไม่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น ดังนั้นจึงทำการเลือกมาทำการทดลอง 2 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างแหนมไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นร่วมกับเติมอินูลิน ตรา A ร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมด และตัวอย่างแหนมเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นร่วมกับเติมอินูลิน ตรา A ร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมดมาทำการทดสอบ ตัวอย่างแหนมที่ใช้ในการทดลองนี้ได้รับการสนับสนุนจากบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด โดยใช้ผู้ทดสอบประเภททั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนทั้งหมดจำนวน 100 คน (untrained panel) ซึ่งเป็นนักศึกษาและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในการทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคใช้การให้คะแนนแบบ 9- point hedonic scale (9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด) คุณลักษณะที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสคือ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส รสชาติ ความเปรี้ยวและการยอมรับรวม ดังแสดงในแบบสอบถามที่ 1 ภาคผนวก ค วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างของหน่วยทดลองด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณทางสถิติ

การสำรวจทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหาร

ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงข้อมูลด้านทัศนคติ พฤติกรรมการบริโภคและความต้องการผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารในอนาคตเมื่อมีการวางจำหน่าย ทำการสำรวจ โดยใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายซึ่งเป็นผู้ที่รู้จักผลิตภัณฑ์แหนมและมีรายได้จากการประกอบอาชีพ จำนวน 100 คน ในเขตมหาวิทยาลัยแม่โจ้และบริเวณใกล้เคียง แบบสอบถามที่ใช้ในการสำรวจแสดงในแบบสอบถามที่ 2 ภาคผนวก ค ทำการรวบรวมข้อมูลมาประเมินผลโดยใช้การวิเคราะห์ความถี่

บทที่ 4
ผลการวิจัย และวิจารณ์

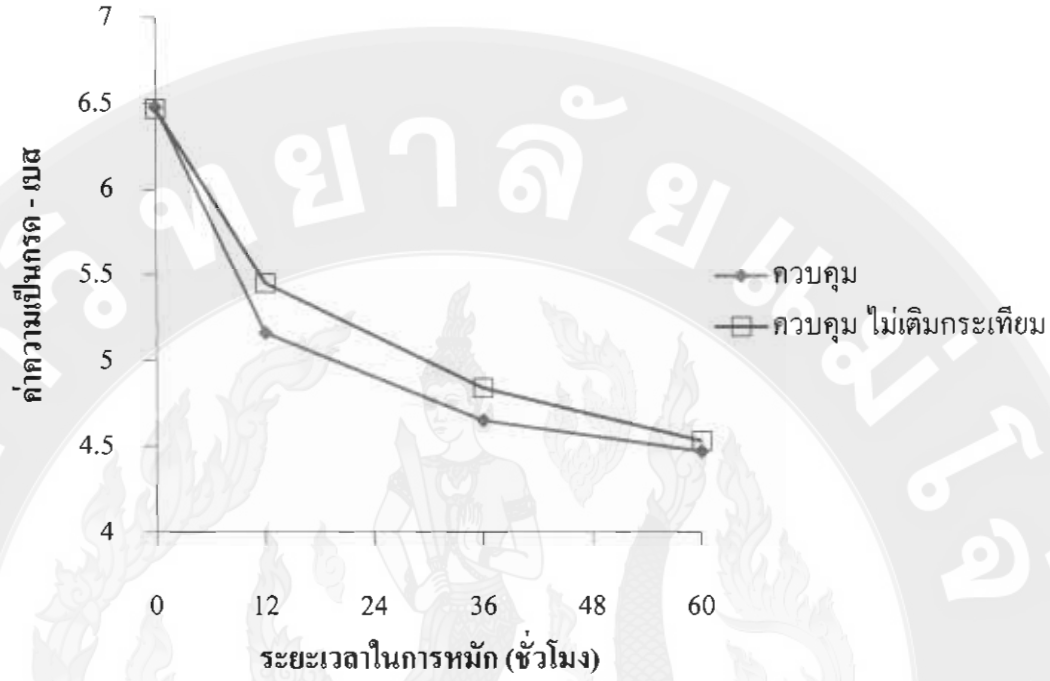
ผลของกระเทียมต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม

กระเทียมมีบทบาทที่สำคัญต่อคุณภาพแหนม โดยมีผลในการกระตุ้นให้แบคทีเรียกรดแลคติกมีการเจริญ เนื่องจากว่าประกอบด้วยแมงกานีส ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกระตุ้นให้มีการผลิตกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Zaika and Kissinger, 1984) อีกทั้งมีสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้งแกรมบวกและแกรมลบ (Ankri and Mirelman, 1999; Benerjee and Sarkar, 2003) จึงทำให้แบคทีเรียกรดแลคติกเจริญได้ดีกว่า ผลการทดลองที่ได้แสดงดังนี้

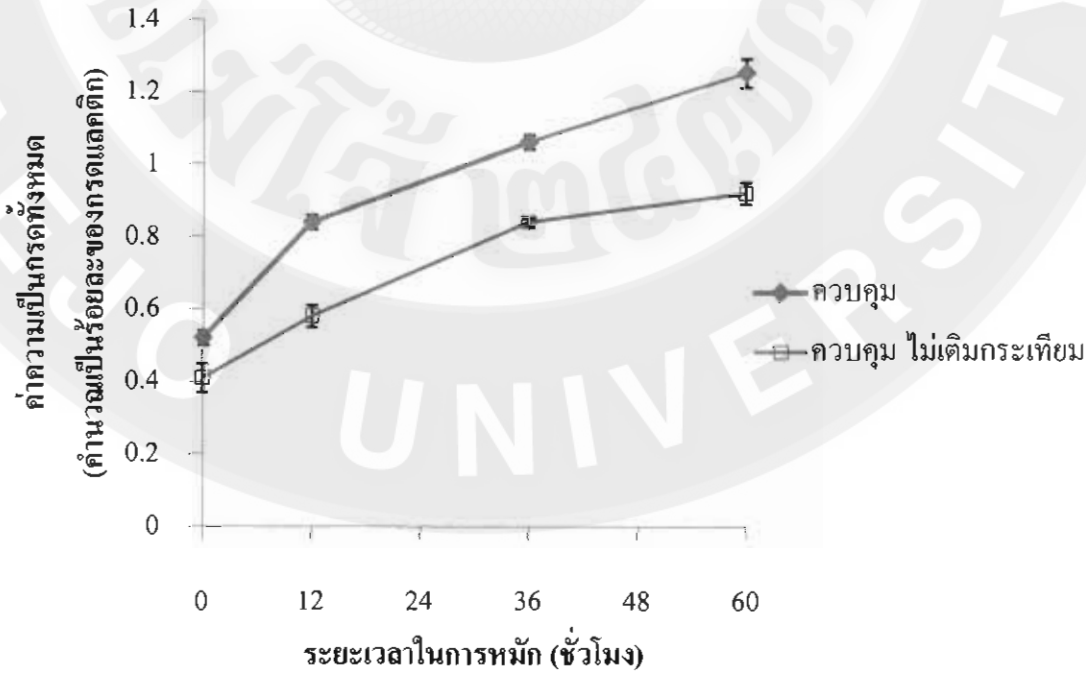
ค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)

ตัวอย่างแหนมควบคุมที่ไม่มีการเติมกระเทียมมีค่าความเป็นกรด – เบสที่สูงกว่าและมีค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ที่ต่ำกว่าตัวอย่างแหนมควบคุม ดังแสดงในภาพ 3 และ 4 ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Paludam-Müllet et al. (1999) พบว่าตัวอย่างส้มฟักที่ไม่มีการเติมกระเทียมมีค่าความเป็นกรด - เบสที่สูงกว่าและมีค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างส้มฟักที่มีการเติมแบคทีเรียกรดแลคติก ตัวอย่างส้มฟักที่มีการเติมกระเทียม และตัวอย่างส้มฟักที่มีการเติมทั้งกระเทียมและแบคทีเรียกรดแลคติก

Piluk (2009) ได้รายงานว่าข้าวเหนียวสุกและกระเทียมเป็นแหล่งที่สำคัญของน้ำตาลที่ใช้ในกระบวนการหมักเพื่อสร้างกรดแลคติก โดยที่เมื่อมีการเพิ่มปริมาณกระเทียมมีผลทำให้มีอัตราการลดลงของค่าความกรด - เบสและการสร้างกรดแลคติกเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วกระเทียมยังช่วยยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในระหว่างกระบวนการหมัก ไพโรจน์ และคณะ (2536) กล่าวว่า กระเทียมสดบดละเอียดและพริกไทยป่นเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการลดลงของค่าความเป็นกรด - เบสของแหนมในระหว่างกระบวนการหมัก



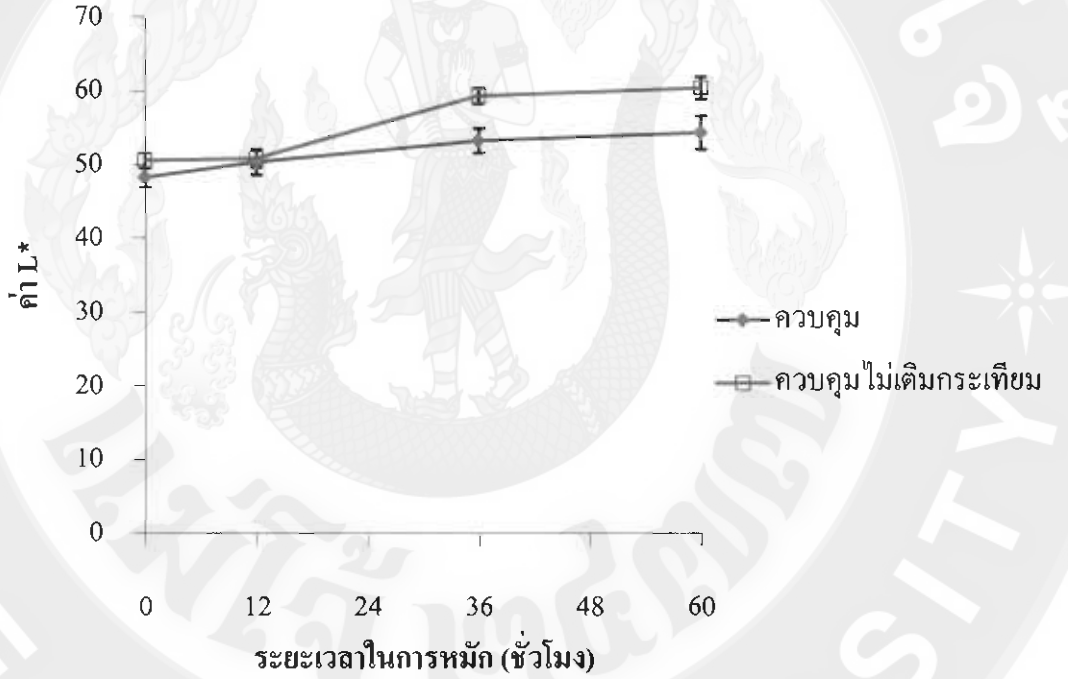
ภาพ 3 ผลของกระเทียมต่อค่าความเป็นกรด - เบสในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง



ภาพ 4 ผลของกระเทียมต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

ค่าสี

ค่า L* ของตัวอย่างแหนมทั้งสองตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพ 5 เนื่องจากว่าเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นแบคทีเรียกรดแลคติกมีการสร้างกรดเพิ่มขึ้น ทำให้โปรตีนกล้ามเนื้อเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ มีผลทำให้มีสมบัติการกระเจิงแสง (light scattering properties) เพิ่มขึ้น อีกทั้งการหดตัวของ myofilament lattice ทำให้มีการสะท้อนแสงมากขึ้น (Visessanguan et al., 2005) ค่า L* จึงมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการหมัก

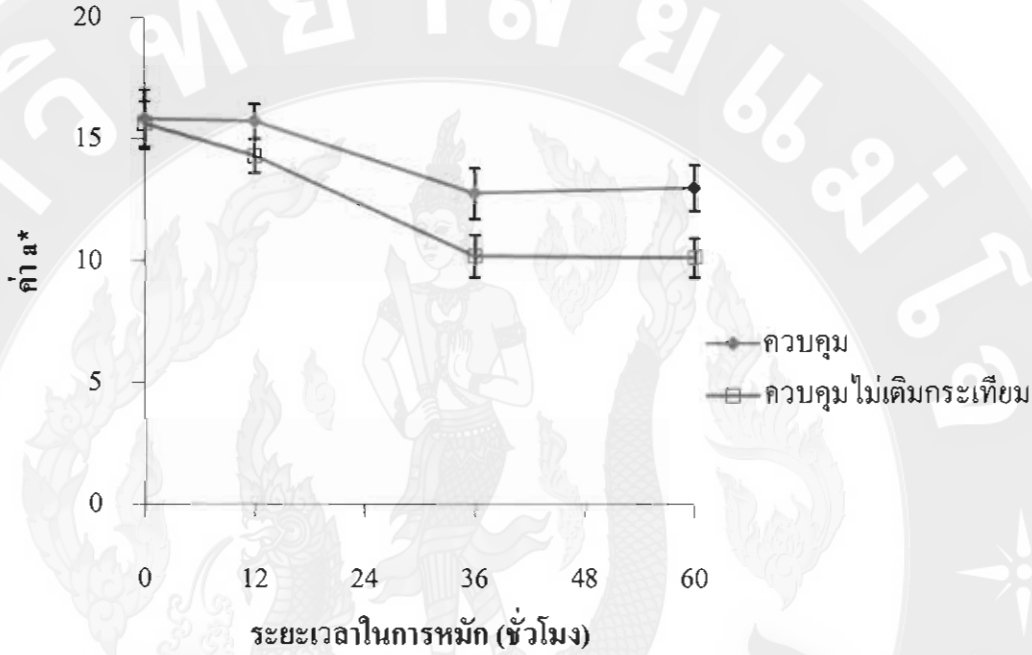


ภาพ 5 ผลของกระเทียมต่อค่า L* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่า ค่า a* มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาของการหมัก ตัวอย่างควบคุมไม่เติมกระเทียมมีค่า a* ที่ต่ำกว่าตัวอย่างแหนมควบคุมสูตรปกติ ดังแสดงในภาพ 6 การลดลงของค่า a* สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่า L* ในระหว่างกระบวนการหมัก

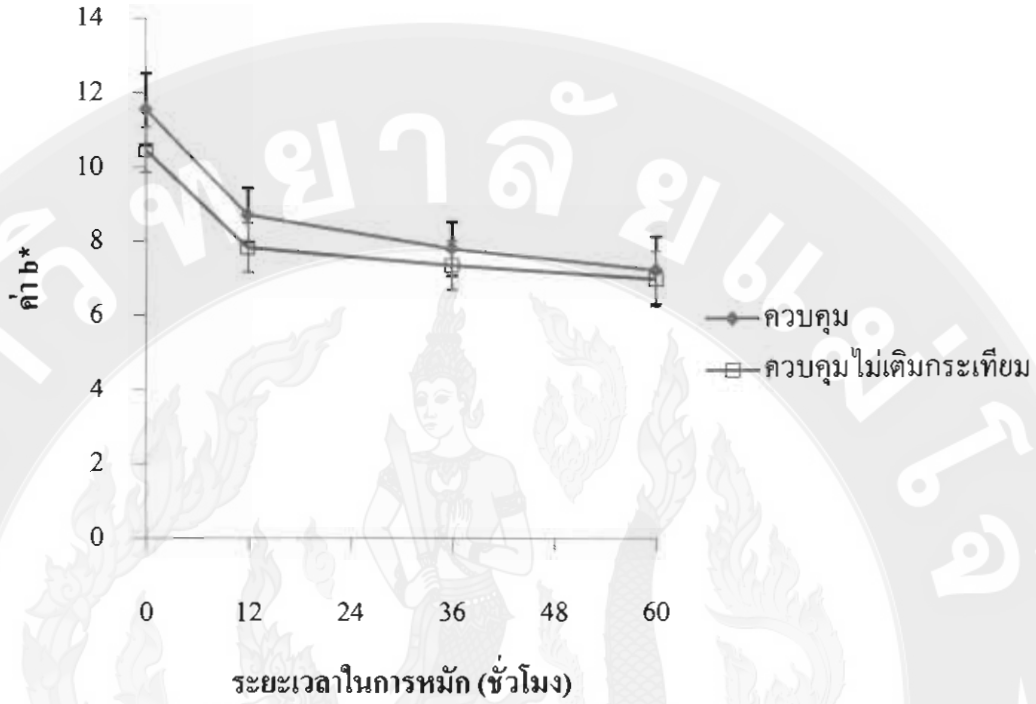
การเกิดสีชมพูแดงในผลิตภัณฑ์แหนม เกิดขึ้นเมื่อแหนมมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น ไนไตรท์จะถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นไนตริกออกไซด์ซึ่งจะรวมตัวอยู่กับรงควัตถุในเนื้อ และ

เปลี่ยนเป็นสีชมพูของไนโครโซไมโอโกลบิน ซึ่งการเกิดสีชมพูดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ดีที่ค่าความเป็นกรด - เบส 5.0 - 5.5 (ไพโรจน์, 2534; ไพโรจน์ และคณะ, 2536; ไพโรจน์ และคณะ, 2538)



ภาพ 6 ผลของกระเทียมต่อค่า a* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

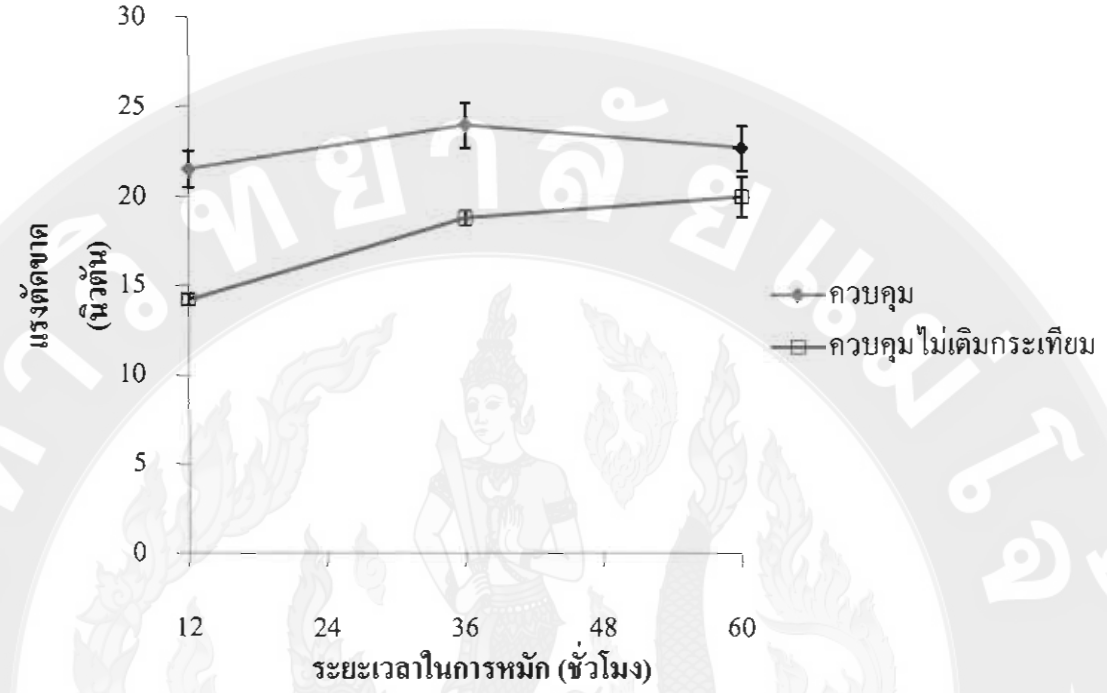
ค่า b* มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 12 ชั่วโมงแรก จากนั้นมีค่าลดลงเล็กน้อยจนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการหมัก ค่า b* ของทั้งสองตัวอย่างมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพ 7 ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการทดลองของ ไพโรจน์ และคณะ, 2536; ไพโรจน์ และคณะ, 2538; Visessanguan et al., (2004); Visessanguan et al., (2005); Visessanguan et al., (2006) พบว่าค่า b* มีค่าลดลงในระหว่างกระบวนการหมัก



ภาพ 7 ผลของกระเทียมต่อค่า b* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

ค่าแรงตัดขาด

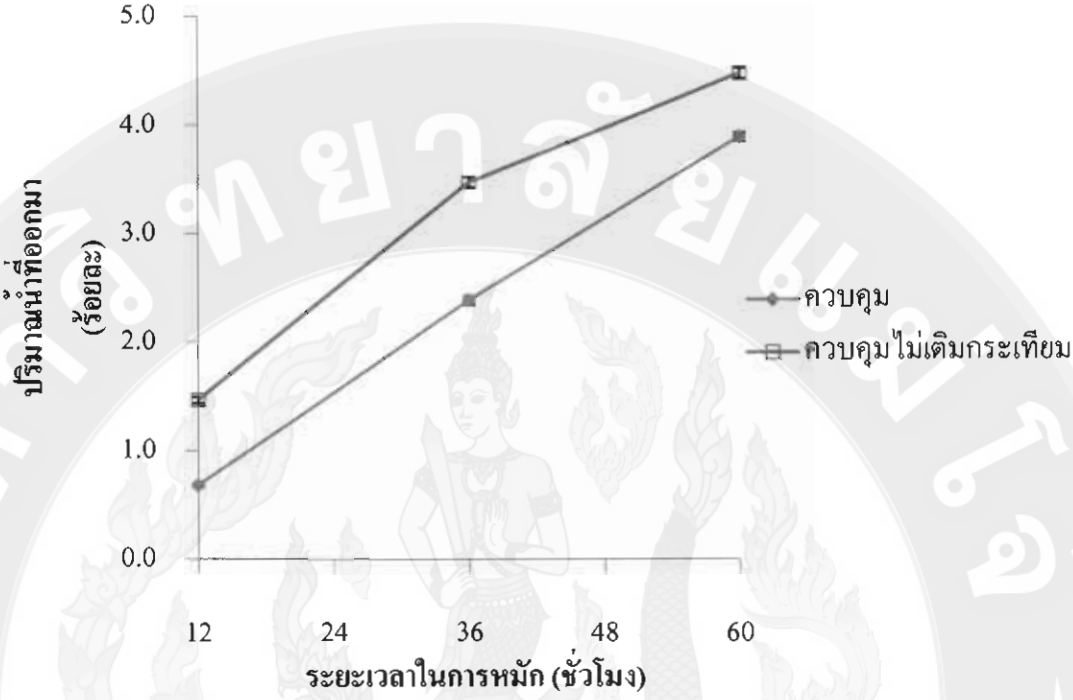
ค่าแรงตัดขาดของตัวอย่างแหนมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ตัวอย่างแหนมควบคุมที่ไม่เติมกระเทียมมีค่าแรงตัดขาดที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างแหนมควบคุม ดังแสดงในภาพ 8 เมื่อค่าความเป็นกรด - เบสลดลงเรื่อยๆ ในระหว่างกระบวนการหมักทำให้โปรตีนถูกทำลายไป มีการเกิดเจลเกิดขึ้น ทำให้เนื้อเริ่มเหนียว (ไพโรจน์, 2534; เยาวลักษณ์, 2536) จึงทำให้มีแรงตัดขาดเพิ่มขึ้น



ภาพ 8 ผลของกระเทียมต่อค่าแรงตัดขาดในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

ค่าปริมาณน้ำที่ออกมา

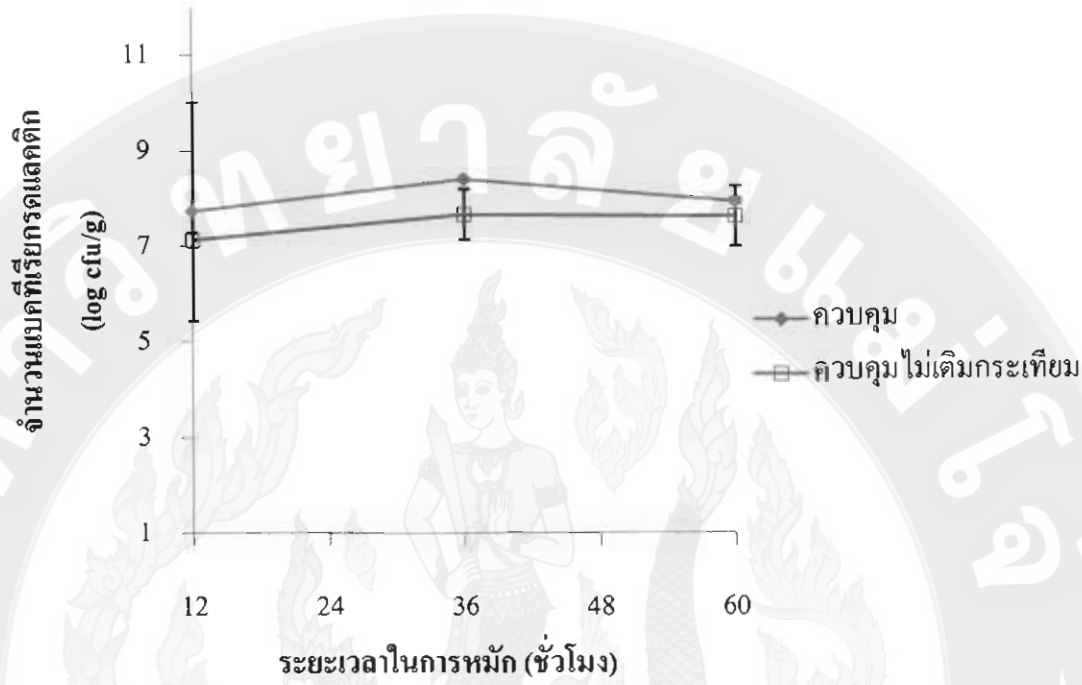
เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีปริมาณน้ำที่ออกมามีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากว่า มีการลดลงของค่าความเป็นกรด - เบส ต่ำกว่า isoelectric point ของโปรตีนกล้ามเนื้อจึงทำให้เกิดการเสียสภาพธรรมชาติทำให้โมเลกุลน้ำอิสระหลุดออกมา (เยาวลักษณ์, 2536) ตัวอย่างแหนมควบคุมไม่เติมกระเทียมมีปริมาณน้ำที่ออกมาที่มากกว่า แสดงว่ามีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ต่ำกว่า ดังแสดงในภาพ 9



ภาพ 9 ผลของกระเทียมต่อค่าปริมาณน้ำที่ออกมาจากแหนมในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก

ตัวอย่างแหนมควบคุม (สูตรปกติ) ซึ่งมีการเติมกระเทียมลงในสูตรการผลิตมีจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกมีแนวโน้มที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างแหนมควบคุมไม่เติมกระเทียม ดังแสดงในภาพ 10 เนื่องจากว่ากระเทียมมีผลในการกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติก อีกทั้งมีสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้งแกรมบวกและแกรมลบ (Ankri and Mirelman, 1999; Benerjee and Sarkar, 2003) จึงทำให้แบคทีเรียกรดแลคติกเจริญได้ดีกว่า



ภาพ 10 ผลของกระเทียมต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

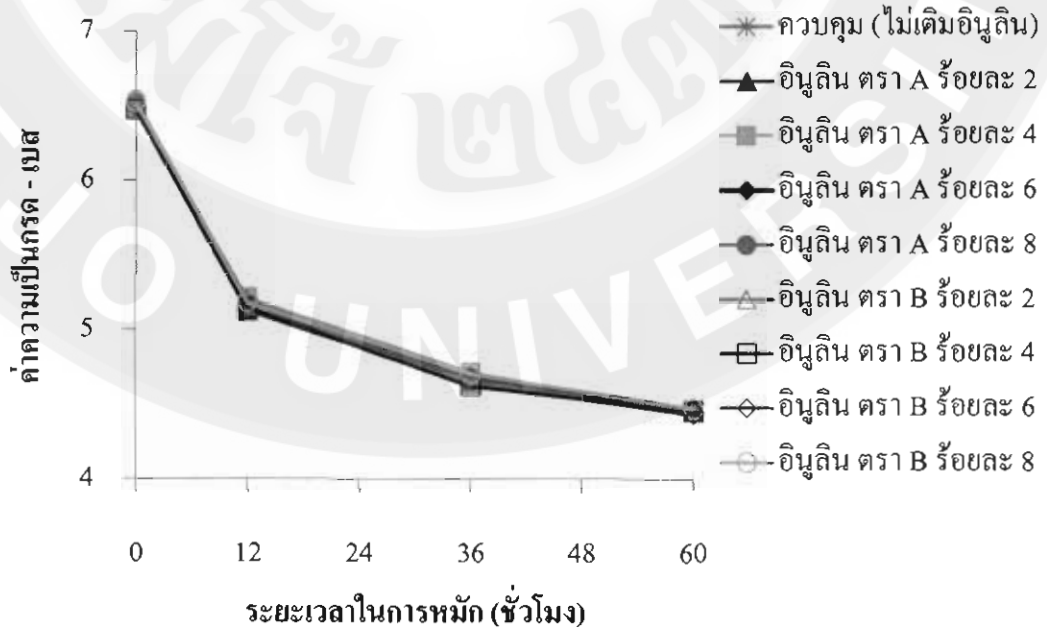
ผลของอินูลินต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม

การทดลองนี้ใช้ตัวอย่างแหนม 9 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างแหนมควบคุม (ไม่เติมอินูลิน) ตัวอย่างแหนมเติมอินูลิน ตรา A หรืออินูลิน ตรา B ในปริมาณร้อยละ 2 4 6 และ 8 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมด ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างที่ระยะเวลาในการหมัก 0 12 36 และ 60 ชั่วโมง มาทำการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) วิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี แรงตัดขาด และปริมาณน้ำที่ออกมา และนับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ผลการทดลอง พบว่าการเติมอินูลินมีผลให้แบคทีเรียกรดแลคติกมีการเจริญอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของกระบวนการหมัก จึงส่งผลทำให้เกิดการผลิตกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ทำให้มีค่าความเป็นกรด - เบสลดลงถึง 4.46 - 4.53 ภายใน 60 ชั่วโมง และค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงร้อย 0.92 - 1.25 ดังรายละเอียดดังนี้

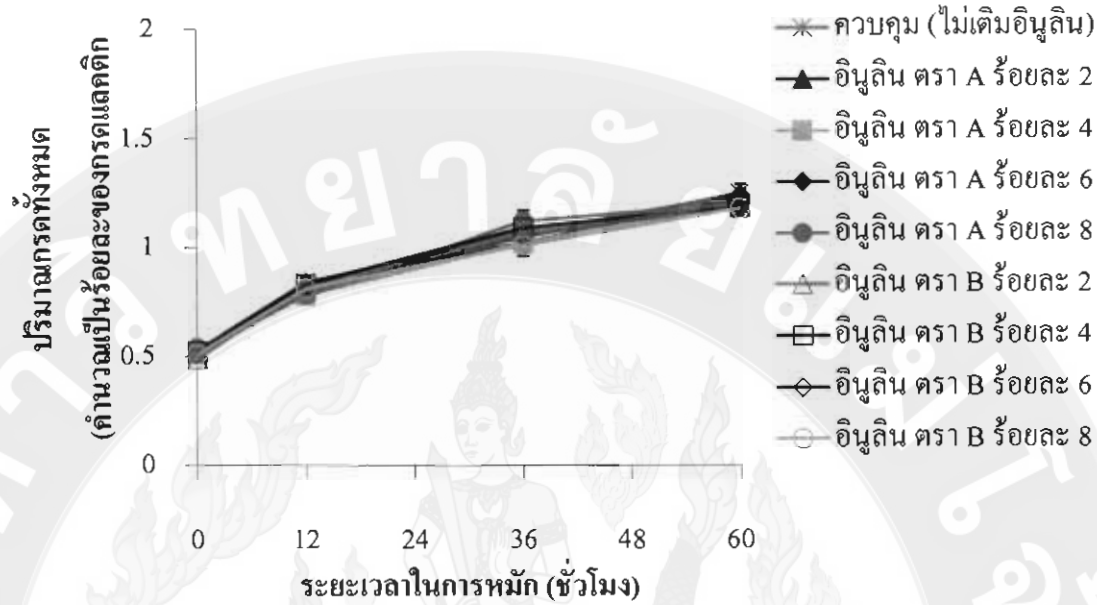
ผลของอินูลินต่อกระบวนการหมัก

1. ค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)

ค่าความเป็นกรด - เบสของตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 ชั่วโมง พบว่าตัวอย่างแหนมที่มีการเติมอินูลินมีการลดลงของค่าความเป็นกรด - เบสและการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) มีแนวโน้มเช่นเดียวกับตัวอย่างควบคุม โดยค่าความเป็นกรด - เบสมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วง 24 ชั่วโมงแรก ดังแสดงในภาพ 11 ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่ามีปริมาณของกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดแลคติกที่ผลิตโดยแบคทีเรียกรดแลคติก (Visessanguan et al, 2004; Visessanguan et al, 2005; Visessanguan et al, 2006) ที่เริ่มต้นของกระบวนการหมักค่าความเป็นกรด - เบสมีค่าอยู่ในช่วง 6.48 - 6.52 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมงค่าความเป็นกรด - เบสมีค่าลดลงอยู่ในช่วง 4.46 - 4.53 สอดคล้องกับเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) โดยพบว่าที่เริ่มต้นของกระบวนการหมักมีค่าในช่วงร้อยละ 0.41 - 0.54 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมงค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงร้อยละ 0.92 - 1.25 ดังแสดงในภาพ 12



ภาพ 11 ผลของอินูลินต่อค่าความเป็นกรด - เบสในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง

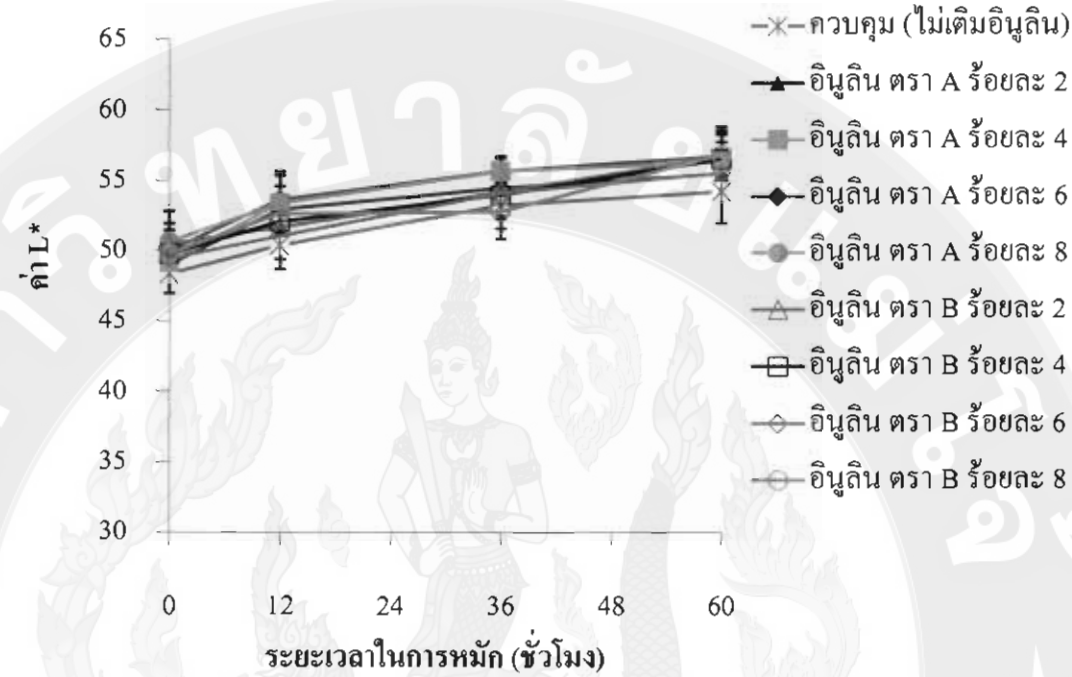


ภาพ 12 ผลของอินูลินต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง

2. ค่าสี

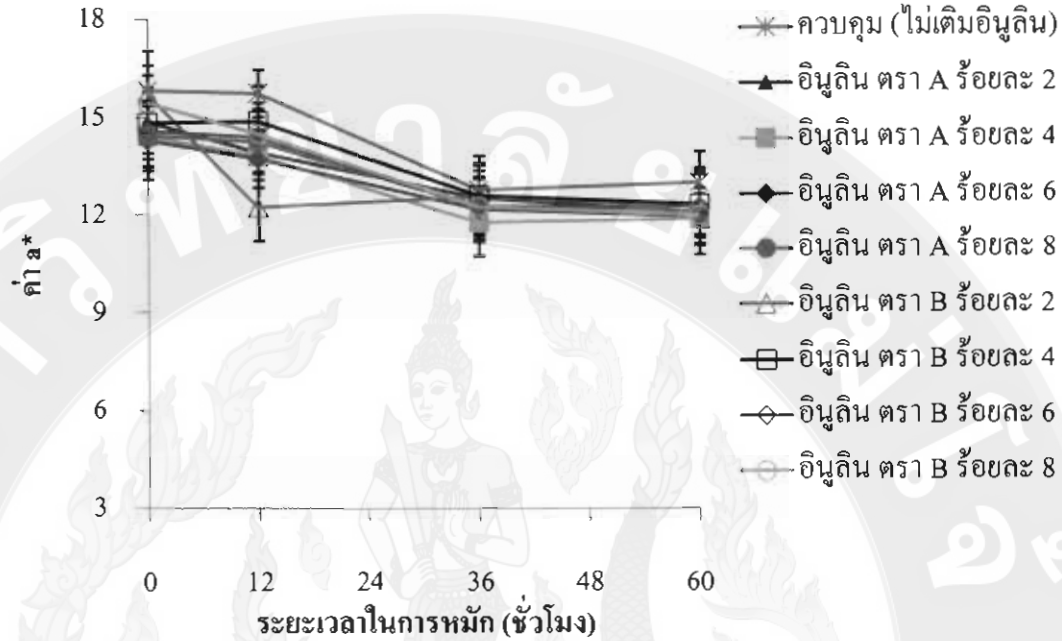
จากการทดลองพบว่าการเติมอินูลินไม่มีผลต่อค่า L* a* และ b* ของตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมัก ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงค่า L* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียส เวลา 60 ชั่วโมง พบว่าในทุกตัวอย่างเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีค่า L* มีค่าเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพ 13 การเปลี่ยนแปลงของสีในระหว่างกระบวนการหมักมีผลมาจากการตกตะกอนของโปรตีนที่ละลายได้ของ sarcoplasm (McLoughlin and Goldspink, 1963 อ้างโดย Visessanguan et al., 2005) ทำให้เกิดการสะท้อนแสงได้มากขึ้นค่า L* จึงมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการหมัก การเติมอินูลินไม่มีผลต่อค่า L* เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ดังแสดงในตารางผนวก 3



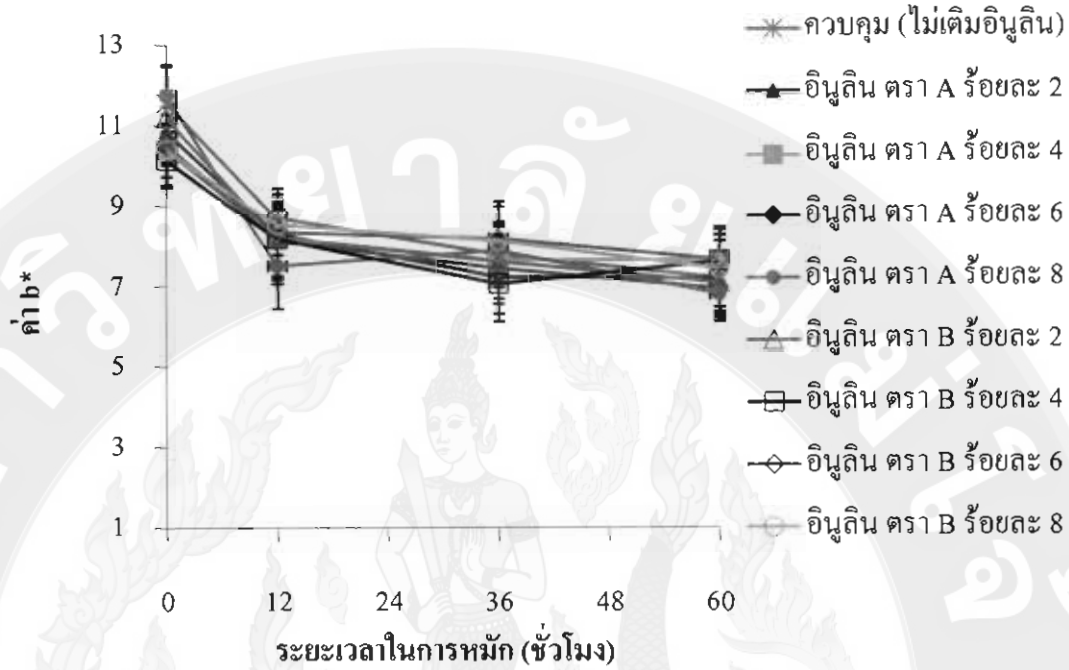
ภาพ 13 ผลของอินูลินต่อค่า L* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในกระบวนการหมัก พบว่า ช่วงเริ่มต้นค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 14.29 - 15.82 เมื่อเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมง ค่า a* มีค่าลดลงอยู่ในช่วง 10.12-12.99 ดังแสดงในภาพ 14 การลดลงของค่า a* ในระหว่างกระบวนการหมักสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่า L* การเติมอินูลินไม่มีผลต่อค่า a* เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ดังแสดงในตารางผนวก 3



ภาพ 14 ผลของอินูลินต่อค่า a* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

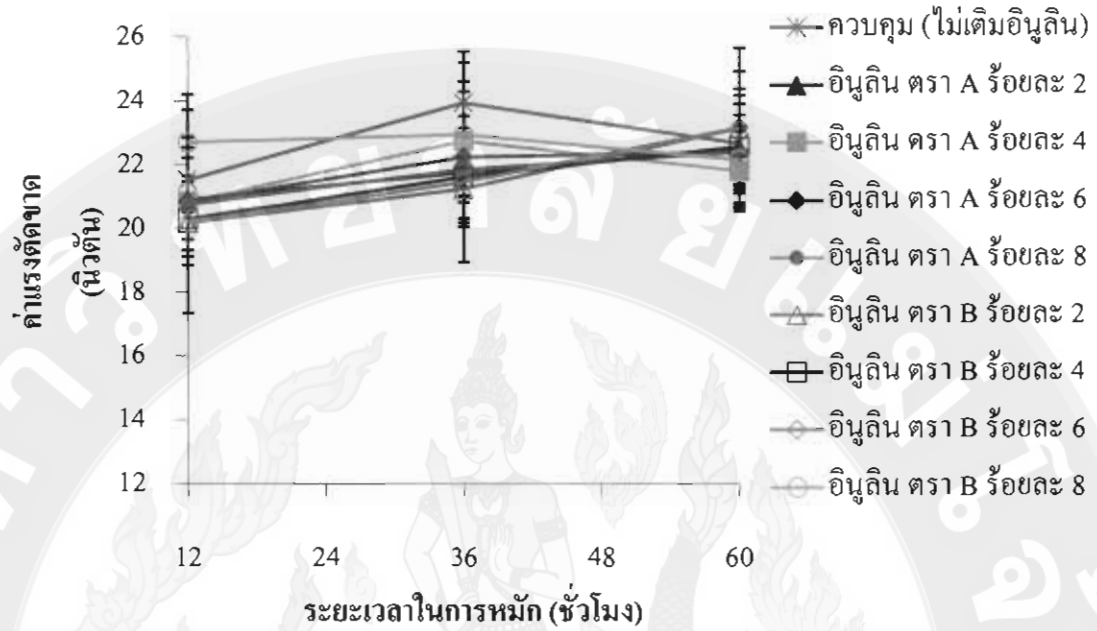
การเปลี่ยนแปลงของค่า b* ในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่าช่วงเริ่มต้นค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 10.16 - 11.75 ค่า b* มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วใน 12 ชั่วโมงแรกของการหมัก และหลังจากนั้นมีค่าลดลงเล็กน้อยอย่างต่อเนื่อง โดยเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมงค่า b* มีค่าลดลงอยู่ในช่วง 6.81 - 7.67 ดังแสดงในภาพ 15 สอดคล้องกับการทดลองของ ไพโรจน์ และคณะ, 2536; ไพโรจน์ และคณะ 2538; Visessanguan et al., (2004); Visessanguan et al., (2005); Visessanguan et al., (2006) พบว่าค่า b* มีค่าลดลงในระหว่างกระบวนการหมัก การเติมอินูลินไม่มีผลต่อค่า b* เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ดังแสดงในตารางผนวก 3



ภาพ 15 ผลของอินูลินต่อค่า b* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

3. แรงตัดขาด

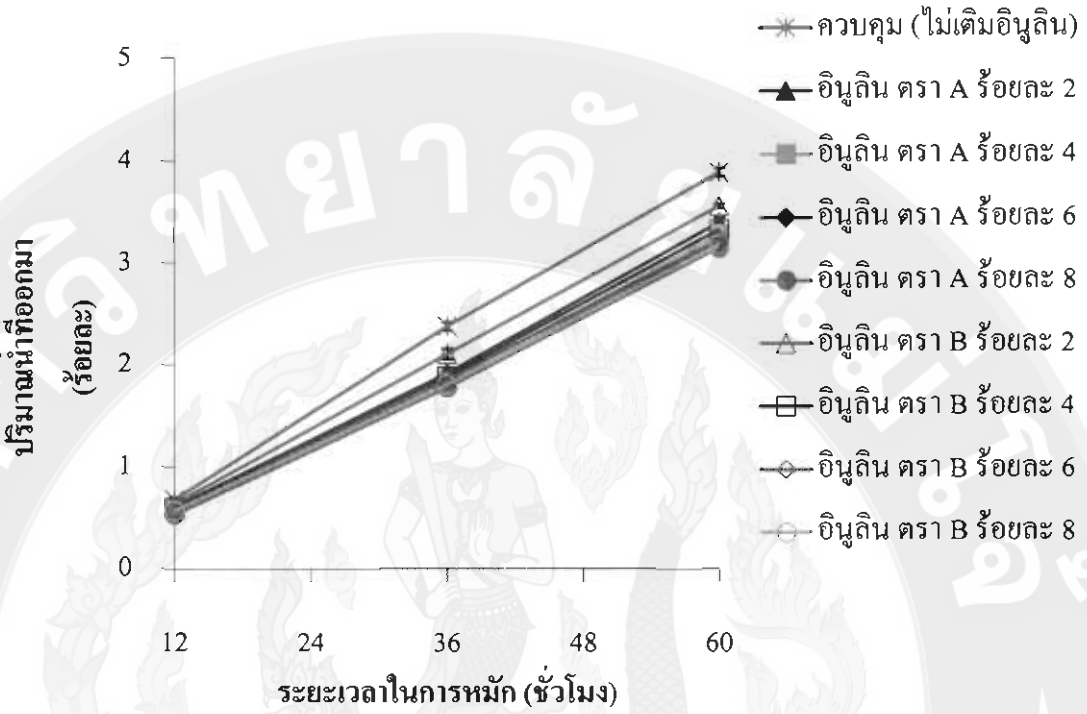
ค่าแรงตัดขาดของตัวอย่างแหนมทั้ง 9 ตัวอย่าง ในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่า เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมง ค่าแรงตัดขาดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงในภาพ 16 Visessanguan et al. (2004) กล่าวว่า เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นส่งผลให้แหนมมีลักษณะที่แน่น ยืดหยุ่น มีค่าความเกาะติดกัน (cohesive) ที่เพิ่มขึ้น และมีค่าความเหนียวติดกัน (adhesive) ลดลง แหนมมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใน 24 ชั่วโมงแรกของกระบวนการหมัก



ภาพ 16 ผลของอินูลินต่อค่าแรงตัดขาดในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

4. ค่าปริมาณน้ำที่ออกมา

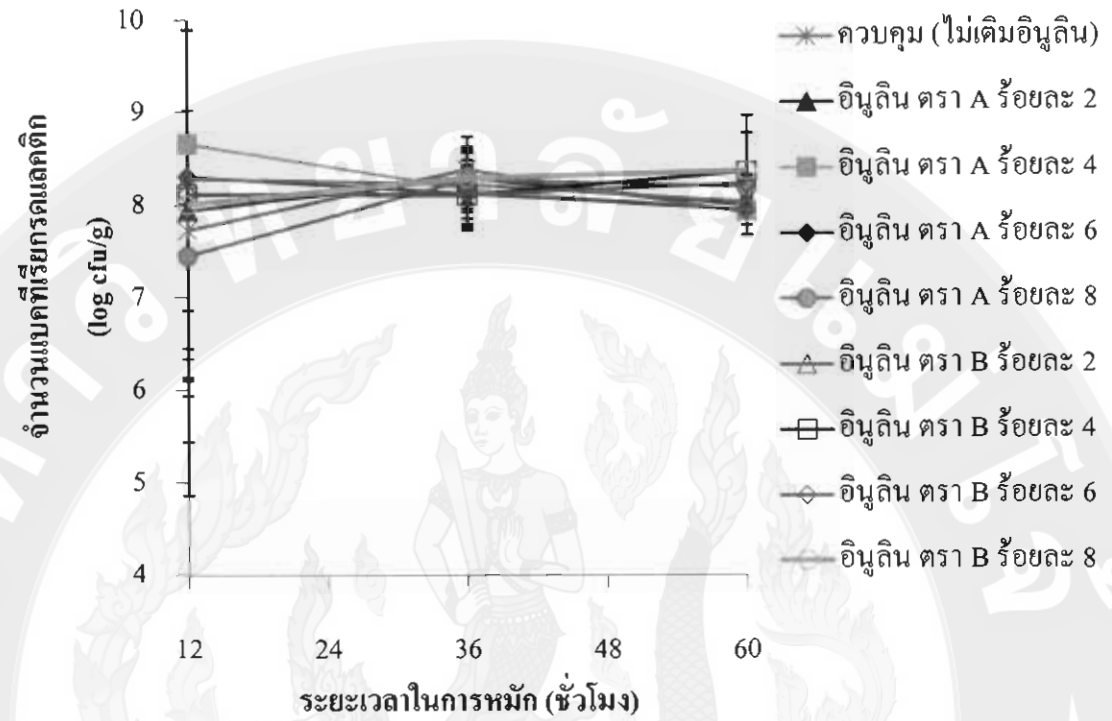
การเติมอินูลินมีผลทำให้มีปริมาณน้ำที่ออกมามีค่าน้อยกว่า แสดงว่ามีความสามารถในการอุ้มน้ำที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างแหนมควบคุม ดังแสดงในภาพ 17 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีปริมาณน้ำที่ออกมาเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากว่าโปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ (denature) ทำให้มีโมเลกุลของน้ำหลุดออกไปเป็นอิสระ (เยาวลักษณ์, 2536 และ Visessanguan et al., 2005) ตัวอย่างที่มีการเติมอินูลินมีปริมาณน้ำที่ออกมาที่น้อยกว่าเนื่องจากว่าอินูลินเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำมีสมบัติในการดูดซึมโมเลกุลของน้ำที่หลุดออกมาจากโปรตีนของเส้นใยกล้ามเนื้อจึงส่งผลทำให้มีปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมที่น้อยกว่า



ภาพ 17 ผลของอินูลินต่อค่าปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

5. จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก

จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมักของทุกตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วง 7 - 8 log cfu/g ดังแสดงในภาพ 18 จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกมีค่าเพิ่มมากขึ้นมากที่สุดถึง 8 - 9 log cfu/g ภายใน 24 ชั่วโมงและมีค่าคงที่ไปจนกระทั่งเกิดกระบวนการหมักที่สมบูรณ์ (Visessanguan et al, 2004; Visessanguan et al, 2005; Visessanguan et al, 2006) จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าอินูลินไม่มีผลต่อจำนวนของแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมัก สอดคล้องกับการทดลองของ Fernández-Lopez et al. (2008) พบว่าการเติมใยอาหารจากส้มไม่มีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมักของไส้กรอกหมักแห้ง



ภาพ 18 ผลของอินูลินต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

ผลของอินูลินต่อคุณภาพของแหนม

1. องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างแหนม

จากการทดลอง พบว่า การเติมอินูลินในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การที่ตัวอย่างแหนมที่มีการเติมอินูลินมีปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่าทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าอินูลินเป็นใยอาหารชนิดละลายน้ำมีคุณสมบัติในการดูดน้ำเข้าหาตัวของมันเองจึงทำให้มีปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่าซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณของน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนม

ปริมาณโปรตีนของแหนมทุกตัวอย่างมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 20.14 - 20.52 ซึ่งโปรตีนในแหนมส่วนใหญ่มาจากเนื้อหมูบดและหนังหมูต้มสุกหั่นฝอยซึ่งเป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการผลิตแหนม ในขณะเดียวกันพบว่าปริมาณไขมันและเถ้าของตัวอย่างแหนมทั้งหมดมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.21 - 2.23 และ 2.44 - 2.50 ตามลำดับ ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า สอดคล้องกับการทดลองของ Visessanguan et al. (2006) การที่ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า ของตัวอย่างแหนมทั้งหมดมี

ค่าไม่แตกต่างจากตัวอย่างแหนมควบคุมอาจเนื่องจากในสูตรแหนมทั้งหมดมีปริมาณของเนื้อหมู หนังหมู และสารเคมีที่ใช้ในระดับที่เท่ากัน จึงส่งผลให้ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้ามีค่าที่ไม่แตกต่างกัน

สำหรับปริมาณใยอาหาร พบว่า ปริมาณใยอาหารมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของอินูลินที่เติมในตัวอย่างแหนมมีค่าเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) การใช้อินูลิน ตรา A หรืออินูลิน ตรา B มีปริมาณใยอาหารมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงในตาราง 6

ตาราง 6 องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างแหนม

ตัวอย่าง	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)					
	ความชื้น	โปรตีน[ns]	ไขมัน[ns]	เถ้า[ns]	ใยอาหาร	คาร์โบไฮเดรท
ควบคุม (ไม่เติมอินูลิน)	72.73 ± 0.32[a]	20.45 ± 0.14	2.23 ± 0.01	2.50 ± 0.04	0.04 ± 0.01[e]	1.97 ± 0.2[ab]
อินูลิน ตรา A ร้อยละ 2	71.44 ± 0.14[b]	20.52 ± 0.11	2.23 ± 0.02	2.45 ± 0.04	1.73 ± 0.04[d]	1.63 ± 0.23[ab]
อินูลิน ตรา A ร้อยละ 4	69.62 ± 0.20[c]	20.33 ± 0.21	2.22 ± 0.01	2.50 ± 0.05	3.78 ± 0.08[c]	1.49 ± 0.14[bc]
อินูลิน ตรา A ร้อยละ 6	68.51 ± 0.14[d]	20.43 ± 0.13	2.21 ± 0.01	2.50 ± 0.02	5.70 ± 0.10[b]	0.65 ± 0.30[d]
อินูลิน ตรา A ร้อยละ 8	66.72 ± 0.17[e]	20.21 ± 0.16	2.22 ± 0.01	2.44 ± 0.03	7.50 ± 0.10[a]	0.91 ± 0.20[d]
อินูลิน ตรา B ร้อยละ 2	71.34 ± 0.19[a]	20.23 ± 0.15	2.23 ± 0.02	2.49 ± 0.05	1.82 ± 0.08[d]	1.81 ± 0.33[ab]
อินูลิน ตรา B ร้อยละ 4	69.38 ± 0.20[c]	20.19 ± 0.41	2.22 ± 0.01	2.47 ± 0.05	3.69 ± 0.15[c]	2.11 ± 0.37[a]
อินูลิน ตรา B ร้อยละ 6	68.17 ± 0.16[d]	20.35 ± 0.69	2.23 ± 0.01	2.50 ± 0.04	5.07 ± 0.12[b]	1.05 ± 0.60[cd]
อินูลิน ตรา B ร้อยละ 8	66.82 ± 0.41[c]	20.14 ± 0.22	2.22 ± 0.01	2.49 ± 0.03	7.57 ± 0.21[a]	0.75 ± 0.28[d]

หมายเหตุ [ns] คือค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

[abcde] คือตัวอักษรแตกต่างกันกำกับในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อตัวอย่างแหนมทั้ง 9 ตัวอย่าง โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวนทั้งหมด 108 คน ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนการยอมรับแบบ 9-point hedonic scale (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุดและคะแนน 9 = ชอบมากที่สุด) ซึ่งคุณลักษณะที่ทดสอบ คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ ความเปรี้ยว เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม

จากการทดลองพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในทุกคุณลักษณะอยู่ในช่วง 6 - 7 คะแนน แสดงว่าผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์แหนมเล็กน้อยถึงปานกลาง ดังแสดงในตาราง 7 ดังนั้นจึงสามารถเติมอินูลินได้ในระดับร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องกับประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับ 182 (2541) เรื่องฉลากโภชนาการที่กำหนดว่า ผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารต้องมีใยอาหาร ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3 ของน้ำหนักทั้งหมด

การบริโภคอินูลินในปริมาณเพียงพอ มีผลในการกระตุ้นการเจริญของ Bifodobacteria ขณะที่เชื้อซึ่งเป็นอันตรายและก่อให้เกิดโรคเช่น *E. coli* และ *Clostridium* มีปริมาณลดลง Bifodobacteria หลายชนิดจะช่วยยับยั้งการเจริญของ *E. coli* และ *C. perfringens* ซึ่งเป็นผลมาจากมีการหลั่งของสารยับยั้ง (inhibitory substance) (สุภัจฉรา, 2543)

ตาราง 7 คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส รสชาติ ความเปรี้ยว และการยอมรับรวมของตัวอย่างแหนม

ทรีตเมนต์	คะแนน						
	ลักษณะปรากฏ	เนื้อสัมผัส	สี	กลิ่นรส	รสชาติ	ความเปรี้ยว	การยอมรับรวม
ควบคุม (ไม่เติมอินูลิน)	7.17 ± 1.27^{a}	7.33 ± 0.96^{a}	7.42 ± 1.14^{a}	6.83 ± 1.55^{abc}	6.83 ± 1.17^{ab}	6.71 ± 1.20^{cd}	7.21 ± 0.98^{abc}
อินูลิน A ร้อยละ 2	7.33 ± 0.96^{ab}	6.92 ± 1.28^{b}	7.29 ± 1.00^{ab}	6.67 ± 1.66^{bcd}	7.29 ± 1.12^{a}	7.29 ± 0.91^{a}	7.21 ± 1.10^{abc}
อินูลิน A ร้อยละ 4	7.33 ± 0.96^{a}	7.54 ± 1.02^{a}	7.13 ± 1.08^{ab}	7.08 ± 1.06^{a}	7.38 ± 1.06^{a}	6.92 ± 1.25^{bc}	7.29 ± 0.89^{ab}
อินูลิน A ร้อยละ 6	7.08 ± 1.25^{ab}	7.33 ± 1.13^{a}	7.08 ± 1.21^{abc}	6.79 ± 1.53^{abc}	7.29 ± 1.16^{a}	7.17 ± 1.37^{ab}	7.46 ± 1.02^{a}
อินูลิน A ร้อยละ 8	7.13 ± 0.99^{ab}	6.92 ± 1.06^{a}	6.67 ± 1.13^{de}	6.71 ± 1.04^{bcd}	7.04 ± 1.23^{ab}	6.46 ± 1.14^{d}	7.08 ± 0.97^{bc}
อินูลิน B ร้อยละ 2	6.92 ± 0.97^{b}	6.46 ± 1.02^{bc}	6.42 ± 1.38^{ef}	6.42 ± 1.47^{de}	7.25 ± 1.03^{a}	6.83 ± 1.09^{bc}	7.13 ± 0.95^{abc}
อินูลิน B ร้อยละ 4	7.38 ± 0.97^{a}	6.83 ± 1.27^{b}	6.96 ± 1.27^{ab}	6.50 ± 1.25^{bcd}	7.21 ± 1.10^{a}	6.88 ± 1.12^{a}	7.13 ± 0.95^{abc}
อินูลิน B ร้อยละ 6	6.83 ± 1.58^{c}	6.42 ± 1.35^{d}	6.21 ± 1.44^{f}	6.08 ± 1.64^{e}	6.13 ± 1.68^{d}	6.63 ± 1.79^{cd}	6.38 ± 1.61^{d}
อินูลิน B ร้อยละ 8	6.92 ± 1.25^{b}	6.79 ± 1.47^{bc}	6.88 ± 1.54^{cd}	6.92 ± 1.64^{ab}	6.58 ± 1.47^{c}	6.91 ± 1.35^{abc}	6.92 ± 1.32^{c}

หมายเหตุ ^{abcdef} คือตัวอักษรแตกต่างกันกำกับในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ใช้การให้คะแนนแบบ 9 -point hedonic scale โดยที่ 9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด และ 1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด

แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

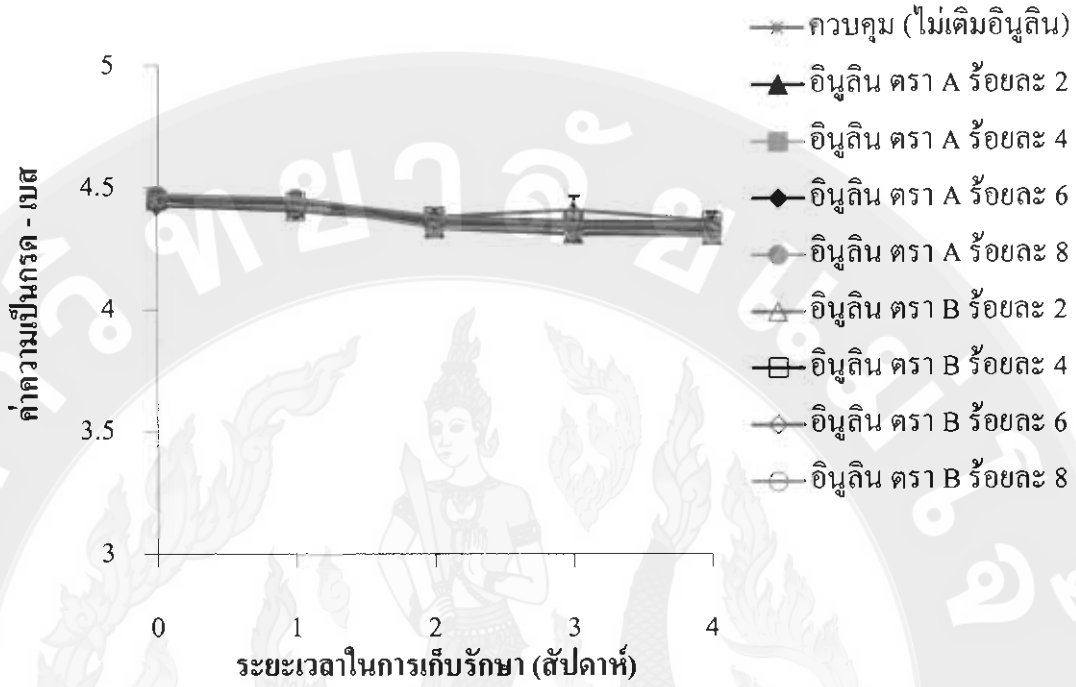
ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของตัวอย่างแหนม

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของอินูลินต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุก 1 สัปดาห์ วิเคราะห์ทางเคมีโดยการวัดค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) และวิเคราะห์ทางกายภาพ โดยการวัดค่าสี แรงตัดขาดและปริมาณน้ำที่ออกมา วิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาโดยการนับจำนวนแบคทีเรียกรตแลคติก

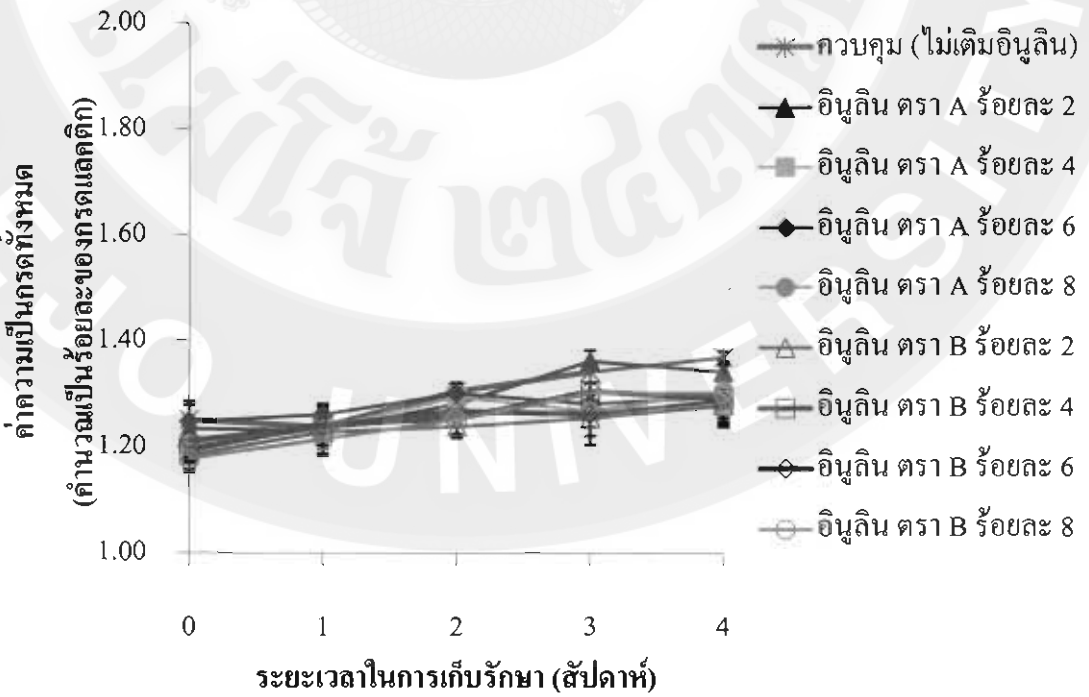
จากการทดลองพบว่าในระหว่างการเก็บรักษาตัวอย่างแหนมในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ การเติมอินูลินในตัวอย่างแหนมมีผลทำให้มีค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า L* a* b* แรงตัดขาด และจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ซึ่งสามารถอภิปรายผลการทดลองได้ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด - เบสในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ได้ผลการทดลองแสดงในภาพ 19 พบว่าตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาค่าความเป็นกรด - เบสมีค่าลดลงเล็กน้อย โดยสัปดาห์ที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าอยู่ในช่วง 4.43 - 4.47 เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 4 สัปดาห์ ค่าความเป็นกรด - เบสของตัวอย่างแหนมมีค่าลดลงอยู่ในช่วง 4.31 - 4.37 สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ดังแสดงในภาพ 20 แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาตัวอย่างแหนมที่ 4 องศาเซลเซียส เชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างแหนมยังคงมีการเจริญ และมีกิจกรรมในการสร้างกรดที่เพิ่มขึ้นภายหลังจากกระบวนการหมัก (post-acidification) ถึงแม้อัตราการเจริญของเชื้อจะช้าลง จึงส่งผลให้มีค่าความเป็นกรต - เบสลดลงเล็กน้อยและมีค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา



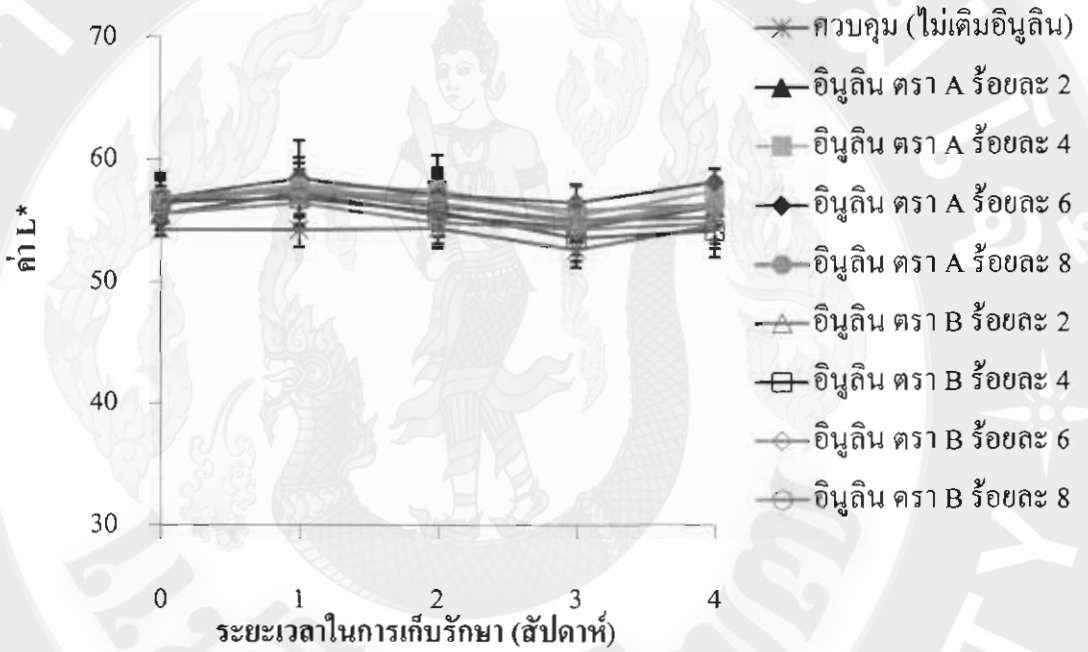
ภาพ 19 ผลของอินูลินต่อค่าความเป็นกรด - เบสในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์



ภาพ 20 ผลของอินูลินต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

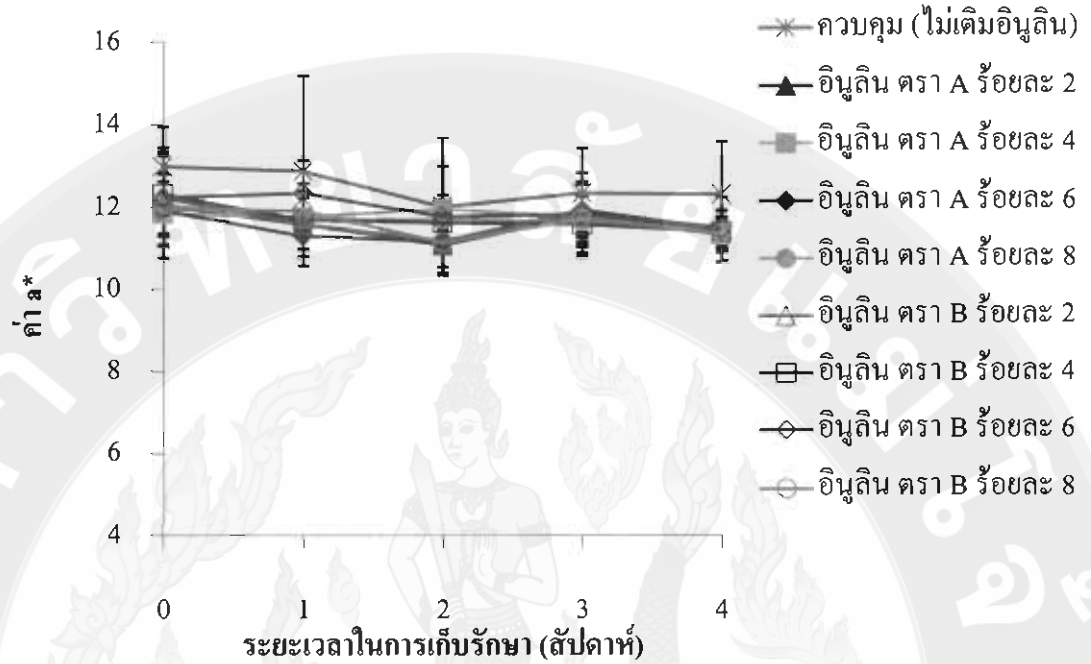
ค่าสี

การเปลี่ยนแปลงค่า L* ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่ามีค่าที่ไม่แตกต่างกัน โดยที่ 0 สัปดาห์ค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 54.23 - 56.85 เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 4 สัปดาห์ ค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 54.11 - 58.02 ดังแสดงในภาพ 21



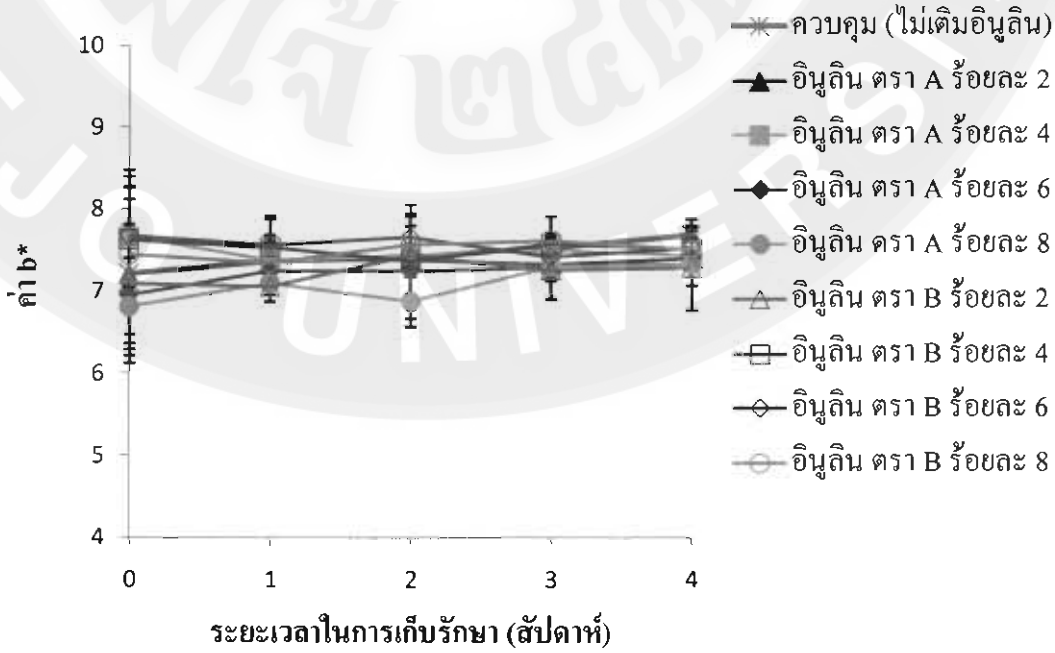
ภาพ 21 ผลของอินูลินต่อค่า L* ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

การเปลี่ยนแปลงค่า a* ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ามีค่าที่ไม่แตกต่างกัน โดยที่ 0 สัปดาห์ค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 11.85 - 12.99 เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 4 สัปดาห์ค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 11.42 - 12.32 ดังแสดงในภาพ 22



ภาพ 22 ผลของอินูลินต่อค่า a* ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

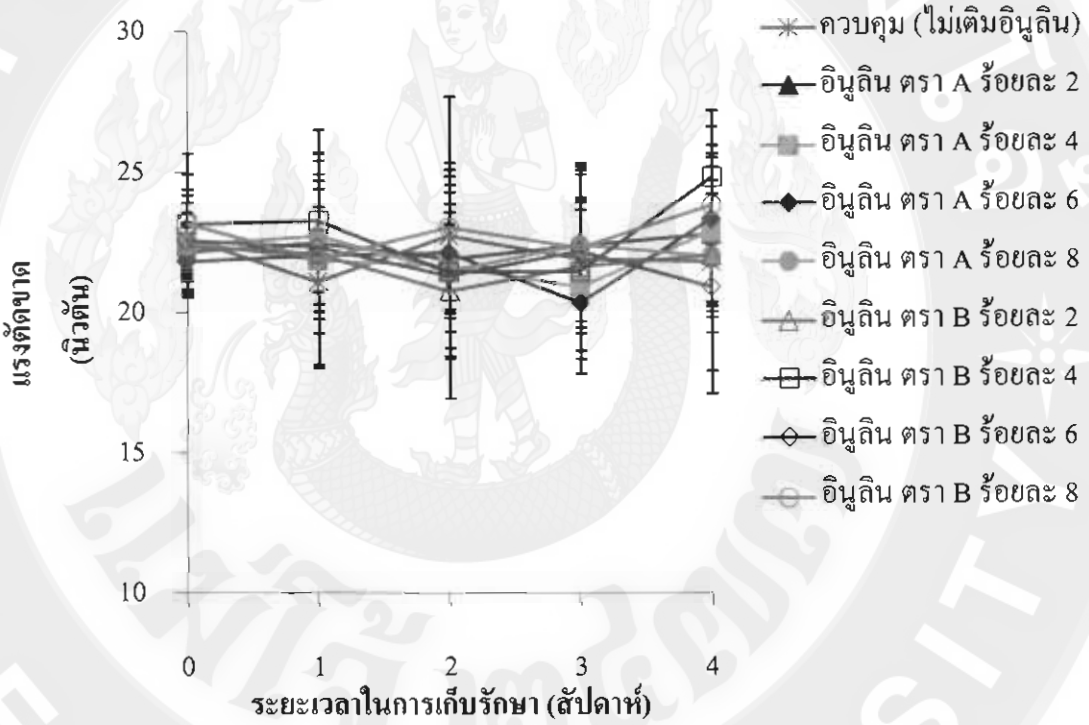
การเปลี่ยนแปลงค่า b* ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่ามีค่าที่ไม่แตกต่างกัน โดยที่สัปดาห์ที่ 0 ค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 7.09 - 7.67 เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 4 สัปดาห์ค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 7.28 - 7.68 ดังแสดงในภาพ 23



ภาพ 23 ผลของอินูลินต่อค่า b* ในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

แรงตัดขาด

การเปลี่ยนแปลงของค่าแรงตัดขาดของตัวอย่างแหนมในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษาค่าแรงตัดขาดมีค่าอยู่ในช่วง 21.81 - 23.38 นิวตัน เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 4 สัปดาห์ ค่าแรงตัดขาดมีค่าอยู่ในช่วง 20.87 - 23.77 นิวตัน ดังแสดงในภาพ 24

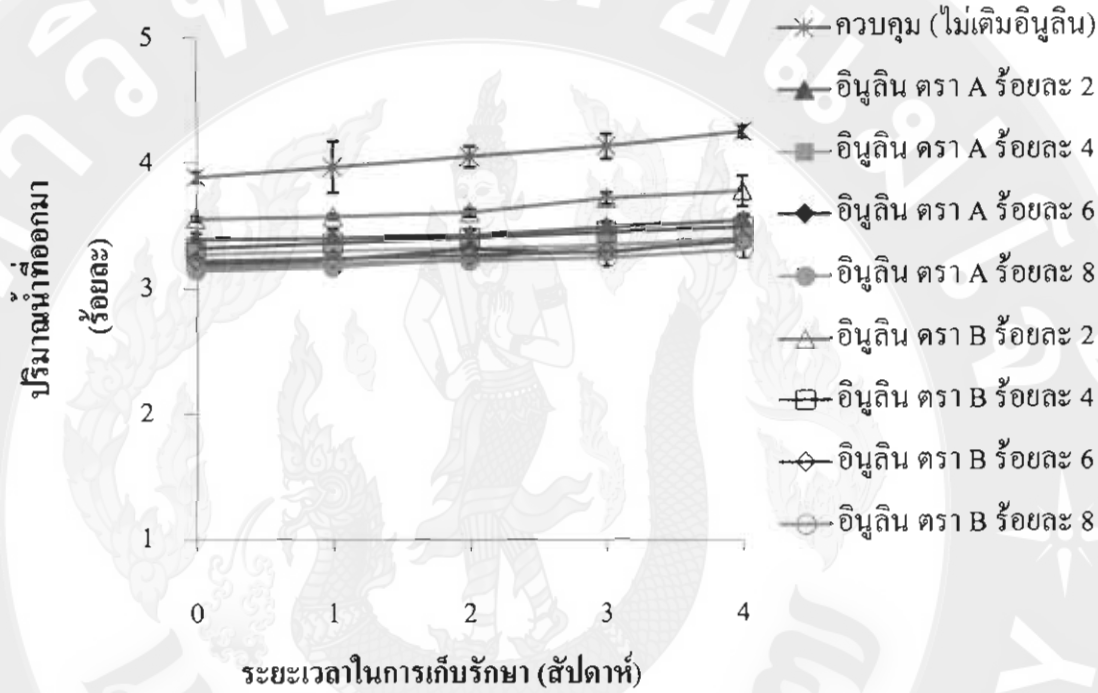


ภาพ 24 ผลของอินูลินต่อค่าแรงตัดขาดในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ปริมาณน้ำที่ออกมา

ปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมในระหว่างเก็บรักษาในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) แสดงในภาพ 25 พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมมีค่าเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากว่าในระหว่างการเก็บรักษาแบคทีเรียกรดแลคติกยังคงมีการเจริญอย่างช้าๆ ทำให้มีการผลิตกรดเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด – เบสมีค่าลดลง จึงทำให้โปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อเสียสภาพธรรมชาติและโมเลกุลของน้ำสามารถแยกออกมาจากโครงสร้างของโปรตีนจึงทำให้มีปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมเพิ่มขึ้น (เยาวลักษณ์, 2536) ตัวอย่างควบคุมมีค่า

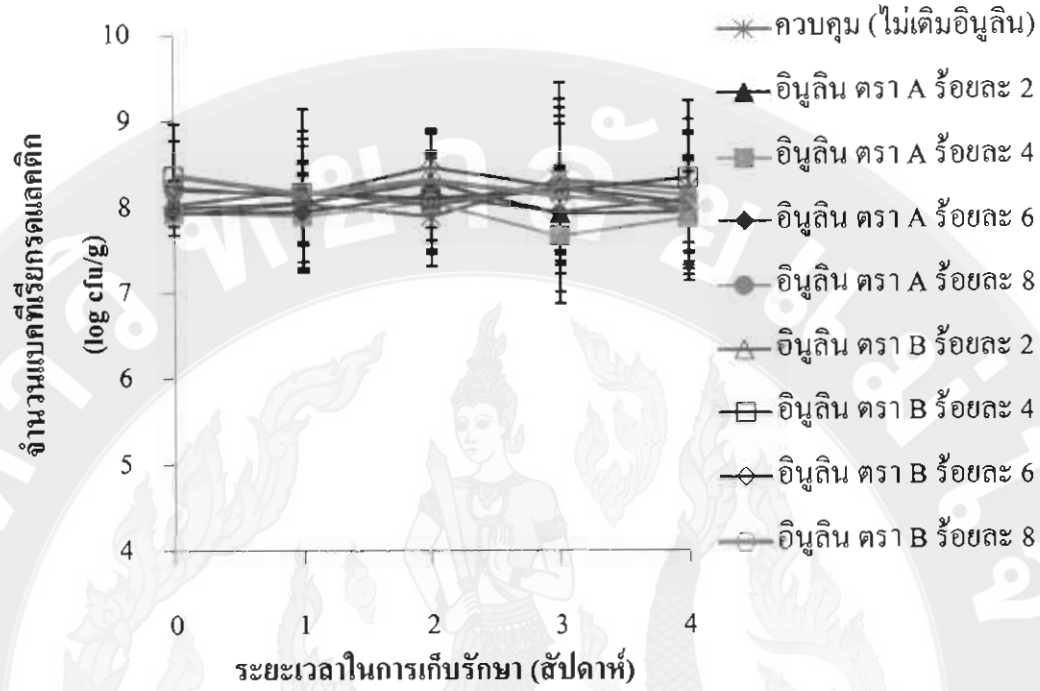
ปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมสูงสุดตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณน้ำที่ออกมาในระหว่างการเก็บรักษามีแบบแผนเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณน้ำที่ออกมาในระหว่างกระบวนการหมัก



ภาพ 25 ผลของอินูลินต่อค่าปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก

การเปลี่ยนแปลงของจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกของตัวอย่างแหนมในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็น (อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกของตัวอย่างแหนมทั้งหมดมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน โดยในช่วงเริ่มต้นของการเก็บรักษาจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกมีค่าอยู่ในช่วง 7.92 - 8.38 log cfu/g เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 4 สัปดาห์จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกมีค่าอยู่ในช่วง 7.87 - 8.34 log cfu/g จะเห็นได้ว่าในระหว่างการเก็บรักษายังมีจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกที่ใกล้เคียงกับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกก่อนที่จะทำการเก็บรักษา (0 สัปดาห์) ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าแบคทีเรียกรดแลคติกยังคงมีกิจกรรมอยู่ ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของค่าความเป็นกรด - เบสที่และการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)



ภาพ 26 ผลของอินูลินต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม

ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อกระบวนการหมัก

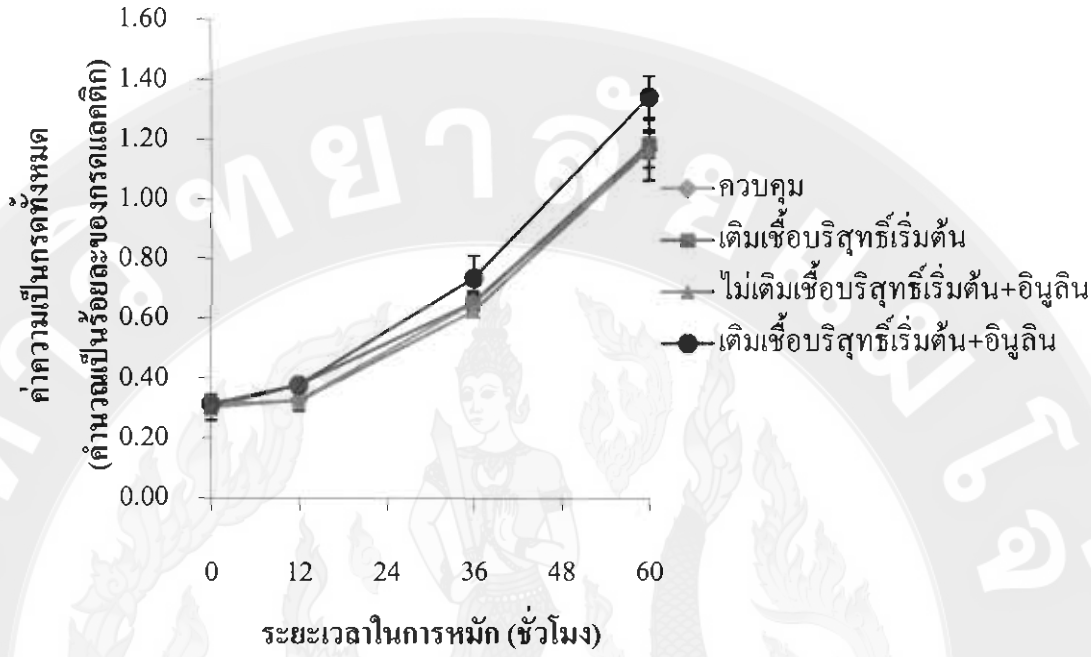
การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อกระบวนการหมัก โดยใช้ตัวอย่างแหนมจากบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด จากการทดลองพบว่าการเติมอินูลิน ตรา A ในผลิตภัณฑ์แหนมร่วมกับเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นมีผลทำให้มีการเจริญของแบคทีเรียกรดแลคติกเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้มีค่าความเป็นกรด - เบสต่ำสุดและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) สูงสุด ดังรายละเอียดดังนี้

1. ค่าความเป็นกรด - เบสและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)

ค่าความเป็นกรด - เบสของตัวอย่างแหนมในทุกตัวอย่างในระหว่างกระบวนการหมักมีค่าลดลง โดยที่เริ่มต้นมีค่าอยู่ในช่วง 6.43 - 6.54 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมงมีค่าลดลงอยู่ในช่วง 4.30 - 4.38 ดังแสดงในภาพ 27 ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) โดยที่เริ่มต้นของกระบวนการหมักมีค่าอยู่

ในช่วงร้อยละ 0.30 - 0.31 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมงมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงร้อยละ 1.16 - 1.34 ดังแสดงในภาพ 28 ตัวอย่างแหนมเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นร่วมกับการเติมอินูลิน A ร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมดมีค่าความเป็นกรด - เบสต่ำสุดและมีค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) สูงสุด ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวก 5 สอดคล้องกับการทดลองของ Visessanguan et al. (2005) พบว่าตัวอย่างแหนมที่มีการเติมด้วยเชื้อ *Lactobacillus curvatus* มีค่าความเป็นกรด – เบสที่ต่ำกว่าและมีค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

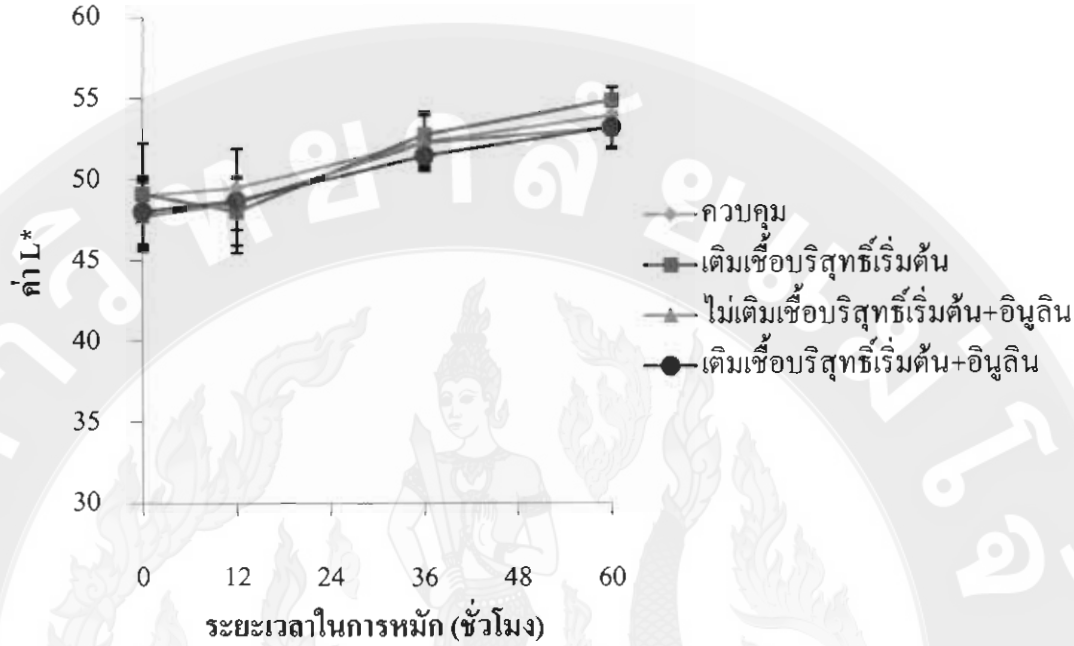
ภาพ 27 ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่าความเป็นกรด - เบสในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง



ภาพ 28 ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

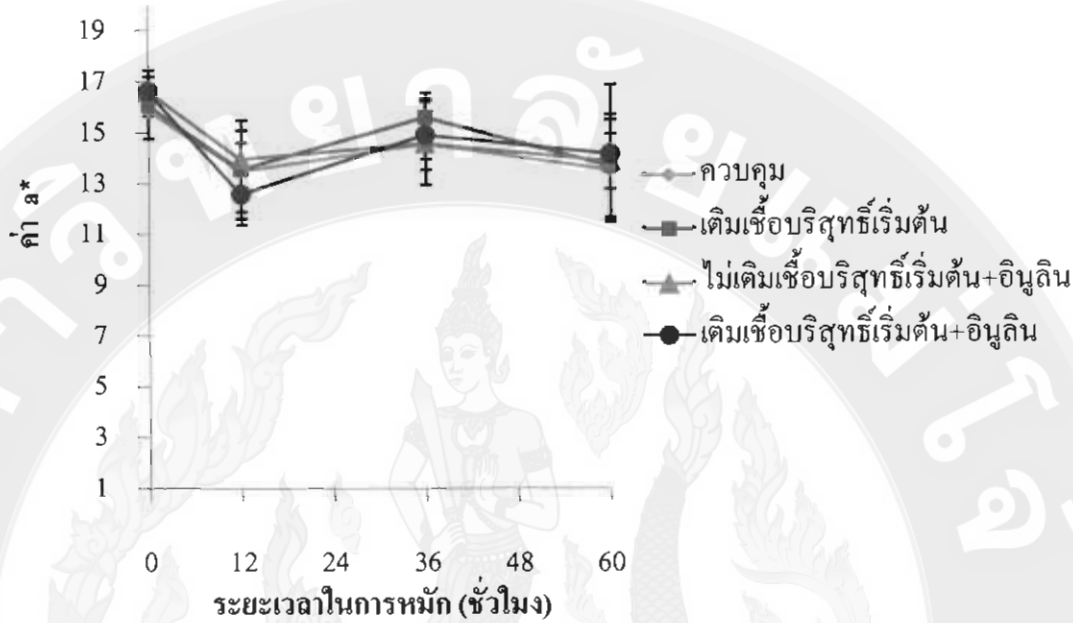
2. ค่าสี

ค่า L* มีค่าเพิ่มขึ้น ตลอดระยะเวลาของการหมัก โดยที่เริ่มต้นของกระบวนการหมักค่า L* มีค่าอยู่ในช่วง 47.72 - 48.99 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมงค่า L* มีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 53.23 - 54.96 ดังแสดงในภาพ 29 ค่า L* ของทุกตัวอย่างมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวก 5



ภาพ 29 ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่า L* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

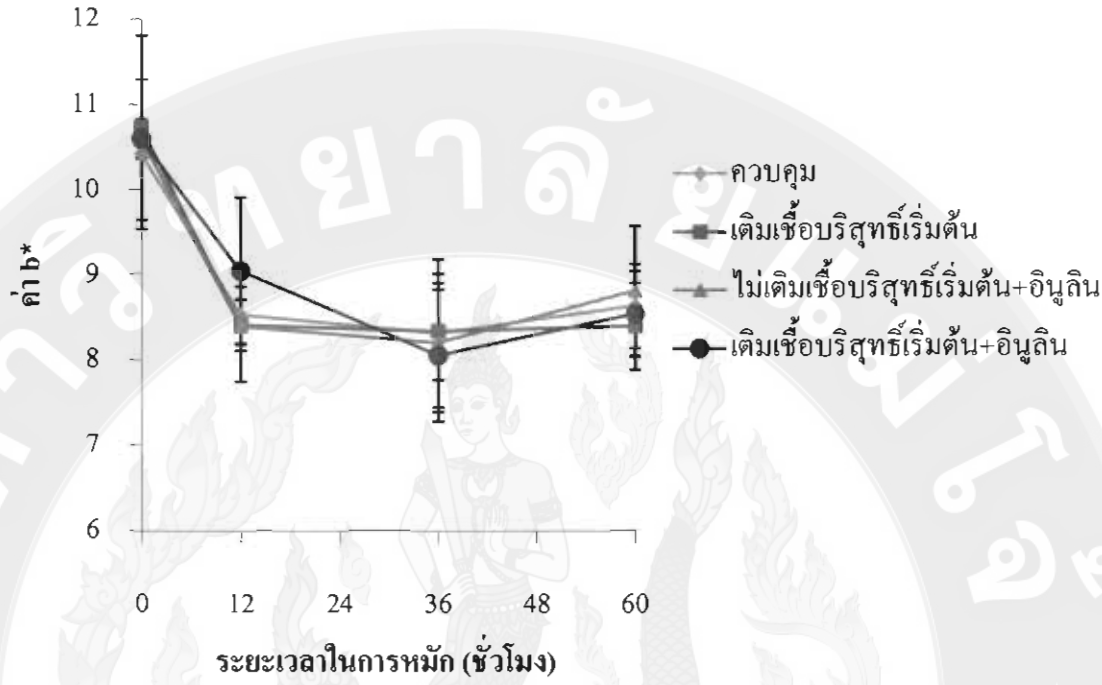
การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่าในช่วงเริ่มต้นค่า a* มีค่าอยู่ในช่วง 15.88 - 16.64 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมงค่า a* มีค่าลดลงอยู่ในช่วง 13.51 - 14.14 ดังแสดงในภาพ 30 ซึ่งการลดลงของค่า a* สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่า L* ในระหว่างกระบวนการหมัก ค่า a* ของทุกตัวอย่างมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวก 5



ภาพ 30 ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่า a* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

การเปลี่ยนแปลงของค่า b* ของตัวอย่างแหนม ในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่าในช่วงเริ่มต้นค่า b* มีค่าอยู่ในช่วง 10.42 - 10.53 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมงค่า b* มีค่าลดลงอยู่ในช่วง 8.39 - 8.81 ดังแสดงในภาพ 31 ค่า b* ของทุกตัวอย่างมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวก 5

การใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมระหว่างแบคทีเรียที่สามารถสร้างกรดแลคติกได้ร่วมกับแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ได้ ก่อให้เกิดลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์ในแง่สีที่ปรากฏ และการมีสภาพเป็นกรดเกิดขึ้นจะทำให้สีที่ปรากฏมีการพัฒนาที่เร็วขึ้นอีกทั้งทำให้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีด้วย (ไพโรจน์, 2534; ไพโรจน์ และคณะ, 2536; ไพโรจน์ และคณะ, 2538)

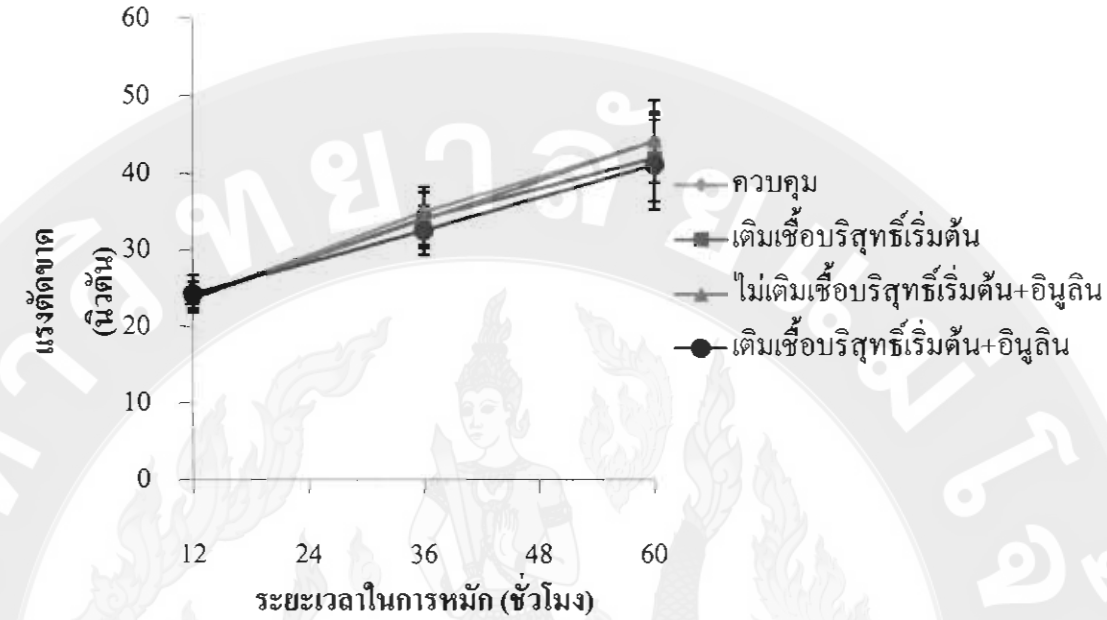


ภาพ 31 ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่า b* ในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

3. แรงตัดขาด

ค่าแรงตัดขาดของตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่าที่ 12 ชั่วโมงของกระบวนการหมัก ค่าแรงตัดขาดของทุกตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วง 23.74 - 24.27 นิวตัน เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นค่าแรงตัดขาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 41.17 - 44.20 นิวตัน ดังแสดงในภาพ 32

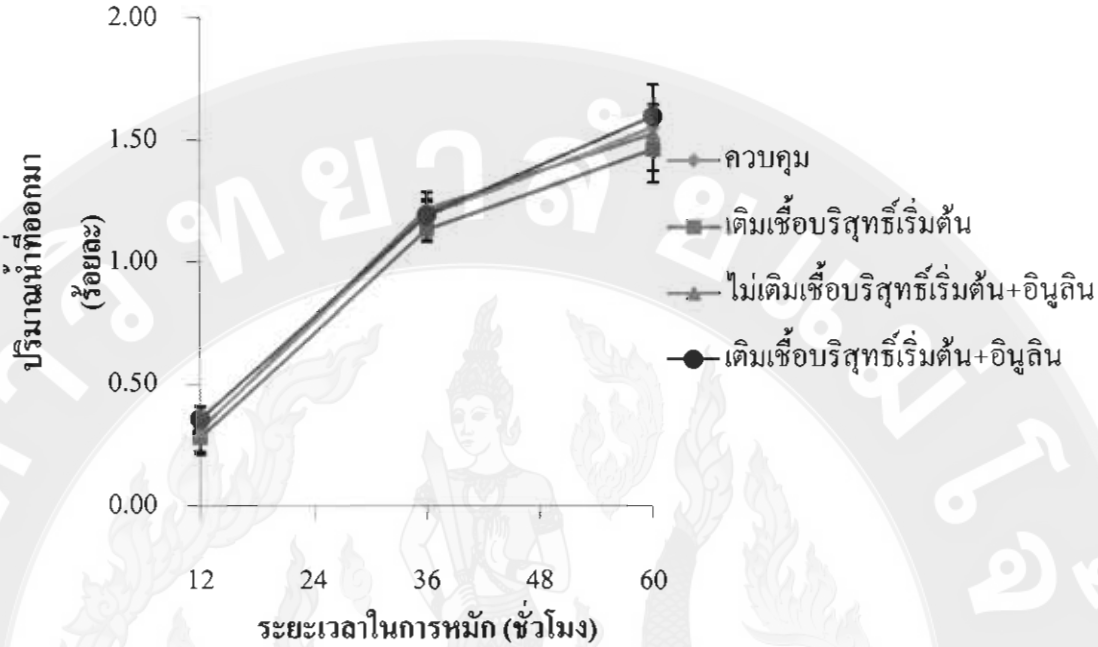
การใช้เชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้นที่ใช้ประกอบด้วย *Lactobacillus plantarum* จะมีผลต่อการลดลงของค่าความเป็นกรด - เบส โดยในช่วงแรกของการหมัก จะทำการเปลี่ยนแหล่งคาร์บอนและข้าวสุกให้กลายเป็นกรดแลคติก เมื่อค่าความเป็นกรด - เบสลดลงเรื่อยๆ ทำให้โปรตีนถูกทำลายไป มีการเกิดเจลเกิดขึ้น ทำให้เนื้อเริ่มเหนียว และเชื้อ *Pediococcus cerevisiae* จะมีผลต่อการเกิดลักษณะเนื้อของแหนม ในช่วงหลังของการหมัก ด้วยเหตุนี้จึงมีการใช้เชื้อบริสุทธิ์ผสมเริ่มต้นระหว่าง *L. plantarum* และ *P. cerevisiae* (ไพโรจน์, 2534; ไพโรจน์ และคณะ, 2536; ไพโรจน์ และคณะ, 2538)



ภาพ 32 ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่าแรงตัดขาดในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

4. ค่าปริมาณน้ำที่ออกมา

จากการทดลองพบว่าที่ 12 ชั่วโมงกระบวนการหมักแหนมมีปริมาณน้ำที่ออกมามีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.28 - 0.36 เมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 60 ชั่วโมง มีผลทำให้มีปริมาณน้ำที่ออกมาเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.46 - 1.60 ดังแสดงในภาพ 33 แต่อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำที่ออกมาของแต่ละตัวอย่างมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางผนวก 5



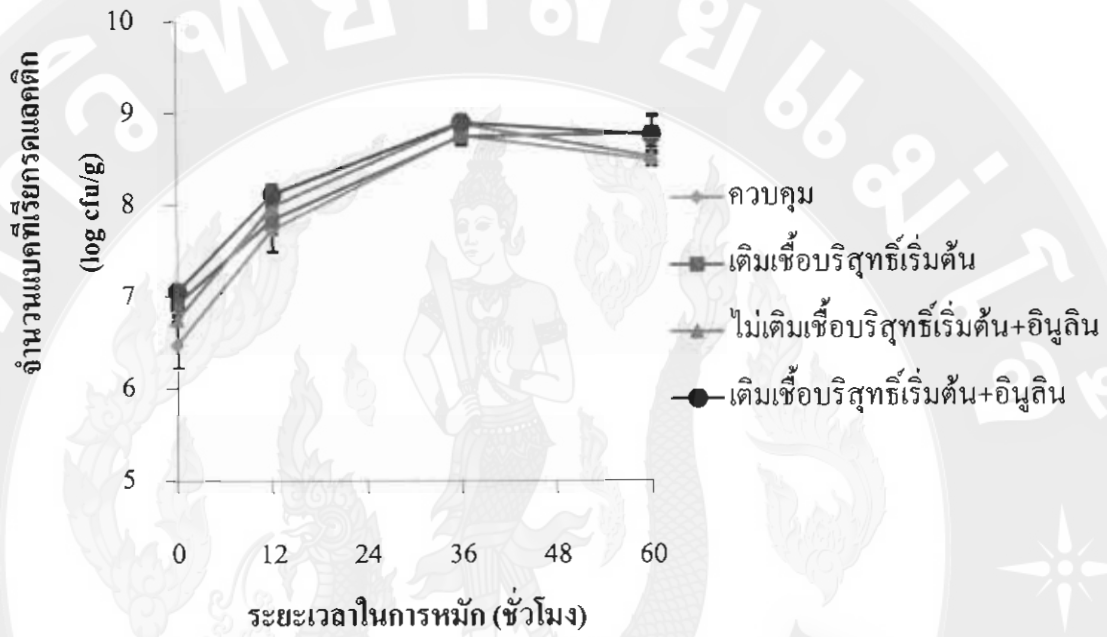
ภาพ 33 ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อค่าปริมาณน้ำที่ออกมาจากตัวอย่างแหนมในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

5. จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก

จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่า เริ่มต้นของกระบวนการหมักจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกมีค่าอยู่ในช่วง 6.84 - 7.02 log cfu/g และเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้นเป็น 12 ชั่วโมง จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ที่ระยะเวลาในการหมักที่ 12 ถึง 60 ชั่วโมงจำนวนแบคทีเรียกรดมีค่าอยู่ในช่วง 7.73 - 8.78 log cfu/g ดังแสดงในภาพ 34 ตัวอย่างที่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นมีแนวโน้มของจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่มีการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น ทั้งนี้อาจมีผลเนื่องมาจากเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่เติมเข้าไปรวมกับเชื้อแบคทีเรียที่มีอยู่แล้วในเนื้อสัตว์จึงทำให้มีจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกสูงกว่าตัวอย่างที่ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าการลดลงของค่าความเป็นกรด - เบสและการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ในระหว่างกระบวนการหมัก

การใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโทษได้ (H-kittikun et al., 1988 อ้างโดย ไพโรจน์, 2534) นอกจากนี้แล้ว พรรณรัดน์ (2552) ได้ทำการศึกษาถึงการคัดเลือกแบคทีเรียโปรไบโอติกส์กรดแลคติกจากแหนมพื้นบ้านมาพัฒนาใช้เป็นหัวเชื้อหมักในผลิตภัณฑ์แหนมเพื่อควบคุมเชื้อก่อโรคและเพิ่มมาตรฐานคุณภาพของผลิตภัณฑ์

พบว่า การเติมหัวเชื้อหมักแบคทีเรียโปรไบโอติกส์กรดแลคติกในผลิตภัณฑ์แหนมทำให้มีปริมาณ *E. coli* ลดลงและแตกต่างจากชุดควบคุม



ภาพ 34 ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อแหนมที่มีการเติมอินูลินร่วมกับการเติมหรือไม่เดิมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจึงมี 2 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างที่มีการเติมอินูลิน ตรา A ในปริมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมดร่วมกับการเดิมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นและตัวอย่างที่มีการเติมอินูลิน ตรา A ในปริมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมดร่วมกับไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวนที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวนทั้งหมด 100 คน ใช้วิธีการให้คะแนนการแบบ 9 - point hedonic scale (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุดและคะแนน 9 = ชอบมากที่สุด) คุณลักษณะที่ทดสอบคือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส รสชาติ ความเปรี้ยว เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม

จากผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างแหนมที่มีการเติมอินูลิน A ในปริมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมด ร่วมกับการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นและไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น ได้รับ

คะแนนจากผู้ทดสอบในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส รสชาติ ความเปรี้ยวและการยอมรับรวม ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตาราง 8 จากผลการทดลองพบว่าทุกคุณลักษณะได้รับคะแนนมากกว่า 7 คะแนน แสดงว่าผู้บริโภคมีความชอบปานกลางในผลิตภัณฑ์แหนมที่ได้ทำการทดสอบ

ตาราง 8 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่มีต่อแหนมที่มีการเติมอินูลิน ตรา A ร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมดร่วมกับการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นและไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น

คุณลักษณะ	คะแนน	
	เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น	ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.55 ± 0.99	7.61 ± 0.94
เนื้อสัมผัส ^{ns}	7.31 ± 1.02	7.39 ± 1.02
สี ^{ns}	7.28 ± 0.92	7.17 ± 0.91
กลิ่น ^{ns}	7.39 ± 1.09	7.29 ± 1.17
รสชาติ ^{ns}	7.61 ± 0.97	7.58 ± 1.01
ความเปรี้ยว ^{ns}	7.24 ± 1.13	7.04 ± 1.21
การยอมรับรวม ^{ns}	7.62 ± 0.81	7.51 ± 0.91

หมายเหตุ ^{ns} คือ คุณลักษณะเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ใช้การให้คะแนนแบบ 9 - point hedonic scale โดยที่ 9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด, และ 1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด

แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

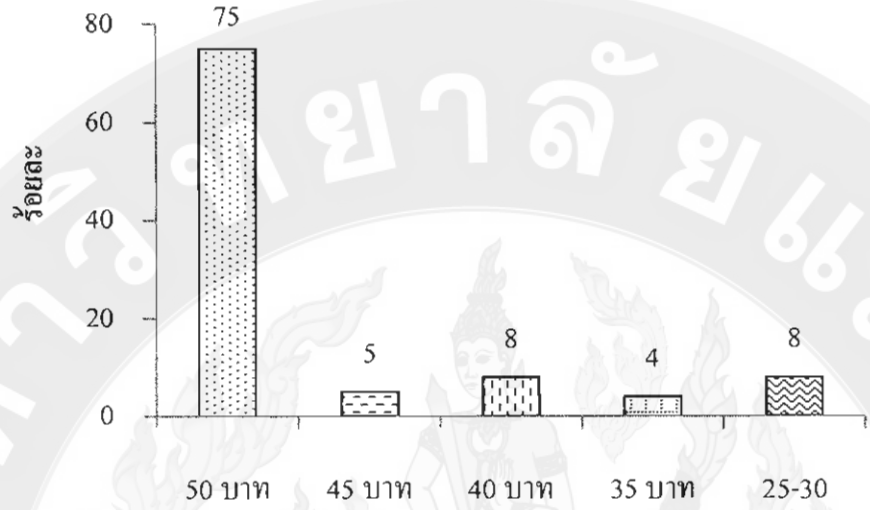
ผลการสำรวจทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหาร

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารในอนาคตเมื่อมีการวางจำหน่าย โดยทำการสำรวจ โดยใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายซึ่งเป็นผู้ที่รู้จักผลิตภัณฑ์แหนม และมีรายได้จากการประกอบอาชีพ จำนวน 100 คน ในเขตมหาวิทยาลัยแม่โจ้และบริเวณใกล้เคียง

จากการทดลองพบว่า เมื่อทำการสอบถามผู้บริโภคว่าหากมีผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารวางจำหน่ายท่านจะซื้อหรือไม่ผู้บริโภคให้การตอบแบบสอบถามว่าซื้อบางโอกาสร้อยละ 73 (แสดงในภาพ 35) โดยให้เหตุผลว่า อยากลองรับประทาน คิดว่าน่าจะมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น และอีกร้อยละ 27 ให้การตอบแบบสอบถามว่าซื้อแน่นนอน โดยให้เหตุผลว่าน่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์มากกว่าแหนมทั่วไป มีประโยชน์ต่อสุขภาพและชอบรับประทานแหนมเป็นประจำอยู่แล้ว

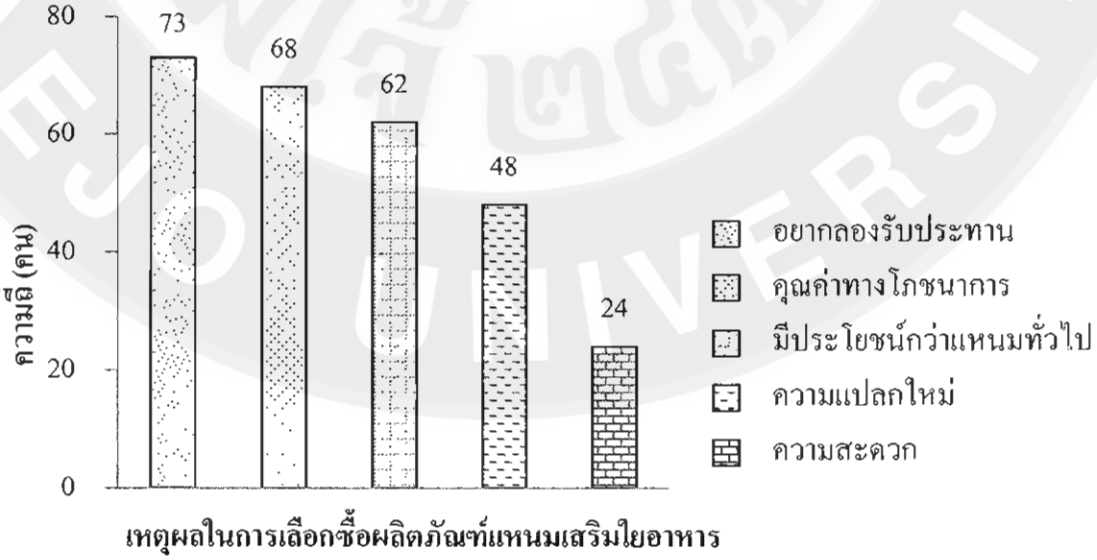
ภาพ 35 ความเป็นไปได้ในการซื้อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารเมื่อวางจำหน่าย

ราคาของผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารขนาด 250 กรัม ที่เหมาะสมคือ ราคา 50 บาท คิดเป็นร้อยละ 75 และไม่เหมาะสมคิดเป็นร้อยละ 25 โดยให้การแนะนำว่าควรมีราคา 45 บาท คิดเป็นร้อยละ 5 มีราคา 40 บาท ร้อยละ 8 มีราคา 35 บาท ร้อยละ 4 และควรมีราคา 20 - 35 บาท ร้อยละ 8 ดังแสดงในภาพ 36



ภาพ 36 ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารจากการสำรวจผู้บริโภค 100 คน

เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารส่วนใหญ่ผู้บริโภคให้เหตุผลในการอยากลองรับประทาน จากนั้นตามด้วยคุณค่าทางโภชนาการ มีประโยชน์มากกว่าแหนมทั่วไป ความแปลกใหม่ และความสะดวก ตามลำดับ ดังแสดงในภาพ 37



ภาพ 37 เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารมารับประทานจากการสำรวจผู้บริโภค 100 คน

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. กระเทียมมีผลต่อคุณภาพทางเคมี และกายภาพของตัวอย่างแหนม ($p \leq 0.05$) ในระหว่างกระบวนการหมัก

2. การศึกษาผลของอินูลินที่มีต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม พบว่า มีผลทำให้มีค่าความเป็นกรด - เบสสูงกว่าและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างแหนมควบคุม แต่ไม่มีผลต่อค่าสี (L* a* และ b*) ค่าแรงตัดขาดและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างกระบวนการหมัก ($p > 0.05$) การเติมอินูลินในระดับที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ตัวอย่างแหนมมีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น ความสามารถในการอุ้มน้ำของตัวอย่างแหนมมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$)

3. องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างแหนม พบว่ามีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 20.14 - 20.52 ไขมันร้อยละ 2.21 - 2.23 และเถ้าร้อยละ 2.44 - 2.50 การเติมอินูลินในระดับเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ตัวอย่างแหนมมีปริมาณความชื้นลดลงและมีปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างควบคุม ($p \leq 0.05$)

4. คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 108 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนคุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส รสชาติ ความเปรี้ยวและการยอมรับรวมในระดับประมาณ 6 - 7 คะแนน แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

5. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแหนมในระหว่างเก็บรักษาในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีค่าความเป็นกรด - เบสลดลงและค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และมีปริมาณน้ำที่ออกมาเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) การเติมอินูลินไม่มีผลต่อค่าสี แรงตัดขาดและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกในระหว่างการการเก็บรักษา ($p > 0.05$)

6. การศึกษาผลของการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม พบว่าการเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นร่วมกับการเติมอินูลินตรา A มีค่าความเป็นกรด - เบสที่ต่ำสุดและมีค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) ที่สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบ

กับตัวอย่างอื่นๆ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่าสี แรงตัดขาด ปริมาณน้ำที่ออกมาและจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก ($p > 0.05$) เมื่อทำการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภค 100 คน ที่มีต่อตัวอย่างแหนมที่มีการเติมอินูลิน ตรา A ร่วมกับการเติมหรือไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น พบว่าได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสทุกคุณลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

7. การสำรวจทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารพบว่า ผู้บริโภคให้การตอบแบบสอบถามว่า ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารขนาด 250 กรัม คือ 50 บาท และเหตุผลที่ใช้ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารคืออยากลองรับประทาน และคำนึงคุณค่าทางโภชนาการ

8. สามารถใช้อินูลินได้ในผลิตภัณฑ์แหนมทั้งในแหนมที่หมักโดยธรรมชาติและใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น โดยใช้ได้มากถึงระดับร้อยละ 4 ของน้ำหนักแหนมทั้งหมด เพื่อให้สอดคล้องตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 (พ.ศ. 2541) เรื่องฉลากโภชนาการ ที่กำหนดว่าผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารต้องมีใยอาหารไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3 เพื่อเป็นแหล่งของใยอาหาร เป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มช่องทางการจำหน่ายให้กับผลิตภัณฑ์แหนมได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลาที่นานกว่านี้เพื่อยืนยันว่าแหนมควรมีอายุการเก็บรักษาเป็นระยะเวลาเท่าใด

2. ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบกับอินูลินยี่ห้ออื่นๆ ที่มีการจำหน่ายในทางการค้าเพื่อเป็นทางเลือกที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับผู้ประกอบการ

3. ควรทำการศึกษาถึงการใช้อินูลินสายยาวที่มีผลต่อคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิตแหนม

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย กองโภชนาการ. 2535. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก. 97 น.

กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2541. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 เรื่องฉลากโภชนาการ.**

ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. 2545. ใยอาหารเพื่อสุขภาพ. **วารสารอาหาร** 32: 157-159.

บริษัทอุ๊ยย่น จำกัด. ม.ป.ป. **คุณภาพการผลิต.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.paon.com/?file=quality_control.php&lg=th&sd=on (5 ตุลาคม 2553).

ผกาวดี นารอง. 2543. เส้นใยอาหาร (Dietary Fiber): บทบาทสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม. **วารสารศูนย์บริการวิชาการ** 8: 23-25.

พรรณรัตน์ สิงห์ราชา. 2552. **การพัฒนาหัวเชื้อหมักแบคทีเรียโปรไบโอติกส์กรดแลคติกเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคในแหนม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาวิทยาลัยแม่โจ้.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2529. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร.** หาดใหญ่: ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 302 น.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2534. การพัฒนาอาหารหมักพื้นบ้านโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น. **วารสารอุตสาหกรรมเกษตร** 2: 36-40.

ไพโรจน์ วิริยจารี, ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และพิณริยา รัตนวิชัย. 2536. การพัฒนาแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 3. ผลของเครื่องเทศหลักต่อการผลิตกรดแลกติกในผลิตภัณฑ์. **วารสารเกษตร** 99: 97-117.

ไพโรจน์ วิริยจารี, ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และอรนงค์ สำอางค์. 2538. การพัฒนาแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 5. ผลของโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ต่อการผลิตแหนม. **วารสารเกษตร** 11: 55-68.

ไพโรจน์ วิริยจารี, ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และอำพิน กันธิยะ. 2536. การพัฒนาแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 1. แหล่งคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมต่อการผลิตแหนม. **วารสารเกษตร** 99: 51-60.

ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์ และเบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. 2539. เส้นใยอาหารกับคุณภาพชีวิต. **วารสารอุตสาหกรรมเกษตร** 7: 22-31.

ภาณิศา ขวัญบุรี. 2548. บทบาทของส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตแหนมที่มีต่อรูปแบบของสารระเหยให้กลิ่นในผลิตภัณฑ์แหนม ใน **เอกสารประกอบการนำเสนอบทความทางวิชาการ (เฉพาะบทคัดย่อ) การประชุมประจำปี สวทช. 2548 "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทยสู่เศรษฐกิจยุคโมเลกุล" 28-30 มีนาคม 2548.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.stkc.g.th/stportalDocument/stportal_1116920587.doc. (28 กรกฎาคม 2553).

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต. 133 น.

วิจิตรา แตงปรก. 2553. การใช้อินูลินเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไขมันต่ำ. **วารสารอาหาร** 40: 37-40.

วันเพ็ญ มีสมญา. 2541. ใยอาหารอันทรงคุณค่า. **วารสารอาหาร** 28: 231-219.

สุภัจฉรา นพจินดา. 2543. การกระตุ้นไบฟีโดแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ด้วยโอลิโกฟรักโทสและอินูลิน. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 15: 69-71.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแหนม.** มอก. 1219-2547.

อรนุช อุตรภิชาติ. 2530. **การคัดเลือกแบคทีเรียแลคติคซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อซัลโมเนลลาและการผลิตกล้าเชื้อผลเพื่อใช้หมักแหนม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาเกษตรศาสตร์. 124 น.

Ankri, S. and D. Mirelman. 1999. Antimicrobial properties of allicin from garlic. **Microbes and Infection** 2: 125-129.

Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). 1995. **Official Method of Analysis.** 16th ed. Washington D.C.: Geotage Banto.

Banerjee, M and P. K. Sarkar. 2003. Inhibitory effect of garlic on bacterial pathogens from spices. **World Journal of Microbiology & Biotechnology** 19: 565-569.

Caceres, E., M. L. Garcia and M. D. Selgas. 2004. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. **Meat Science** 68: 87-96.

Fernandez-Lopez, J., E. Sendra and J. A. Perez-Alvarez. 2008. Physico-chemical and microbiological profile of "salchichon" (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. **Meat Science** 80: 410-417.

Franck, A. and L. DeLeenheer. 2002. Inulin in Biopolymer. Weinheim Germany. n.p. pp. 493-479. Cited by Roberfroid, M. 2005. **Inulin Type Fructans Functional Food Ingredients**. Washington, D.C: CRC Press. 399 p.

Franck, A. and P. Coussement. 1997. Multi-functional inulin. Food Ingredient. Analytical. International. Cited by Roberfroid, M. 2005. **Inulin Type Fructans Functional Food Ingredients.** Washington, D.C: CRC Press, 399 p.

Garcia, M. L., E. Caceres and M. D. Selgas. 2006. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. **International Journal of Food Science & Technology** 41: 1207-1215.

Garcia, M. L., R. Dominguez and M. D. Selgas. 2002. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat Science** 60: 227-236.

Gibson, G. R. and M. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of human colonic microbial: Introducing the concept of prebiotic. **Journal of Nutrition** 125: 1401-1412.

Hadorn, R., P. Piccinali and M. Suter. 2008. **Inulin-induced fat reduction in lyoner sausages.** 54th International Congress of Meat Science and Technology, August 10-15, Cape Town, South Africa. [Online]. Available http://www.dblp.admin.ch/de/publikationen /docs /pub_HadornR_2008_17041.pdf?PHPS ESSID=bf349d217e148 ccb8e9 d5319 b6b0dacd (30 August 2009).

H-Kittikun, A., P. Wiriyacharee and L. Rujanakraikarn. 1988. (Thai fermented pork) making with starter cultures. pp. 427-429 In Proceeding 34th International Congress of Meat Science and Technology. Brisbane, Australia. อ้างโดย ไพโรจน์ วิริยจารี. 2534. การพัฒนาอาหารหมักพื้นบ้านโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น. **วารสารอุตสาหกรรมเกษตร** 2:36-40.

Kramlich, W. E., A. M. Pearson and F. W. Tauber. 1973. Processed Meat. wesport: AVI publish. อ้างโดย เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต. 133 น.

McLoughlin, J and G. Goldspink. 1963. Postmortem changes in the color of pig *Logissimus dorsi* muscle. Nature 19: 584-585. Cited by Visessanguan, W., S. Benjakul and A. Assavanig. 2005. Influence of minced pork and rind ratios on physico-chemical and sensory quality of Nham- a Thai fermented pork sausage. **Meat Science** 69: 355-362

Mendoza, E., M. L. Garcia and M. D. Selgas. 2001. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausage. **Meat Science** 57: 387-393.

Molina, D. L., M. D. N. Martinezr and S. Chazarra. 2005. Molecular properties and prebiotic effect of inulin obtained from artichoke (*Cynara scolymus* L.). **Phytochemistry** 66: 1476-1484.

Nes , I. F. and R. Skjelkvåle. 1982. Effect of natural spices and oleoresins on *Lactobacillus plantarum* in fermentation of dry sausage. **Journal of Food Science** 47: 1618-1625.

Orafti. 2005. Active food science monitor. An Orafti Newsletter. อ้างโดย นิมิต วรสูต และ สนั่น จอกลอย. 2549. อินนูลิน: สารสำคัญสำหรับสุขภาพในแก่นตะวัน. **วารสารแก่นเกษตร** 34: 85-91.

Paludam-Müllet, C., H. Henrik Huss and L. Gram. 1999. Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Thai low-salt fermented fish product and role of garlic as substrate for fermenteation. **International Journal of Food Microbiology** 46: 219-229.

Piluk, S. 2009. **Controlled Fermentation of Nham Inoculated with *Lactobacillus plantarum* BCC 9546 by limitation of carbon sources**. Master of science in food technology. Maejo University. 108 p.

Piyayawiwatkul, W. 2002. Sensory evaluation of food: overview, update, and its applications. An intensive course hosted by Faculty of Agricultural Industry, King Mongkhut's Institute of Technology, Ladkrabang. อ้างโดย วิวัฒน์ หวังเจริญ. 2549. **เอกสารประกอบการสอน: การประเมินคุณภาพอาหารโดยประสาทสัมผัส.** เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 321 น.

Roberfroid, M. 2005. **Inulin Type Fructans Functional Food Ingredients**. Washington, D.C: CRC Press. 399 P.

Visessanguan, W., S. Benjakul and A. Assavanig. 2005. Influence of minced pork and rind ratios on physico-chemical and sensory quality of Nham- a Thai fermented pork sausage. **Meat Science** 69: 355-362.

Visessanguan, W., S. Benjakul and A. Panya. 2006. Changes in microbiological, biochemical and physicopchemical properties of Nham inoculated with different inoculums level of *Lactobacillus curvatus*. **LWT-Food Science and Technology** 39: 814-826.

Visessanguan, W., S. Benjakul and P. Thepkasikul. 2004. Changes in composition and functional properties of protein and their contributions to Nham characteristics. **Meat Science** 66: 579-588.

Visessanguan, W., S. Benjakul, and W. Tapingkae. 2006. Changes in lipid composition and fatty acid profile of Nham, a Thai fermented pork sausage, during fermentation. **Meat Science** 94: 580-588.

Zaika, L. L and J. C. Kissinger. 1984. Fermentation enhancement by spices: identification of active compound. **Journal of Food Science** 49: 5-9.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และการนับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก

วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดด้วยวิธีการไทเทรท

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือดและปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น นำสารละลายด่างที่ได้ไปปรับค่ามาตรฐาน (Standardization) ดังนี้: อบสารโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำการเตรียมสารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยการชั่งโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลท จำนวน 2.0422 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร นำไปไทเทรทหาความเข้มข้นของสารละลาย NaOH โดยใช้ฟีนอฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

2. สารละลายฟีนอฟธาลีน ความเข้มข้นร้อยละ 1 เตรียมโดยชั่งฟีนอฟธาลีนมา 1 กรัม ละลายใน เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 10 มิลลิลิตร คนจนละลายหมด ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือดและปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างแหนม 500 กรัม จากแต่ละทรีตเมนต์ของแต่ละซ้ำ มาทำการบดให้ละเอียด ชั่งน้ำหนัก 10 กรัม นำมาผสมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 ปิเปตของเหลวที่กรองได้มา 20 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ หยดสารละลายฟีนอฟธาลีน ความเข้มข้นร้อยละ 1 ลงไป 2 หยด เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วนำไปไทเทรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนถึงจุดยุติโดยสารละลายในขวดรูปชมพู่เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วนำไปคำนวณหาค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก) โดยคำนวณดังนี้

$$\text{ค่าความเป็นกรดทั้งหมด} = \frac{0.1\text{N NaOH} \times \text{mL NaOH} \times \text{mL sample ที่เตรียม} \times 90.08 \times 100}{\text{g sample} \times \text{mL sample ที่ใช้ไทเทรต} \times 1000}$$

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ค่าสี

ทำการคัดเลือกตัวอย่างโดยเอาแต่ส่วนที่เป็นเนื้อหมูมาทำการวิเคราะห์ จากนั้นทำการบดให้ละเอียดแล้วนำไปทำการวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี 5 ซ้ำต่อตัวอย่าง ค่าที่ได้แสดงในรูปของค่า L* a* และ b*

แรงตัดขาด

ทำการตัดตัวอย่างแหนมตามขวางให้มีความยาว 3 เซนติเมตร นำไปทำการวัดค่าแรงตัดขาด ด้วยเครื่อง Lloyd Universal Testing Machine โดยใช้ขนาดของ load เท่ากับ 1 นิวตัน ความเร็วของหัวตัดใบมีดแบบสามเหลี่ยมเท่ากับ 150 มิลลิเมตร/นาที โดยแต่ละตัวอย่างทำการวัด 10 ซ้ำ รายงานค่าเป็นแรงสูงสุดที่ใช้ในการตัด (maximum cutting force)

การนับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องตีป่นตัวอย่าง (Seward stomacher 400, England)
2. ถุงตีบด (Stomacher bag)
3. ขวดดูแรน (Duran bottle) ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่ทนต่อสภาวะนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส
4. หลอดทดลองชนิดฝาเกลียว ขนาด 15 ×150 มิลลิลิตร (Test tube, Pyrex)
5. จานเพาะเชื้อ (Petri-dish) ขนาด 15×100 มิลลิลิตร (ที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง. ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปใช้)
6. อุปกรณ์สำหรับถ่าย(หยิบจับ) ตัวอย่างเช่น มีด กรรไกร ปากคีบ (Forceps) ช้อนตักสาร (Spatula) และอุปกรณ์ต่างๆ ต้องนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ก่อนใช้งาน
7. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Sartorius BP 610, Germany)

8. เครื่องเขย่า (Vortex : Genie 2 ™ G-560E, U.S.A)

9. หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave,Hirayama, Japan)

10. ตู้บ่ม (Incubator) อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (Jermarks Series B8000, Bergen, Norway)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายเพื่อเจือจาง

1. การเตรียมสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1

เตรียมสารละลายเปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 โดยชั่งเปปโตน 10 กรัม ใส่ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ตวงสารละลายเปปโตนจำนวน 90 มิลลิลิตร ใส่ขวดแก้วทนความร้อน ปิดด้วยจุกสำลี (สำหรับใช้ในการเตรียมตัวอย่าง) และปิดเปดใส่ในหลอดทดลองชนิดฝาเกลียว 9 มิลลิลิตรต่อหลอด (สำหรับใช้ในการเจือจางตัวอย่าง) นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) นาน 15 นาที

2 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar จำนวน 67.15 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลาย ระหว่างต้มให้คนบ่อยๆ เพื่อไม่ให้รุ้นติดก้นภาชนะ ต้มจนอาหารละลายดีแล้วเทใส่ขวดทนความร้อน ปิดด้วยฝาเกลียว นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 103.4 กิโลปาสกาล (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) นาน 15 นาที

วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ทำโดยการสุ่มตัวอย่างแหนม ใช้มีดและปากคีบที่ทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว (โดยการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว) ตัดตัวอย่างแหนม ชั่งน้ำหนักให้ได้ 10 กรัม ใส่ในถุงตีป่น ที่มีสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 90 มิลลิลิตร ผสมอยู่ นำไปตีป่นด้วยเครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที จะได้ตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1:10 (10^{-1}) เขย่าอาหารให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดอาหารที่เจือจาง 1:10 (10^{-1}) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายเปปโตนเข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาตร 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่า จะได้ตัวอย่างอาหารที่เจือจาง 1:100 (10^{-2}) ทำให้มีความเจือจาง 1:1000 (10^{-3}) ด้วยวิธีเดียวกัน

จนกระทั่งมีความเจือจางตามที่ต้องการ จากนั้นทำการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละระดับความเข้มข้น จำนวน 3 ซ้ำ

2. การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1 ใช้ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อดูดสารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจางต่างๆ ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ความเจือจางละ 3 จาน

2.2 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ที่หลอมเหลวแล้ว มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่าง จานละประมาณ 15 – 20 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายใน 15 นาที เริ่มจากความเจือจางน้อยสุด

2.3 ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดีโดยเขย่าไปข้างหน้าและหลังอย่างละ 5 ครั้ง เขย่าไปทางซ้ายและขวา 5 ครั้ง เขย่าให้หมุนตามเข็มนาฬิกา 5 ครั้ง และเขย่าให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา 5 ครั้ง ในขณะเขย่าให้ระมัดระวังไม่ให้อาหารเลอะติดฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อวางไว้จนอาหารแข็ง

2.4 ทำการควบคุมให้อยู่ในสภาวะปราศจากอากาศโดยใช้อาหารสำเร็จรูป MRS agar ประมาณ 15 มิลลิลิตรเททับหน้าวุ้นที่แข็งแล้ว

3. การบ่มเชื้อ

บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้เสร็จเรียบร้อยแล้ว นำไปบ่มเพาะเชื้อ (incubated) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง โดยคว่ำจานเลี้ยงเชื้อลง และควรวางซ้อนกันประมาณ 5 ชั้น บรรจุในถุงพลาสติก

4 การตรวจนับโคโลนีและรายงานผล

นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อซึ่งมีปริมาณ 30 -300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็น log cfu/g

ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างแหนม

ปริมาณความชื้น

อบ moisture can ในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง ชั่งตัวอย่างให้มีน้ำหนักที่แน่นอน 3 กรัม ใส่ลงใน moisture can (W1) ทำการอบตัวอย่างในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมงนำออกจากตู้อบใส่ในโถแก้วดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก (W2) นำไปอบซ้ำหลายๆ ครั้งจนน้ำหนักคงที่ คำนวณปริมาณความชื้นจากสูตรดังนี้ (AOAC, 1995)

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(W1 - W2)}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

เมื่อ

W1=น้ำหนักของภาชนะสำหรับหาความชื้นที่อบแล้วและตัวอย่างก่อนอบเป็นกรัม

W2=น้ำหนักของภาชนะสำหรับหาความชื้นที่อบแล้วและตัวอย่างหลังอบเป็นกรัม

ปริมาณไขมัน

ตัวอย่างที่หาความชื้นแล้วประมาณ 1 กรัม ลงบนกระดาษกรองแล้วห่อให้มิดชิด ใส่ลงในทิมเบิล และเติมเฮกเซน ซึ่งใช้เป็นตัวทำละลายลงในถ้วยสกัดไขมันประมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วนำมาสกัดไขมันด้วยเครื่อง Soxtex System HT (Tecator, Sweden) จากนั้นนำถ้วยสกัดไขมันที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักไขมันที่ได้ (AOAC, 1995)

ปริมาณโปรตีน

ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 0.5 กรัม ใส่ลงไปในหลอดย่อย และใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา หรือ kjeltabs catalysts ลงไป 1 เม็ด เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป 5 มิลลิลิตร แล้วย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 420 องศาเซลเซียส จนได้สารละลายใส จากนั้นนำมากลั่นด้วยเครื่อง Kjeltec System รุ่น 1026 (Tecator, Sweden) โดยใช้ระบบอัตโนมัติ (น้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร และด่าง 20 มิลลิลิตร) ซึ่งใช้สารละลายกรดบอริคเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 25 มิลลิลิตร เพื่อดักจับก๊าซแอมโมเนียที่เกิดขึ้น แล้วนำมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริคเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนเป็นสารละลายสีม่วงอมน้ำเงิน (AOAC, 1995)

ปริมาณเถ้า

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ในครูซิเบิลกระเบื้องที่ผ่านการอบแห้งแล้ว จากนั้นนำไปเผาบนเตาให้ความร้อนจนหมดควันดำ ก่อนนำไปเผาต่อในเตาเผาเถ้าที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง หรือเผาข้ามคืนจนได้เถ้าที่มีสีขาว และทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาปริมาณเถ้าดังนี้ (AOAC, 1995)

$$\text{เถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ปริมาณใยอาหารทั้งหมด

ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่บน flask ทำ 2 ซ้ำ น้ำหนักห่างกันไม่เกิน 20 มิลลิกรัม (run 1 ครั้งจะมีตัวอย่าง 2 ซ้ำ และมี Blank 2 ซ้ำ) ใส่ phosphate buffer 50 มิลลิลิตร และ termamyl enzyme 0.1 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด - เบสอยู่ในช่วง 6.0 ± 0.2 ปิดฝา flask ด้วยอลูมินัมฟอยล์ บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส 30 นาที และเขย่าทุกๆ 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เติม 0.275 N NaOH 10 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด - เบสอยู่ในช่วง 7.5 ± 0.2 เติม protease enzyme 5 มิลลิกรัม บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วเติม 0.325 N HCl 10 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรด - เบสอยู่ในช่วง 4.0 - 4.6 เติม amyloglucosidase 0.3 มิลลิลิตร บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส 30 นาที เติม ethanol ร้อยละ 95 ที่อุ่นไว้ที่ 60 องศาเซลเซียส ลงใน flask ละ 280 มิลลิลิตร จากนั้นทิ้งให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง กรองใส่ในครูซิเบิลที่มี celite 0.5 กรัม แล้ววางครูซิเบิลตำแหน่งกรองล้างตะกอนด้วย ethanol ร้อยละ 78 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง ย้ายครูซิเบิลไปตำแหน่งล้างทำการล้างด้วย acetone 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง นำครูซิเบิลที่มี residue-celite อบค้างคืนที่ 105 องศาเซลเซียส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักโดยหักค่า celite และครูซิเบิล นำครูซิเบิลซ้ำ 1 และ Blank ซ้ำ 1 ไปหาปริมาณโปรตีน ส่วนครูซิเบิลซ้ำ 2 และ Blank ซ้ำ 2 นำไปเผาที่ 525 องศาเซลเซียส 5 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่เหลือ (AOAC, 1995)

ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม

แบบสอบถามชุดที่ 1

แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

แหนมเสริมใยอาหาร

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่ได้รับจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนคุณลักษณะต่าง ๆ ที่กำหนดให้ตามความชอบ โดยให้คะแนนระดับความชอบดังนี้

ชอบมากที่สุด	9 คะแนน	ไม่ชอบเล็กน้อย	4 คะแนน
ชอบมาก	8 คะแนน	ไม่ชอบปานกลาง	3 คะแนน
ชอบปานกลาง	7 คะแนน	ไม่ชอบมาก	2 คะแนน
ชอบเล็กน้อย	6 คะแนน	ไม่ชอบมากที่สุด	1 คะแนน
เฉย ๆ	5 คะแนน		

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง	
	.....	.....
ลักษณะที่ปรากฏ		
เนื้อสัมผัส		
สี		
กลิ่น		
รสชาติ		
ความเปรี้ยว		
การยอมรับรวม		

ข้อเสนอ.....

.....

.....

ขอบพระคุณอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ

แบบสอบถามชุดที่ 2

แบบสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหาร

คำอธิบาย

แหนมเสริมใยอาหารเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมใยอาหารลงไปในสูตรแหนม เพื่อเป็นแหล่งของใยอาหารในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่สนใจด้านสุขภาพ เนื่องจากเส้นใยอาหารมีประโยชน์ต่าง ๆ เช่น ช่วยในการขับถ่าย ช่วยจับไขมันของอาหาร ช่วยลดการดูดซึมของน้ำตาล และช่วยป้องกันความเสี่ยงจากโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในคำตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) 20 - 25 ปี ( ) 26 - 30 ปี

( ) 31 - 35 ปี ( ) 36 - 40 ปี

( ) 41 - 45 ปี ( ) 46 - 50 ปี

( ) สูงกว่า 50 ปี

3. การศึกษา

( ) ต่ำกว่ามัธยม ( ) มัธยมศึกษา/ ปวช.

( ) ปวส./อนุปริญญา ( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

( ) ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน

( ) ค้าขาย ( ) ธุรกิจส่วนตัว

( ) ลูกจ้างประจำ ( ) ลูกจ้างชั่วคราว

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

5. รายได้ต่อเดือน

( ) ต่ำกว่า 10,000 บาท ( ) 10,001 - 15,000 บาท

( ) 15,001 - 20,000 บาท ( ) สูงกว่า 20,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภค

6. ท่านรู้จักคุณประโยชน์ของใยอาหารในแง่ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ช่วยลดคอเลสเตอรอล

( ) ลดความอ้วน

( ) เพิ่มกากใย ช่วยในการขับถ่าย

( ) ลดการดูดซึมน้ำตาลในเลือด

( ) ช่วยป้องกันความเสี่ยงจากการเป็นโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

8. ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารที่ท่านรู้จักมีชนิดใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ผลิตภัณฑ์นม เช่น โยเกิร์ตเสริมใยอาหาร นมเปรี้ยวเสริมใยอาหาร เป็นต้น

( ) กาแฟเสริมใยอาหาร

( ) เครื่องดื่มเสริมใยอาหาร เช่น บิวติดริ้ง น้ำผลไม้

( ) ขนมต่าง ๆ

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

9. ท่านเคยซื้อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารมารับประทานหรือไม่

( ) เคย (อาทิ เช่น.....)

( ) ไม่เคย (ข้ามไปตอบคำถามข้อ 11 ค่ะ)

10. ท่านรู้สึกอย่างไรต่อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหาร

( ) ชอบ ( )ไม่ชอบเล็กน้อย

( ) เฉยๆ ( )ไม่ค่อยชอบ

( ) ไม่ชอบ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคแหนม

11 . ท่านชอบรับประทานผลิตภัณฑ์แหนมหรือไม่

( ) ชอบ ( )ไม่ชอบเล็กน้อย

( ) เฉยๆ ( )ไม่ค่อยชอบ

( ) ไม่ชอบ

12. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์แหนมบ่อยแค่ไหน

( ) **ประจำ** โปรดระบุ

( ) ทุกวัน

( ) 2 ครั้ง/สัปดาห์

( ) 3-4 ครั้ง/สัปดาห์

( ) มากกว่า 4 ครั้ง / สัปดาห์

( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

( ) **ครั้งคราว** โปรดระบุ

( ) 1 ครั้ง/ สัปดาห์

( ) 2-3 ครั้ง / เดือน

( ) 1 ครั้ง / เดือน

( ) อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

( ) **นาน ๆ ครั้ง** (โปรดระบุ.....)

13. ปัจจัยที่ท่านใช้เลือกในการซื้อผลิตภัณฑ์แหนม (กรุณาเรียงลำดับตามความสำคัญ โดย 1= สำคัญมากที่สุด และ 7 สำคัญน้อยที่สุด)

( ) ลักษณะปรากฏในขณะที่ซื้อ ( ) รสชาติ

( ) ยี่ห้อ ( ) ภาชนะบรรจุ

( ) ราคา ( ) คุณค่าทางโภชนาการ

( ) ความสะดวกในการซื้อ ( ) อื่น ๆ โปรดระบุ.....

14. สถานที่ที่ท่านมักเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนม (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ตลาดสด

( ) ร้านขายของชำใกล้บ้าน

( ) ร้านสะดวกซื้อ เช่น เซเว่นอิเลฟเว่น, 108-shop, lotus express เป็นต้น

( ) ซุปเปอร์มาร์เกต เช่น ริมปิง, โลตัส, คาร์ฟู, TOP เป็นต้น

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

15. เมื่อท่านซื้อผลิตภัณฑ์แหนมท่านมักเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมแบบใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) เป็นหลอดน้ำหนัก 110 กรัม ( ) เป็นหลอดน้ำหนัก 250 กรัม

( ) แหนมตุ้มจิ๋ว ( ) แหนมสไลด์บรรจุถุงสุญญากาศ

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

16. ส่วนมากแหนมที่ท่านรับประทานใครเป็นคนซื้อ

( ) ตัวท่านเอง ( ) ผู้อื่นซื้อให้ (โปรดระบุ.....)

17. ผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารน้ำหนัก 250 กรัมต่อ 1 หลอด ราคา 50 บาท ท่านคิดว่าเหมาะสมหรือไม่

( ) เหมาะสม

( ) ไม่เหมาะสม (ควรมีราคา.....บาท)

18. หากมีผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหารวางจำหน่ายท่านจะซื้อหรือไม่

( ) ซื้อแน่นอนเพราะ.....

( ) ซื้อบางโอกาส เพราะ.....

( ) ไม่ซื้อแน่ๆ เพราะ.....

19. หากท่านมีโอกาสเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหาร ท่านจะใช้เหตุผลใดในการตัดสินใจเลือกซื้อ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) คุณค่าทางโภชนาการ

( ) ความแปลกใหม่

( ) ความสะดวก

( ) มีประโยชน์มากกว่าแหนมทั่วไป

( ) อยากทดลองรับประทาน

( ) อื่นๆ โปรดระบุ

20. ข้อเสนอแนะสำหรับผลิตภัณฑ์แหนมเสริมใยอาหาร

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณอย่างสูงที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ง

คุณสมบัติของอินูลิน

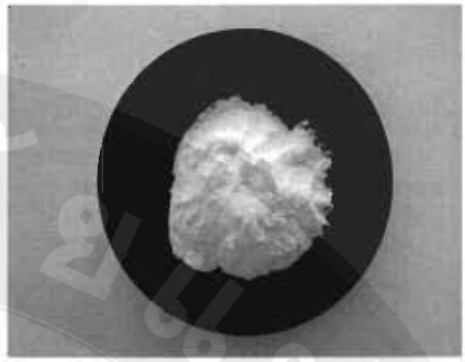
ตารางผนวก 1 คุณสมบัติของอินูลินตรา A และตรา B

คุณสมบัติ	อินูลิน ตรา A	อินูลิน ตรา B
วัตถุแห้ง (ร้อยละ)	96 ± 1	95-99
องค์ประกอบพื้นฐาน		
คาร์โบไฮเดรททั้งหมด (ร้อยละ)	≥ 99.7	≥ ร้อยละ99.5
เถ้า (ร้อยละ)	≤ 0.03	≤ 0.02
DP	DP	DP2-DP60 ≥ ร้อยละ 90
ฟรุคโตส กลูโคส ซูโครส (ร้อยละ)	≤ 10	≤ 10
ความยาวสายโซ่โดยเฉลี่ย	~ 10 monomer	8-13 monomer
คุณภาพทางจุลชีววิทยา		
Total Aerobic Mesophillic Count	≤ 1000 CFU/g	≤ 1000 CFU/g
Total Aerobic Thermophillic Count	≤ 2000 CFU/g	≤ 1000 CFU/g
Yeast	≤ 20 CFU/g	≤ 20 CFU/g
Moulds	≤ 20 CFU/g	≤ 20 CFU/g
Enterobacteraceae	ไม่พบใน 1 กรัม	ไม่พบใน 1 กรัม
Salmonella	ไม่พบใน 100 กรัม	ไม่พบใน 25 กรัม
Staphylococcus aureus	ไม่พบใน 1 กรัม	ไม่พบใน 1 กรัม
Bacillus cereus	≤ 100 CFU/g	≤ 100 CFU/g
คุณลักษณะ		
ค่าความเป็นกรด-เบส	~ 6.0	กลาง
ความหนาแน่น	~ 0.6 kg/l	0.7 ± 0.1 kg/l
รสชาติ	ไม่มีข้อมูล	กลาง หวานเล็กน้อย
สี	ขาว	ขาว

ภาคผนวก จ

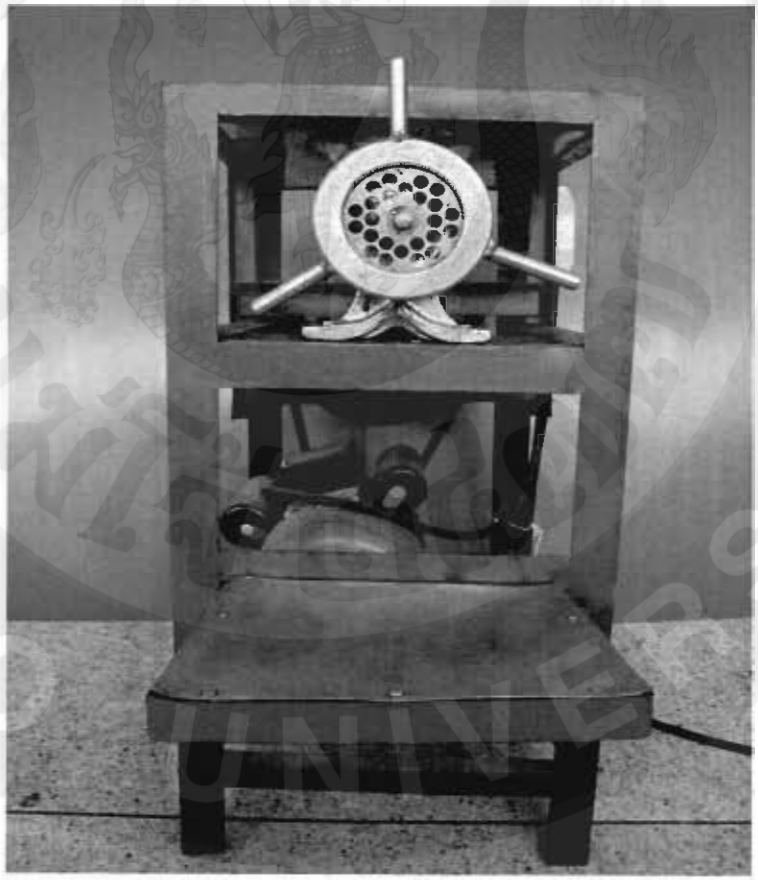
ภาพประกอบการวิจัย

อินูลิน ตรา A



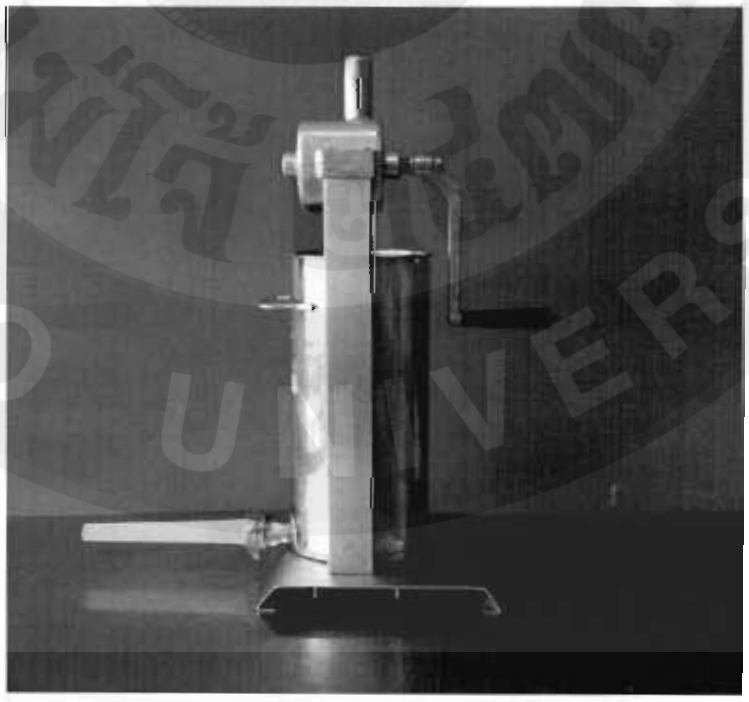
อินูลิน ตรา B

ภาพผนวก 1 อินูลินที่ใช้เติมในแหนม



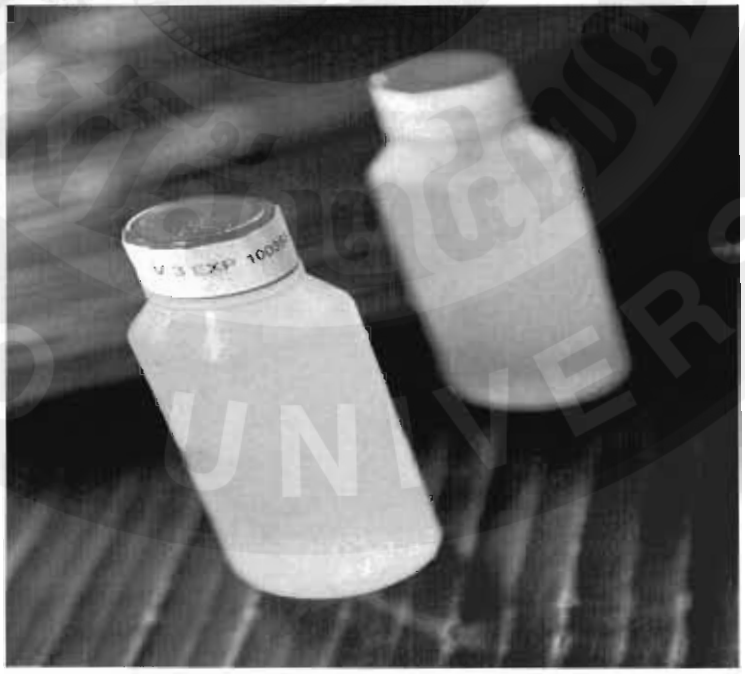
ภาพผนวก 2 เครื่องบดเนื้อ

ภาพผนวก 3 เครื่องผสมแหนม



ภาพผนวก 4 เครื่องบรรจุแหนม

ภาพผนวก 5 เครื่องรัดปากหลอดแหนม



ภาพผนวก 6 เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นที่ใช้เติมในแหนมของบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด

ที่มา : บริษัทอุ๊ยย่น จำกัด (ม.ป.ป.)

ภาพผนวก 7 การบดเนื้อหมูของบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด

ที่มา : บริษัทอุ๊ยย่น จำกัด (ม.ป.ป.)

ภาพผนวก 8 การผลิตแหนมของบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด

ที่มา : บริษัทอุ๊ยย่น จำกัด (ม.ป.ป.)

ภาพผนวก 9 การบรรจุแหนมของบริษัทอุ๊ยย่น จำกัด

ที่มา : บริษัทอุ๊ยย่น จำกัด (ม.ป.ป.)

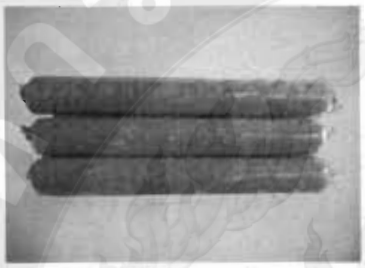
ควบคุม

ควบคุม (ไม่เติมกระเทียม)

ภาพผนวก 10 ภาพแหนมตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างควบคุมไม่เติมกระเทียม

ควบคุม (ไม่เติมอินูลิน)

อินูลิน ตรา A ร้อยละ 2



อินูลิน ตรา A ร้อยละ 4

อินูลิน ตรา A ร้อยละ 6

อินูลิน ตรา A ร้อยละ 8

อินูลิน ตรา B ร้อยละ 2

อินูลิน ตรา B ร้อยละ 4

อินูลิน ตรา B ร้อยละ 6

อินูลิน ตรา B ร้อยละ 8

ภาพผนวก 11 ภาพแหนมที่เติมอินูลินตรา A หรืออินูลินตรา B ในระดับต่างๆ

ภาคผนวก ฉ

ตารางผลการทดลอง

ตารางผนวก 2 ผลของกระเทียมต่อคุณภาพแหนมที่หมักที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 ชั่วโมง

คุณภาพด้านต่างๆ	ตัวอย่าง	
	ควบคุม (ปกติ)	ควบคุม (ไม่เติมกระเทียม)
ค่าความเป็นกรด – เบส	4.47 ± 0.01[b]	4.53 ± 0.03[a]
ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็นร้อยละของกรดแลคติก)	1.25 ± 0.04[a]	0.92 ± 0.03[b]
ค่าสี L*	54.22 ± 2.24[b]	60.26 ± 1.53[a]
a*	12.99 ± 0.95[a]	10.11 ± 0.80[b]
b*[ns]	7.21 ± 0.91	6.97 ± 0.75
แรงตัดขาด (นิวตัน)[ns]	22.66 ± 1.25	19.97 ± 1.13
ปริมาณน้ำที่ออกมา (ร้อยละ)	3.89 ± 0.04[b]	4.47 ± 0.05[a]
จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (log cfu/g)[ns]	7.92 ± 0.06	7.61 ± 0.63

หมายเหตุ [ns] คือค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

[ab] คือ ตัวอักษรต่างกันกำกับในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

ตารางผนวก 3 ผลของอินูลินต่อคุณภาพแหนมที่หมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง

คุณภาพด้านต่างๆ	ตัวอย่าง								
	ควบคุม (ไม่เติมอินูลิน)	อินูลิน ตรา A ร้อยละ 2	อินูลิน ตรา A ร้อยละ 4	อินูลิน ตรา A ร้อยละ 6	อินูลิน ตรา A ร้อยละ 8	อินูลิน ตรา B ร้อยละ 2	อินูลิน ตรา B ร้อยละ 4	อินูลิน ตรา B ร้อยละ 6	อินูลิน ตรา B ร้อยละ 8
ค่าความเป็นกรด – เบส	4.47 ± 0.01^{a}	4.46 ± 0.02^{a}	4.45 ± 0.01^{ab}	4.43 ± 0.01^{b}	4.46 ± 0.01^{a}	4.45 ± 0.01^{ab}	4.45 ± 0.02^{ab}	4.46 ± 0.02^{a}	4.47 ± 0.01^{a}
ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดแลคติก)	1.25 ± 0.04^{a}	1.23 ± 0.01^{ab}	1.20 ± 0.03^{abc}	1.24 ± 0.03^{a}	1.20 ± 0.02^{abc}	1.18 ± 0.02^{bc}	1.19 ± 0.02^{bc}	1.21 ± 0.02^{abc}	1.18 ± 0.03^{c}
ค่าสี L* ns	54.22 ± 2.24	55.47 ± 1.75	56.61 ± 2.00	56.75 ± 1.02	56.35 ± 2.10	56.71 ± 1.76	56.53 ± 2.34	55.51 ± 1.74	56.85 ± 1.42
a* ns	12.99 ± 0.95	12.05 ± 1.29	11.85 ± 0.78	11.93 ± 0.88	12.08 ± 0.76	12.26 ± 0.98	12.32 ± 0.95	12.25 ± 1.19	11.97 ± 0.87
b* ns	7.21 ± 0.91	7.20 ± 1.07	7.66 ± 0.62	6.95 ± 0.73	6.81 ± 0.59	7.09 ± 0.72	7.62 ± 0.85	7.67 ± 0.59	7.44 ± 0.96
แรงตัดขาด (นิวตัน) ns	22.66 ± 1.25	22.15 ± 1.04	22.51 ± 1.67	22.21 ± 1.25	22.40 ± 1.17	22.38 ± 0.83	23.14 ± 1.79	23.23 ± 4.61	23.16 ± 2.50
ปริมาณน้ำที่ออกมา (ร้อยละ)	3.89 ± 0.04^{a}	3.40 ± 0.05^{b}	3.28 ± 0.02^{c}	3.21 ± 0.03^{d}	3.15 ± 0.04^{e}	3.56 ± 0.02^{b}	3.33 ± 0.04^{c}	3.23 ± 0.04^{d}	3.18 ± 0.04^{e}
จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (log cfu/g) ns	7.92 ± 0.06	8.00 ± 0.06	7.94 ± 0.15	7.95 ± 0.27	8.20 ± 0.08	8.04 ± 0.15	8.37 ± 0.41	8.24 ± 0.09	8.38 ± 0.59

หมายเหตุ ns คือค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

abcdc คือ ตัวอักษรต่างกันกำกับในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

ตารางผนวก 4 ผลของอินูลินต่อคุณภาพแหนมที่เก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์

คุณภาพด้านต่างๆ	ตัวอย่าง								
	ควบคุม (ไม่เติมอินูลิน)	อินูลิน ตรา A ร้อยละ 2	อินูลิน ตรา A ร้อยละ 4	อินูลิน ตรา A ร้อยละ 6	อินูลิน ตรา A ร้อยละ 8	อินูลิน ตรา B ร้อยละ 2	อินูลิน ตรา B ร้อยละ 4	อินูลิน ตรา B ร้อยละ 6	อินูลิน ตรา B ร้อยละ 8
ค่าความเป็นกรด – เบส	4.32 ± 0.02^{a}	4.31 ± 0.02^{b}	4.33 ± 0.03^{ab}	4.32 ± 0.03^{ab}	4.31 ± 0.02^{b}	4.37 ± 0.03^{a}	4.36 ± 0.04^{ab}	4.33 ± 0.04^{ab}	4.35 ± 0.01^{ab}
ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดแลคติก)	1.37 ± 0.01^{a}	1.34 ± 0.02^{ab}	1.28 ± 0.04^{b}	1.29 ± 0.03^{b}	1.30 ± 0.02^{b}	1.28 ± 0.04^{b}	1.29 ± 0.04^{b}	1.29 ± 0.04^{b}	1.30 ± 0.05^{b}
ค่าสี L* [ns]	54.52 ± 1.49	56.02 ± 1.47	57.31 ± 1.88	58.02 ± 0.29	56.27 ± 2.12	55.16 ± 2.47	54.11 ± 2.13	54.70 ± 1.62	56.24 ± 2.85
a* [ns]	12.32 ± 1.27	11.47 ± 0.78	11.34 ± 0.19	11.48 ± 0.46	11.44 ± 0.34	11.53 ± 0.19	11.42 ± 0.51	11.47 ± 0.44	11.38 ± 0.39
b* [ns]	7.68 ± 0.08	7.39 ± 0.03	7.43 ± 0.36	7.40 ± 0.23	7.32 ± 0.55	7.28 ± 0.21	7.51 ± 0.25	7.52 ± 0.20	7.50 ± 0.16
แรงตัดขาด (นิวตัน) [ns]	21.76 ± 3.87	22.75 ± 2.41	22.84 ± 2.84	23.29 ± 3.28	21.97 ± 2.72	21.99 ± 2.20	24.78 ± 2.38	20.87 ± 3.79	23.77 ± 2.15
ปริมาณน้ำที่ออกมา (ร้อยละ)	4.24 ± 0.05^{a}	3.54 ± 0.05^{c}	3.40 ± 0.07^{de}	3.40 ± 0.04^{de}	3.38 ± 0.05^{de}	3.77 ± 0.12^{b}	3.49 ± 0.05^{cd}	3.38 ± 0.06^{de}	3.31 ± 0.06^{e}
จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (log cfu/g) [ns]	8.22 ± 0.36	7.94 ± 0.46	7.87 ± 0.67	8.09 ± 0.74	8.14 ± 0.87	7.94 ± 0.63	8.34 ± 0.88	8.05 ± 0.48	8.00 ± 0.87

หมายเหตุ [ns] คือค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

[abcde] คือ ตัวอักษรต่างกันกำกับในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

ตารางผนวก 5 ผลของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นต่อคุณภาพแหนมที่หมักที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 ชั่วโมง

ตัวอย่าง	ตัวอย่าง			
	ควบคุม	เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น	ไม่เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น + อินูลิน	เติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น+ อินูลิน
ค่าความเป็นกรด – เบส	4.38 ± 0.00^{b}	4.36 ± 0.01^{c}	4.40 ± 0.02^{a}	4.30 ± 0.01^{d}
ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (ร้อยละของกรดแลคติก)	1.16 ± 0.10^{b}	1.18 ± 0.05^{b}	1.16 ± 0.06^{b}	1.34 ± 0.07^{a}
ค่าสี L*^{ns}	54.00 ± 1.22	54.96 ± 0.77	53.23 ± 1.30	53.28 ± 1.24
a*^{ns}	13.51 ± 1.98	13.67 ± 2.02	13.85 ± 1.00	14.14 ± 2.71
b*^{ns}	8.63 ± 0.50	8.39 ± 0.51	8.81 ± 0.77	8.54 ± 0.50
แรงตัดขาด (นิวตัน)^{ns}	44.18 ± 5.33	42.05 ± 5.69	44.20 ± 3.80	41.17 ± 5.85
ปริมาณน้ำที่ออกมา (ร้อยละ)^{ns}	1.55 ± 0.18	1.46 ± 0.13	1.53 ± 0.06	1.60 ± 0.05
จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก (log cfu/g)^{ns}	8.49 ± 0.06	8.78 ± 0.20	8.53 ± 0.11	8.76 ± 0.20

หมายเหตุ ^{ns} คือค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

^{abcd} คือ ตัวอักษรต่างกันกำกับในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± SD

ภาคผนวก ช

ข้อมูลจากการสำรวจด้านประชากรศาสตร์ ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคแหนม

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย

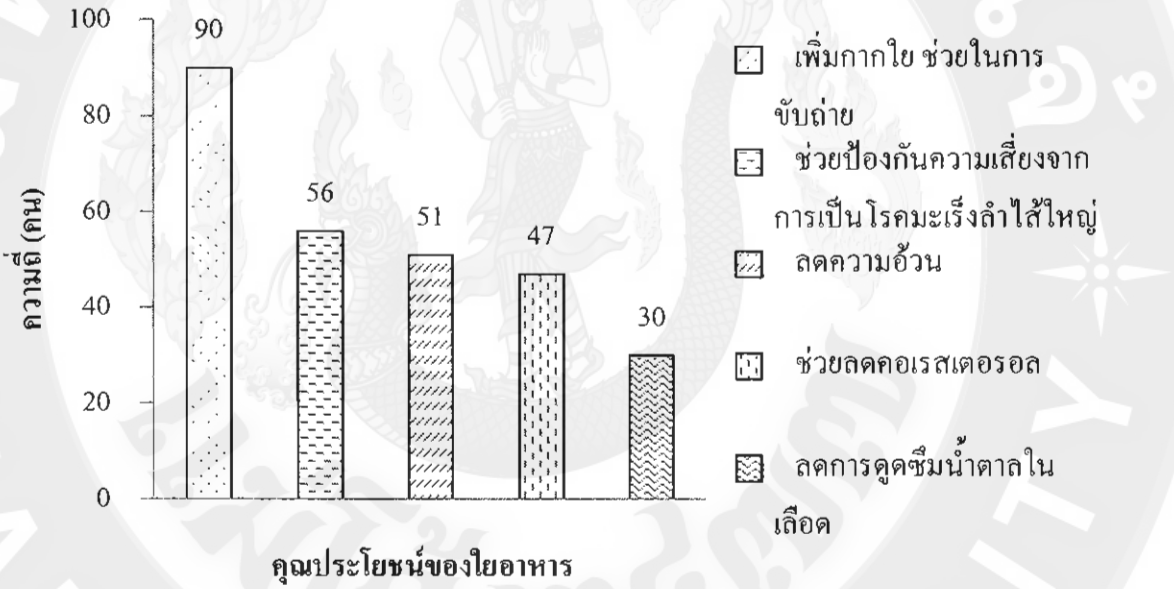
ผลการสำรวจลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้บริโภคเป็นเพศชายร้อยละ 33 และเพศหญิงร้อยละ 67 อาชีพของผู้บริโภคเป็นข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ ลูกจ้างชั่วคราว ลูกจ้างประจำ พนักงานบริษัทเอกชน ธุรกิจส่วนตัว ค้าขาย ตามลำดับ และการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 74) และมีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท (ร้อยละ 44) ดังแสดงในตารางผนวก 6

ตารางผนวก 6 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภคจากการสำรวจผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คน

หัวข้อ		จำนวน (คน)
1. เพศ	ชาย	33
	หญิง	67
2. อายุ	20-25 ปี	18
	26-30 ปี	20
	31-35 ปี	24
	36-40 ปี	9
	41-45 ปี	5
	46-50 ปี	7
	สูงกว่า 50 ปี	17
3. การศึกษา	ต่ำกว่ามัธยม	7
	มัธยมศึกษา/ปวช.	8
	ปวส./อนุปริญญา	3
	ปริญญาตรี	74
	สูงกว่าปริญญาตรี	8
4. อาชีพ	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	44
	พนักงานบริษัทเอกชน	8
	ค้าขาย	2
	ธุรกิจส่วนตัว	6
	ลูกจ้างประจำ	10
	ลูกจ้างชั่วคราว	20
	อื่น ๆ	10
5. รายได้ต่อเดือน	ต่ำกว่า 10,000 บาท	44
	10,001-15,000 บาท	33
	15,001-20,000 บาท	2
	สูงกว่า 20,000 บาท	21

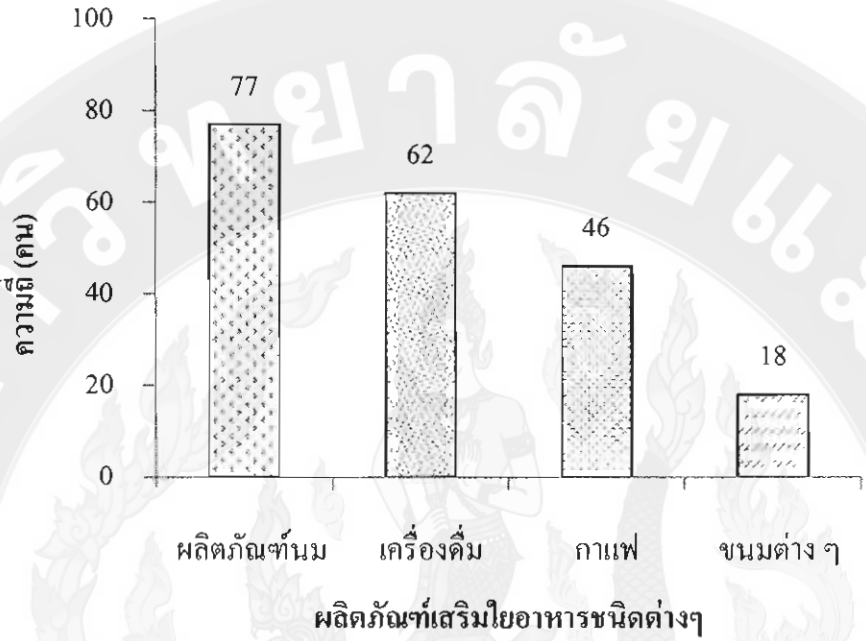
พฤติกรรมการซื้อและการบริโภค

ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อและการบริโภคอาหารเสริมใยอาหารของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ผู้บริโภครู้จักคุณประโยชน์ของใยอาหารในแง่เพิ่มกากใยช่วยในการขับถ่าย ช่วยป้องกันความเสี่ยงจากการเป็นโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ ช่วยลดความอ้วน ช่วยลดคอเลสเตอรอล และลดการดูดซึมน้ำตาลในเลือด ความถี่ของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมใยอาหารที่ผู้บริโภครู้จัก โดยคิดเป็นดังแสดงในภาพผนวก 12



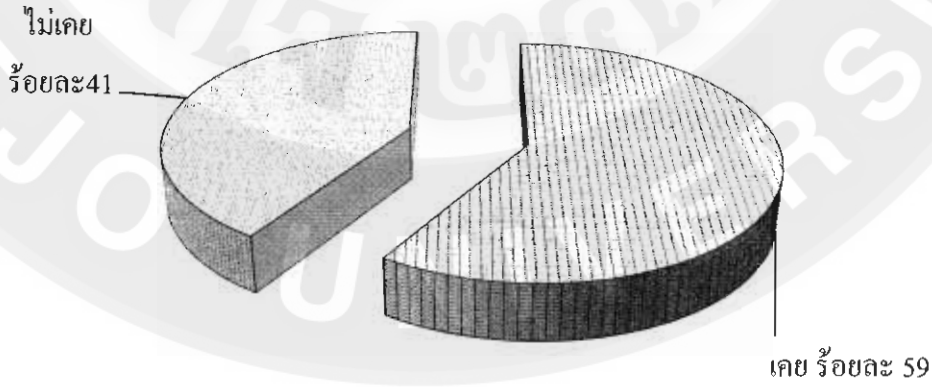
ภาพผนวก 12 ความถี่ของการรู้จักคุณประโยชน์ของใยอาหารในด้านต่างๆ จากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารที่ผู้บริโภครู้จักส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์นม เช่น โยเกิร์ตเสริมใยอาหารและนมเปรี้ยวเสริมใยอาหารเป็นต้น จากนั้นตามด้วยเครื่องดื่มเสริมใยอาหาร กาแฟเสริมใยอาหารและขนมต่าง ๆ ดังแสดงในภาพผนวก 13

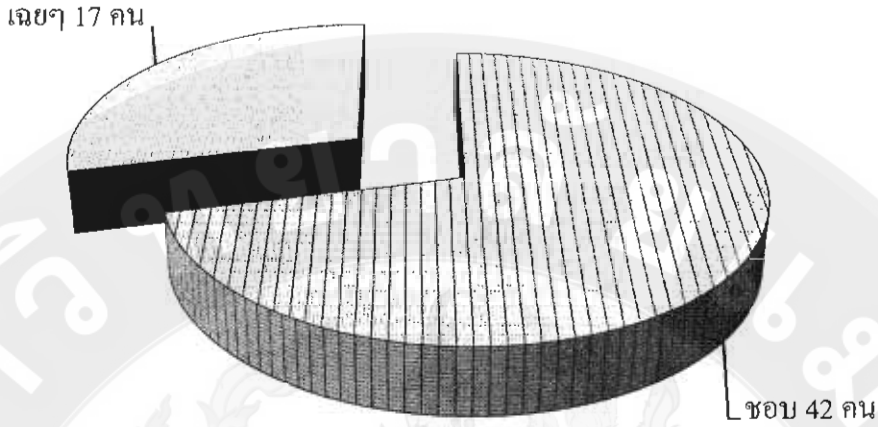


ภาพผนวก 13 ความถี่ของการรู้จักผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ผู้บริโภคร้อยละ 59 ที่เคยซื้อผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารมารับประทานแล้วมีความรู้สึกชอบ 42 คน และรู้สึกเฉยๆ 17 คน ดังแสดงในภาพผนวก 14 และ 15 ตามลำดับ



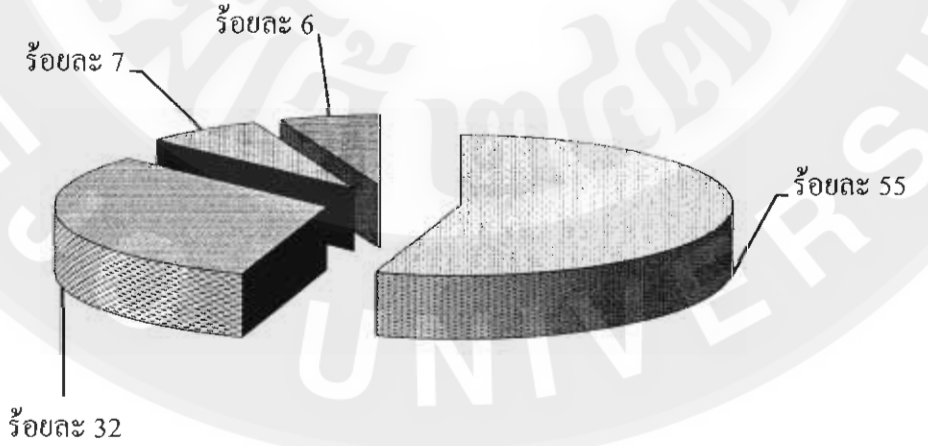
ภาพผนวก 14 ร้อยละของการเคยซื้อผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารมารับประทานจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน



ภาพผนวก 15 ความถี่ของความรู้สึกต่อการซื้อผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหารมารับประทานจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน

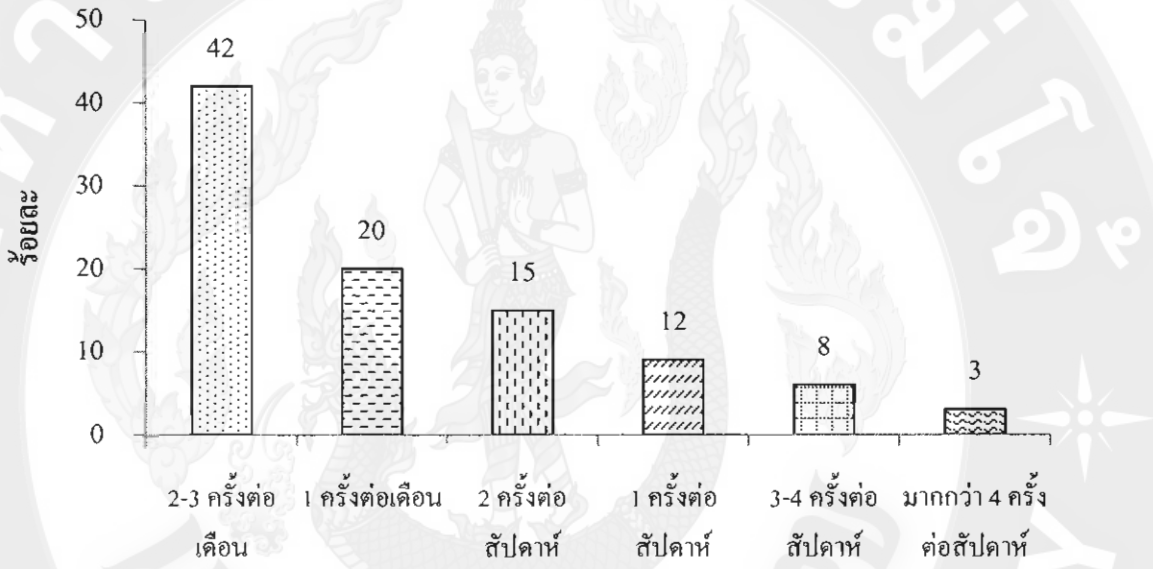
พฤติกรรมการบริโภคแหนม

ผู้บริโภคชอบรับประทานผลิตภัณฑ์แหนมร้อยละ 55 ระบุไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (เฉยๆ) ร้อยละ 32 ชอบเล็กน้อยร้อยละ 6 และไม่ค่อยชอบร้อยละ 7 ดังแสดงในภาพผนวก 16



ภาพผนวก 16 ร้อยละของความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ความถี่ในการรับประทานแหนมส่วนใหญ่ 2-3 ครั้งต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 42 ตามด้วย 1 ครั้งต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 20 ความถี่ในการรับประทานแหนม 2 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 15 ความถี่ในการรับประทานแหนม 1 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ12 ความถี่ในการรับประทานแหนม 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 8 และความถี่ในการรับประทานแหนม 4 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 3 ดังแสดงในภาพผนวก 17



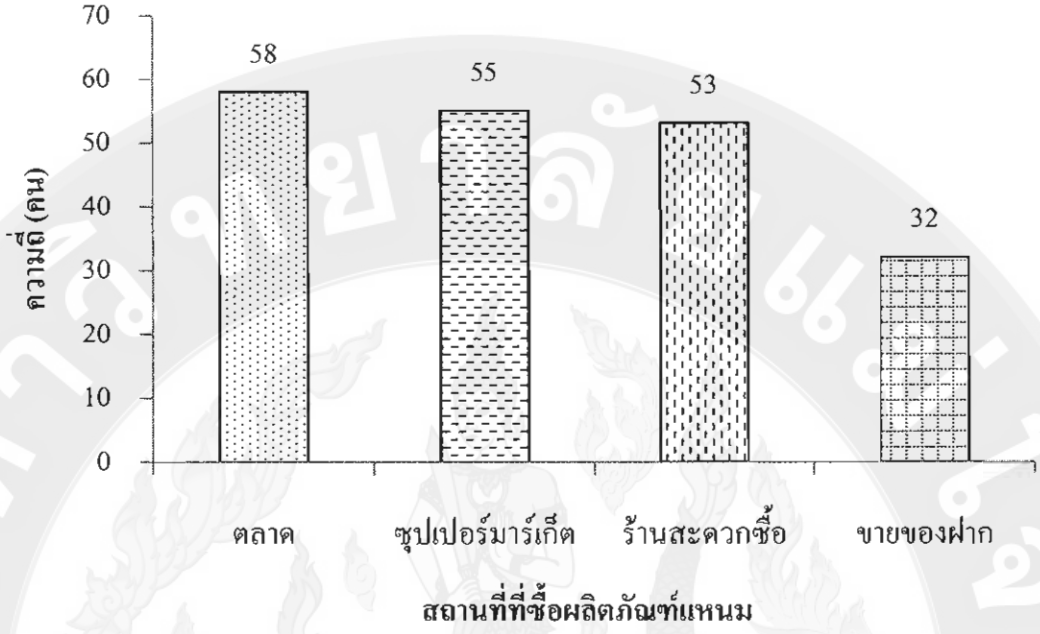
ภาพผนวก 17 ความถี่ของการรับประทานผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ปัจจัยในการเลือกซื้อแหนมของผู้บริโภค จากการสำรวจเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนม พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในด้านรสชาติเป็นอันดับแรก เนื่องจากว่าผู้บริโภคเลือกปัจจัยในด้านนี้มากที่สุด คือ 38 คน ปัจจัยอันดับที่ 2 ที่ผู้บริโภคเลือกคือ ยี่ห้อ มีจำนวน 23 คน ปัจจัยอันดับที่ 3 คือราคา มีจำนวน 27 คน ปัจจัยอันดับที่ 4 คือ ความสะดวกในการซื้อ มีจำนวน 22 คน ปัจจัยอันดับที่ 5 คือ ลักษณะปรากฏ มีจำนวน 20 คน ปัจจัยอันดับที่ 6 คือ ภาชนะบรรจุ มี จำนวน 24 คน และปัจจัยอันดับที่ 7 คือ คุณค่าทางโภชนาการ มีจำนวน 33 คน ดังแสดงในตารางผนวก 7

ตารางผนวก 7 การเรียงลำดับปัจจัยที่ใช้เลือกในการซื้อแหนมจากการสำรวจผู้บริโภค 100 คน

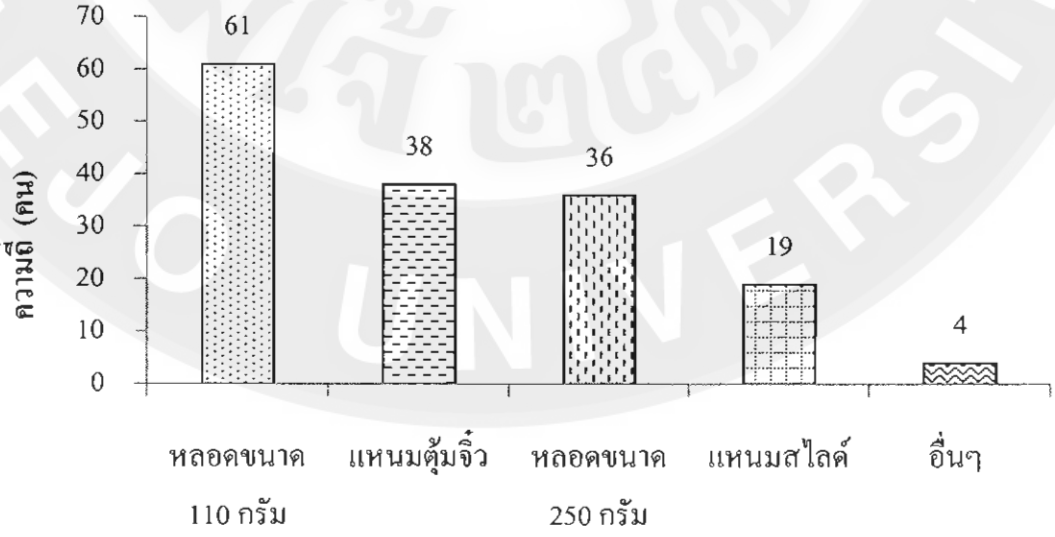
ลำดับ	จำนวน (คน)						
	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	ยี่ห้อ	ภาชนะบรรจุ	ราคา	คุณค่าทางโภชนาการ	ความสะดวก
1	12	38	19	7	8	9	7
2	8	20	23	18	16	8	7
3	18	15	17	10	27	5	8
4	17	11	11	17	11	11	22
5	20	9	11	11	13	18	18
6	12	3	12	24	16	16	17
7	13	4	7	13	9	33	21

สถานที่ซื้อแหนมจากการสำรวจ พบว่า ผู้บริโภคจะซื้อจากตลาด ซุปเปอร์มาร์เก็ต ร้านสะดวกซื้อ ร้านขายของชำใกล้บ้านและร้านขายของฝาก ดังแสดงในภาพผนวก 18



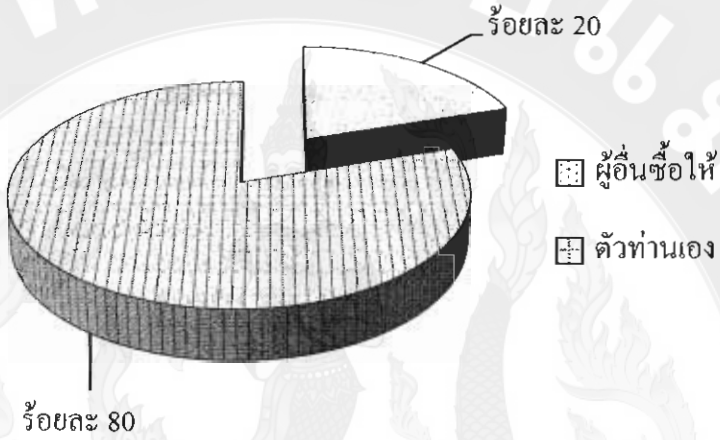
ภาพผนวก 18 สถานที่ที่ซื้อผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน

การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมส่วนใหญ่มีการเลือกซื้อแบบเป็นหลอดขนาด 110 กรัม (คิดเป็นความถี่ 61) จากนั้นตามด้วยแหนมตุ้มจิ๋ว แหนมเป็นหลอดขนาด 250 กรัม แหนมสไลด์ และอื่นๆ ดังแสดงในภาพผนวก 19



ภาพผนวก 19 ความถี่ของชนิดของแหนมที่ผู้บริโภคทำการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจบริโภคจำนวน 100 คน

ผู้บริโภคส่วนใหญ่ซื้อรับประทานเองร้อยละ 80 และผู้อื่นซื้อให้ร้อยละ 20 แสดงในภาพผนวก 20 ผู้อื่นที่ซื้อให้รับประทานส่วนใหญ่จะเป็นบุคคลในครอบครัว ได้แก่ ภรรยา บุตร หรือญาติซื้อมาฝาก



ภาพผนวก 20 การซื้อผลิตภัณฑ์แหนมจากการสำรวจผู้บริโภค 100 คน

ภาคผนวก ซ

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวพนิดา หมื่นสมบัติ
เกิดเมื่อ	30 สิงหาคม 2527
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2545 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนป่าแดดวิทยาคม จังหวัดเชียงราย พ.ศ. 2549 วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ผลงาน	พนิดา หมื่นสมบัติ และวิจิดรา แดงปรก. 2552. ผลของการเติมอินูลินต่อกระบวนการหมักแหนม ใน **เอกสารประกอบการนำเสนอบทความทางวิชาการการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35 (วทท. 35)** ระหว่างวันที่ 15-17 ตุลาคม 2552 ณ มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี Munsombat, P., T. Keokamnerd, M. Thirabunyanon and W. Daengprok. 2010. The effect of inulin addition on qualities of Nham, A Thai Fermented Pork Sausage. น. 110 ใน **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 4** ระหว่างวันที่ 30 มีนาคม – 1 เมษายน 2553 ณ โรงแรมจอมเทียน ปาล์ม บีช รีสอร์ท เมืองพัทยา ชลบุรีใ