



การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยี  
เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม  
5. ผลของโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์  
ต่อการผลิตแหนม

**Nham Product Development Using Mixed Bacterial  
Starter Cultures**

**5. Effect of Sodium Nitrate and  
Sodium Nitrite on Nham Production**

ไพโรจน์ วิริยจรี<sup>1/</sup> ลักขณา รุจนะไกรภรณ์<sup>1/</sup> และ อรอนงค์ ชำอาจค์<sup>1/</sup>  
*Pairote Wiriya-aree<sup>1/</sup>, Lakkana Rujanakraikarn<sup>1/</sup> and Onanong Sumang<sup>1/</sup>*

**ABSTRACT :** The use of different level of sodium nitrate and sodium nitrite for Nham production with mixed bacterial starter cultures was investigated. In fact that 500 ppm and 200 ppm of sodium nitrate were used in Nham formulation and 200 ppm and 100 ppm of sodium nitrite were also studied. It was found that the Nham formulation which was composed of 500 ppm of  $\text{NaNO}_3$  and 200 ppm of  $\text{NaNO}_2$  was the best formulation for acceptability and the rate of red pink colour development was also better and more quickly than the others. The mean ideal ratio score of overall acceptability of the best one was  $0.99 \pm 0.05$ . Additionally, during 48 hours

<sup>1/</sup> คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200.

<sup>1/</sup> Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200.

of Nham fermentation, there was a marked decline in the proportion of pH which was 4.05-4.13 at the end of fermentation. On the other hand, there was a rapid increase in total acidity during that period. The acid development was 1.018-1.047% at the last period of Nham fermentation. As a result of this, residual nitrite had also been changing and there was a very small amount of residual nitrite after 48 hours of fermentation (21.66-24.88 ppm). On this basis, it may be concluded that some residual nitrite was reduced and then reacted with myoglobin in meat for Nham colour development.

**บทคัดย่อ :** การวิจัยครั้งนี้ใช้โซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ ในปริมาณที่แตกต่างกันในสูตรการผลิตแฮม โดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ซึ่งใช้โซเดียมไนเตรท 500 ppm และ 200 ppm และใช้โซเดียมไนไตรท์ 200 ppm และ 100 ppm พบว่าสูตรการผลิตแฮมที่มีการใช้โซเดียมไนเตรท 500 ppm และใช้โซเดียมไนไตรท์ 200 ppm เป็นสูตรที่มีการยอมรับรวมของผู้บริโภคอย่างดีที่สุด มีผลต่ออัตราเร็วในการสร้างสีชมพูแดงของผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างเร็วกว่าสูตรอื่นๆ โดยที่มีค่า mean ideal ratio score ของการยอมรับรวมเท่ากับ  $0.99 \pm 0.05$  อีกทั้งพบว่าในระหว่างการหมัก 48 ชั่วโมง ความเป็นกรดเป็นด่างจะลดลงมีค่าสุดท้ายเป็น 4.05-4.13 และค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการหมักจนกระทั่งมีค่าร้อยละ 1.018-1.047 จากการที่ระบบมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นดังกล่าว ปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่จะลดลงเรื่อยๆ คงเหลือเท่ากับ 21.66-24.88 ppm หลังจาก 48 ชั่วโมงของการหมัก ซึ่งปริมาณไนไตรท์ที่หายไป เนื่องจากการไปรวมตัวกับรงควัตถุของเนื้อเพื่อให้เกิดสีปรากฏชมพูแดงของผลิตภัณฑ์

**Index words :** ไหมม การผลิตแฮม Nham, Nham Product Development

## คำนำ

การใช้เทคโนโลยีการเติมเชื้อบริสุทธิ์ เริ่มต้นในอุตสาหกรรมเนื้อหมักประสบผลสำเร็จ ในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตภัณฑ์แฮม ได้มีการทดลองใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมระหว่าง เชื้อแบคทีเรียที่สามารถสร้างกรดแลคติกได้ กับเชื้อ แบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ได้ใน สูตรของการผลิตแฮมและควบคุมสภาพการหมัก ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 97 พบว่า สามารถปรับปรุงคุณภาพแฮม ทำให้การผลิตกรเป็นไปได้อย่างดี ซึ่งมีผลทำให้ คุณภาพของแฮมดีมากในแง่ลักษณะเนื้อสัมผัส (firmness) และสีของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความปลอดภัยสูง (Wiriyacharee, 1990) นอกจากนี้จากการทดลองดังกล่าวชี้ให้

เห็นว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของแฮมเป็นดัชนี บ่งชี้ที่สำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพของลักษณะเนื้อ สัมผัสและสีของแฮมโดยที่เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ประเภทที่เป็นแบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดได้ จะมี ผลต่อการลดลงของ pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในช่วงแรกและช่วงหลังการหมัก มีผลทำให้ ความแน่นเนื้อมากขึ้น (Firmness development) ส่วนเชื้อแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงไนเตรทที่เติมลงไป ใน สูตรการผลิตในช่วงแรกของการหมัก และช่วย เพิ่มค่า Tristimulus values (x, y, z) อีกด้วย (Colour development) Deibel และคณะ (1961) ได้รายงานว่ากิจกรรมของเชื้อในการเปลี่ยนไนเตรท ให้เป็นไนไตรท์นั้นควรจะเกิดในระหว่าง 2-16 ชั่วโมงแรกของการหมักทั่วไป ขณะที่การสร้าง กรดจะเริ่มขึ้นหลังจาก 8-16 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการ

แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าเชื้อแบคทีเรียที่มีส่วน  
ต่อการพัฒนาสีในผลิตภัณฑ์เนื้อ ควรจะมีกิจกรรม  
เกิดขึ้นก่อนที่จะถูกยับยั้งเนื่องจากสภาพสิ่งแวดล้อม  
เป็นกรดมากขึ้น เมื่อแฮมมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น  
ไนไตรท์จะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรออกไซด์ ซึ่งจะ  
รวมตัวกับรงควัตถุในเนื้อ (Myoglobin) และ  
เปลี่ยนเป็นสีชมพูแดงของ ไนโตรโซไมโอโกลบิน  
(Nitrosomyoglobin) ซึ่งอัตราการเกิดสีชมพู  
ดังกล่าวจะเกิดได้ดีที่ pH 5.0-5.5 (Nummi, 1966)  
ดังนั้นการเกิดสีชมพูของแฮมเนื่องมาจากเชื้อ  
แบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ ใน  
สภาพที่มีเชื้อแบคทีเรียที่สามารถสร้างกรดแลคติก  
ได้ร่วมด้วยจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนสีใน  
ผลิตภัณฑ์แฮมได้เร็วขึ้น จากการสังเกตจะเห็นว่า  
แฮมที่ผลิตโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมดังกล่าว  
จะเริ่มเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลอ่อนเป็นสีแดงหลังจาก  
3 ชั่วโมง นับแต่เริ่มบรรจุลงในอุณหภูมิตก

ในการวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษา  
ถึงการเปลี่ยนแปลงสีของแฮมสูตรต่างๆ ที่มี  
ความผันแปรในปริมาณไนเตรทและไนไตรท์  
ตลอดจนศึกษาปริมาณของไนไตรท์ที่เหลือเนื่องจาก  
ระบบมีความเป็นกรดมากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยี  
เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมร่วมในกระบวนการ

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลองการวิจัยครั้งนี้ได้มี  
การวางแผนการทดลองแบบ  $2^2$  Factorial design  
โดยมีสารประกอบโซเดียมไนเตรท และโซเดียม  
ไนไตรท์ เป็นปัจจัยหลักในการศึกษา ดังนี้

ปัจจัย A = โซเดียมไนเตรท

(Sodium nitrate;  $\text{NaNO}_3$ )

$a_1 = 500$  ppm (ระดับสูง)

$a_2 = 200$  ppm (ระดับต่ำ)

ปัจจัย B = โซเดียมไนไตรท์

(Sodium nitrite;  $\text{NaNO}_2$ )

$b_1 = 200$  ppm (ระดับสูง)

$b_2 = 100$  ppm (ระดับต่ำ)

ดังนั้นการทดลองนี้จึงประกอบด้วย 4  
สิ่งทดลอง (ตารางที่ 1) และประกอบด้วย  
สิ่งทดลอง ณ ระดับกึ่งกลางของแต่ละปัจจัย อีก  
2 สิ่งทดลอง รวมเป็น 6 สิ่งทดลอง

**Table 1**  $2^2$  Factorial design and 2 center-  
points with sodium nitrate and  
sodium nitrite as main factors at 3  
different levels.

| Treatment Coded level | Factors for study     |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                       | $\text{NaNO}_3$ (ppm) | $\text{NaNO}_2$ (ppm) |
| +                     | 500                   | 200                   |
| 0                     | 350                   | 150                   |
| -                     | 200                   | 100                   |
| (1)                   | -                     | -                     |
| n                     | +                     | -                     |
| h                     | -                     | +                     |
| ah                    | +                     | +                     |
| cp <sub>1</sub>       | 0                     | 0                     |
| cp <sub>2</sub>       | 0                     | 0                     |

a =  $\text{NaNO}_3$ ; b =  $\text{NaNO}_2$ ; (1) = control; cp = centerpoint

## กระบวนการผลิตแฮมโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อ บริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

เนื้อหมูแดงจะถูกนำมาเลาะเอาไขมันออกให้มากที่สุด ถ้างทำความสะดวกและสะดวกน้ำออกให้มากที่สุด เพื่อให้แห้งด้วยผ้าสะอาดนำมาบดด้วยเครื่องบดเนื้อและนำไปเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียสส่วนหนังหมูนำมาเลาะเอาส่วนไขมันหมูออกให้มากที่สุด นำมาต้มและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 0.1x2-4 เซนติเมตรเก็บในที่ห้องเย็นเช่นกัน ทำการเตรียมกระเทียมสดบดละเอียด พริกไทยป่น พริกขี้หนูบดละเอียด ข้าวเหนียวและข้าวเจ้าบดละเอียด กลูโคส เกลือแกง โซเดียมไตรฟอสเฟต โซเดียมอิริโทรเบท โซเดียมไนเตรท (ปัจจัยศึกษา) โซเดียมไนไตรท์ (ปัจจัยศึกษา) และผงชูรส โดยเตรียมในสัดส่วนดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันด้วยเครื่องผสมที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที ประมาณ 1 นาที จึงเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมที่เตรียมขึ้นในสัดส่วนดังตารางที่ 2 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ประมาณ 2 นาที นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในเครื่อง stuffer และอัดเข้าสู่ถุงพลาสติกรูปทรงกระบอกรัดปลายหัวท้ายให้แน่นด้วยยาง หรือ clips เหล็กเก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

**Table 2** Ingredients and quantity for Nham production made with mixed bacterial starter cultures ( $\text{NaNO}_3$  and  $\text{NaNO}_2$  as the main studied factors).

| Ingredients                                                      | Quantity                   |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Meat system:</b>                                              |                            |
| Ground lean pork (%)                                             | 60                         |
| Sliced pork skin (%)                                             | 40                         |
| Curing agents:                                                   | % of meat system           |
| Sodium chloride ( $\text{NaCl}$ )                                | 3                          |
| Sodium nitrate ( $\text{NaNO}_3$ )                               | 0.02-0.05<br>(200-500 ppm) |
| Sodium nitrite ( $\text{NaNO}_2$ )                               | 0.01-0.02<br>(100-200 ppm) |
| Sodium tripolyphosphate ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) | 0.3                        |
| Sodium erythorbate                                               | 0.05                       |
| <b>Starter cultures :</b>                                        |                            |
| <i>Lactobacillus plantarum</i>                                   | $10^8$                     |
| <i>Pedococcus cerevisiae</i>                                     | $10^6$                     |
| <i>Micrococcus varians</i>                                       | $10^3$                     |
| <b>Carbohydrate source:</b>                                      |                            |
| Glucose                                                          | 0.5                        |
| Sticky rice                                                      | 1                          |
| Cooked rice                                                      | 3                          |
| <b>Seasonings:</b>                                               |                            |
| Minced garlic                                                    | 4                          |
| White pepper powder                                              | 0.05                       |
| Minced bird chilli                                               | 1                          |
| MSG                                                              | 0.2                        |

## การเตรียมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

*Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus cerevisiae* ถูกเตรียมขึ้นเป็นเชื้อเริ่มต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS โดยบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่ม 30 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ส่วน *Micrococcus varians* ได้เตรียมเป็นเชื้อเริ่มต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI (Brain Heart Infusion Broth) โดยบ่มเพาะเชื้อในตู้บ่ม 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

ก่อนที่จะนำเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นดังกล่าวไปใช้ในกระบวนการผลิตแฮม สิ่งที่จะต้องพิจารณาคือ การตรวจนับจำนวนเชื้อดังกล่าวเพื่อต้องการทราบจำนวน และสามารถนำไปคำนวณว่าควรจะต้องเติมลงในระบบเท่าใด จึงจะเป็นไปตามสัดส่วนที่ต้องการ โดยเชื้อที่สามารถสร้างกรดแลคติกได้จะถูกตรวจนับในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ส่วนเชื้อที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ได้ จะถูกตรวจนับในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI agar เมื่อทราบจำนวนคิดเป็น cfu/ml แล้วจะนำมาคำนวณดังนี้

ตัวอย่างแฮมต้องการ *P. cerevisiae*  $10^6$  cfu/g ดังนั้น 1 กิโลกรัมของแฮมต้องการเชื้อถึง  $10^9$  cfu แต่ใน stock culture ของ *P. cerevisiae* มี  $10^{10}$  cfu/ml ดังนั้นใน 0.1 ml ของ stock culture จะมีเชื้อ *P. cerevisiae*  $10^9$  cfu เป็นต้น อย่างไรก็ตาม 0.1 ml ของ stock culture ยากต่อการเติมและผสมผสานให้เข้ากันในกระบวนการ ดังนั้นจึงเติมน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไปอีกประมาณ 2 ml ก่อนเติมลงในกระบวนการผลิต

## การวิเคราะห์ทางเคมีและฟิสิกส์

แฮมที่เตรียมได้ตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น ทุกๆ สิ่งทดลองจะเก็บไว้ในตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แล้วสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าทางเคมีและฟิสิกส์ คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (Total acidity as lactic acid) และค่าไนไตรท์ที่เหลืออยู่ (residual nitrite) ตามวิธีของ AOAC (1984), Wiriyaacharee (1990), Pearson (1976) ตลอดจนวัดค่าของสี โดยใช้ Munsell book of colour ในช่วงเวลาที่ทำการบ่มไว้ 0, 6, 12, 18, 24 และ 48 ชั่วโมง

## การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจะให้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 11 ท่าน โดยก่อนที่จะทำการทดสอบชิม ผู้ทดสอบชิมทุกท่านจะได้รับการอธิบายให้มีความเข้าใจตรงกันถึงการประเมินค่าคุณสมบัติต่างๆ ของแฮม แล้วจึงทำการประเมินคุณภาพในลักษณะต่างๆ ดังกล่าวของผลิตภัณฑ์ คือ สีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ (colour) ลักษณะเนื้อที่ปรากฏ (visual texture) ความแน่นเนื้อ (firmness) ความนุ่มเนื้อ (juiciness) ความเนียนเนื้อ (smoothness) ความเค็ม (saltiness) ความเปรี้ยว (sourness) ความมีกลิ่นเครื่องเทศ (spiciness) การยอมรับรวม (overall acceptability) โดยใช้ตัวอย่างที่ทำการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เป็นตัวอย่างทดสอบชิม ซึ่งใช้วิธีการประเมินแบบ Ideal ratio profile ในสิ่งทดลองต่างๆ (Wiriyaacharee, 1990; วิริยจารี, 2535)

## การวิเคราะห์และแปลผล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะนำมาวิเคราะห์ทางด้านสถิติ เช่น Analysis of variance และ stepwise regression analysis โดยใช้ Stat-Packets Package (Walonick, 1987) ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ Stepwise regression analysis จะทำการ coding ดังนี้ ปัจจัยที่มีระดับต่ำ กลางและสูงให้รหัสว่า -1, 0, และ +1 ตามลำดับ อีกทั้งข้อมูลในระหว่างการหมักต่างๆ จะถูกนำมาสร้างกราฟเพื่อศึกษาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในสิ่งทดลองต่างๆ

## ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองผลิตแหมมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมที่มีการผันแปรปริมาณโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ พบว่าทุกสิ่งทดลองเมื่อทำการผสมส่วนผสมต่างๆ ของแหมมแล้ววัดอุณหภูมิปรากฏว่า อุณหภูมิอยู่ในช่วง 13-20 องศาเซลเซียส เมื่อทำการบรรจุแหมมในถุงพลาสติกเรียบร้อยแล้วปรากฏว่าหลังจาก 3 ชั่วโมง จะมีการเปลี่ยนสีของแหมมจากสีน้ำตาลอ่อนเป็นสีแดง โดยเฉพาะในสิ่งทดลองที่ 4 ที่ใช้ปริมาณไนเตรท 500 ppm และไนไตรท์ 200 ppm (ตารางที่ 3) ซึ่งจากตารางที่ 3 ปรากฏว่าที่เวลาเริ่มต้นหลังจากเสร็จสิ้นการผลิต ค่าของสีเมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน แต่ละสิ่งทดลองจะมีค่าสีอยู่ในช่วง 5YR 7/4 ถึง 5YR 7/6 คือ มีสีเหลืองส้มอมน้ำตาลอ่อนและเมื่อเวลาผ่านไปการเปลี่ยนแปลงสีจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะสิ่งทดลองที่ 4 มีสีแดงชมพูหลังจาก 6 ชั่วโมงของการหมัก คือ มีค่าสีเป็น 5R 7/4 และก็มีสีแดงชมพูจางลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลา 48 ชั่วโมงของการหมัก (ตารางที่ 3) ส่วนสิ่งทดลองที่ใช้ไนเตรท

ในระดับสูง และไนไตรท์ในระดับต่ำ (สิ่งทดลองที่ 2) หรือในทางตรงกันข้ามคือใช้ไนเตรทในระดับต่ำแต่มีไนไตรท์ในระดับสูง (สิ่งทดลองที่ 3) ค่าเปลี่ยนแปลงของสีจะเริ่มมีสีแดงชมพูหลังจาก 12 ชั่วโมงของการหมัก อย่างไรก็ตามการพัฒนาลีของแหมมในสิ่งทดลองจะมีการพัฒนาลีจากสีเหลืองส้มอมน้ำตาลอ่อนเป็นสีแดงชมพูในที่สุดทุกสิ่งทดลอง ยกเว้นบางสิ่งทดลองจะมีการพัฒนาลีค่อนข้างช้า

สาเหตุที่แหมมมีการเปลี่ยนแปลงสีนี้เนื่องมาจากการกระทำของเชื้อ *M. varians* ที่เดิมลงไปเป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นในการหมักแหมม โดยเชื้อดังกล่าวสามารถรีดิวซ์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ในช่วง 0-12 ชั่วโมงแรกของการหมัก หลังจากนั้นในระบบจะมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นมีผลทำให้เชื้อ *M. varians* ถูกยับยั้ง แต่ไนไตรท์จะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรคออกไซด์ในเวลาต่อมาและรวมตัวกับรงควัตถุในเนื้อคือ myoglobin และเปลี่ยนเป็นสีชมพูแดงของ nitrosomyoglobin (Nurmi, 1966; Wiriyacharee, et al. 1990)

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ในแหมมที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมนี้พบว่า ค่าของ pH เริ่มต้นของแหมมมีค่า 6.09-6.15 หลังจากผ่านไปแล้ว 6 ชั่วโมง ค่า pH จะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย หลังจากนั้นจะเริ่มลดลงโดยในช่วง 12-18 ชั่วโมง ค่า pH ของแหมมจะลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้น pH ของแหมมก็จะลดลงอย่างช้าๆ จนกระทั่ง 48 ชั่วโมง จะมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.05-4.13 (ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ดังกล่าวจะลดลงเมื่อเวลาการหมักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P < 0.01$  ดังสมการ (coded equation) ดังนี้

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แทนโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพเริ่มต้นด้วย  
5.กรดของโซเดียมไนเตรตและโซเดียมไนไตรท์ต่อการหมักแหนม

$$pH = 0.1629 + 0.0019 (\text{Time}) \quad R^2 = 0.8898$$

และ 100 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

และจากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ พบว่า ปริมาณไนเตรต และไนไตรท์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ ในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมักแหนม (ตารางที่ 4) ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ pH ในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมักพบว่า มีค่า  $5.19 \pm 0.80$  และ  $5.20 \pm 0.81$  เมื่อมีการใช้โซเดียมไนเตรต 500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ และมีค่า  $5.21 \pm 0.82$  และ  $5.18 \pm 0.80$  เมื่อมีการใช้โซเดียมไนไตรท์ 200 ppm

ส่วนการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดทั้งหมด (Total acidity) คิดเทียบกรดแลคติก ในระหว่างการหมักแหนมนั้น พบว่าค่าความเป็นกรดทั้งหมดของแหนมเริ่มต้นจะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.506-0.550 หลังจากเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรดทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หลังจากนั้น ในช่วง 18 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรดทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยที่ในเวลา 48 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกจะมีค่าร้อยละ 1.018-1.047 (ภาพที่ 1)

**Table 3** Colour change during 48 hours of Nham fermentation using different levels of nitrate and nitrite with mixed bacterial starter cultures.

| Treatment       | Fermentation time (hours) |         |         |          |          |          |
|-----------------|---------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
|                 | 0                         | 6       | 12      | 18       | 24       | 48       |
| (1)             | 5YR 7/4                   | 10R 7/4 | 6R 8/4  | 7.5R 7/4 | 7.5R 7/4 | 7.5R 7/4 |
| a               | 5YR 7/4                   | 10R 7/4 | 5R 7/4  | 7.6R 7/6 | 7.5R 7/6 | 7.5R 7/6 |
| b               | 5YR 7/6                   | 10R 7/4 | 5R 7/4  | 6R 7/6   | 7.5R 7/4 | 7.5R 7/4 |
| ab              | 5YR 7/6                   | 5R 7/4  | 6R 8/4  | 5R 6/6   | 5R 6/6   | 5R 6/6   |
| cp <sub>1</sub> | 5YR 7/4                   | 5YR 7/4 | 5YR 7/4 | 5YR 7/4  | 5YR 7/4  | 5R 7/4   |
| cp <sub>2</sub> | 5YR 7/4                   | 5YR 7/4 | 5YR 7/4 | 5YR 7/4  | 5YR 7/4  | 5R 7/4   |

Y = Yellow ; R = Red

a = NaNO<sub>3</sub>; b = NaNO<sub>2</sub>; (1) = control; cp = centerpoint

**Table 4 Mean of pH, total acidity and residual nitrite during 48 hours of Nham fermentation made with mixed bacterial starter cultures at different levels of sodium nitrate and sodium nitrite,**

| Factors        | pH        | Total acidity as lactic acid (%) | Residual nitrite (ppm)   |
|----------------|-----------|----------------------------------|--------------------------|
| Sodium nitrate |           |                                  |                          |
| 500 ppm        | 5.19±0.80 | 0.71±0.20                        | 55.21±24.86 <sup>a</sup> |
| 200 ppm        | 5.20±0.81 | 0.71±0.19                        | 43.84±18.89 <sup>b</sup> |
| Sodium nitrite |           |                                  |                          |
| 200 ppm        | 5.21±0.82 | 0.72±0.19                        | 68.00±24.81 <sup>a</sup> |
| 100 ppm        | 5.18±0.80 | 0.70±0.19                        | 41.06±16.68 <sup>b</sup> |

\* mean within column with different superscripts differ significantly (P<0.05)

จะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรดทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดเป็นค่า (pH) ที่ลดลงในระหว่างการหมักของแหนม การที่ระบบมีความเป็นกรดทั้งหมดนี้เพิ่มขึ้น เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียที่ใช้เป็นเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมในกระบวนการผลิตแหนมนี้เป็นเชื้อแบคทีเรียที่สามารถผลิตกรดแลคติกได้นั่นเอง คือ *L. plantarum* และ *P. cerevisiac* ซึ่งเชื้อทั้งสองชนิดดังกล่าวจะเปลี่ยนแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ในสูตร เพื่อเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกในที่สุด (ไพโรจน์ และคณะ, 2536)

จากการวิเคราะห์ทางคานสถิติ พบว่าค่าความเป็นกรดทั้งหมดดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการหมักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P<0.01$  ดังสมการ (coded equation) ดังนี้

$$\text{Acidity (\%)} = 0.5082 + 0.0114 (\text{Time}) \quad R^2 = 0.9161$$

และจากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ พบว่า ปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ในระหว่าง

48 ชั่วโมงของการหมักแหนม (ตารางที่ 4) ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดทั้งหมดของแหนมในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมัก พบว่า มีค่าร้อยละ 0.71±0.20 และร้อยละ 0.71±0.19 เมื่อมีการใช้โซเดียมไนเตรท 500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ และมีค่าร้อยละ 0.72±0.19 และ 0.70±0.19 เมื่อมีการใช้โซเดียมไนไตรท์ 200 ppm และ 100 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

จากการวัดปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในแหนม พบว่า ที่เวลาเริ่มต้นมีปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในช่วง 40.73-91.37 ppm โดยสิ่งทดลองที่ 3 มีปริมาณมากที่สุด เนื่องจากใช้ปริมาณโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ในสูตรการผลิตในระดับสูง (500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ) เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ปริมาณไนไตรท์ที่เหลือแต่ละสิ่งทดลองส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้น ยกเว้นสิ่งทดลองที่ 3 ที่มีปริมาณลดลงเล็กน้อย โดยอยู่ในช่วง 42.59-86.86 ppm หลังจาก 6 ชั่วโมงของการหมัก ปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในทุกสิ่งทดลองจะลดลงเรื่อยๆ อย่างช้าๆ แต่หลังจาก 18

ชั่วโมง ปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในทุกสิ่งทดลอง  
จะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่ง 48 ชั่วโมงของการหมัก ปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในแฮม  
จะอยู่ในช่วง 21.66-24.88 ppm โดยที่สิ่งทดลองที่ใช้โซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ ในสูตร  
การผลิตในระดับต่ำจะเหลือน้อยที่สุด และ  
สิ่งทดลองที่ใช้ในระดับสูงจะเหลือมากที่สุด  
(ภาพที่ 1)

จุดมุ่งหมายของการเติมโซเดียมไนเตรท  
และโซเดียมไนไตรท์ ลงในสูตรการผลิตแฮมนั้น  
เพื่อให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีแดงชมพู ทั้งนี้เนื่อง  
มาจากไนเตรทจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ โดยการ  
กระทำของเชื้อ *M. varians* ซึ่งเชื่อดังกล่าวจะ  
สามารถเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรท์ ได้ดีใน  
ช่วงแรกของการหมัก ที่ pH ยังไม่ลดลงมากนัก  
คือ ประมาณ 5.4-6.0 และไนไตรท์จะเกิดขึ้น  
จะเปลี่ยนมาอยู่ในรูป nitric oxide ซึ่งจะรวมตัวกับ  
myoglobin ได้สาร nitrosomyoglobin (Nurmi,  
1966; Wiriacharee, et. al. 1990) ซึ่งมีสีชมพูแดง  
แต่ไม่คงตัว ตัวมันเองสามารถเปลี่ยนกลับมาอยู่  
ในรูป metmyoglobin ซึ่งถ้าหากเก็บไปนานๆ จะ  
พบว่าแฮมจะมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของ  
metmyoglobin ดังกล่าว ดังนั้นในสูตรการผลิตจึงมี  
การเติม sodium erythobate ลงไปในสูตรการผลิต  
ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็น reducing agent  
ซึ่งสามารถป้องกันการเกิด metmyoglobin ใน  
ผลิตภัณฑ์ได้ โดยที่สามารถเปลี่ยน metmyoglobin  
เป็น myoglobin ได้ อย่างไรก็ตามสีแดงชมพู  
ที่เกิดขึ้นในแฮมจะเกิดขึ้นได้นั้นจำเป็นที่ไนไตรท์  
จะต้องถูกเปลี่ยนไปเป็น nitric oxide ซึ่ง nitric  
oxide ที่ไม่ไปรวมกับ myoglobin ก็จะสูญหายไป  
ปริมาณ sodium erythobate ที่มากเกินไป จะทำให้  
ไนไตรท์มีการแตกตัว มีผลต่อการสูญเสียไนไตรท์

ได้ จึงควรระมัดระวังต่อการเติมสาร ดังกล่าวเช่น  
กัน ควรเติมในปริมาณที่เหมาะสม (ลักษณะ, 2533)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณ  
ไนไตรท์ที่เหลืออยู่จะลดลงเมื่อเวลาการหมักของ  
แฮมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P<0.01$   
และจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณโซเดียมไนไตรท์ที่เติมลง  
ไปในสูตรการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
 $P<0.01$  ดังสมการ (coded equation) ดังนี้

$$Y = 0.0128 + 0.0007 (\text{Time}) - 0.0031$$

Residual nitrite (ppm) ( $\text{NaNO}_2$ )

$$R^2 = 0.7576$$

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่  
ในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมัก พบว่าในแต่ละช่วง  
เวลาที่ทำการทดลอง ปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่  
จะขึ้นอยู่กับปริมาณโซเดียมไนเตรท และโซเดียม  
ไนไตรท์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P<0.01$   
นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปฏิกริยาร่วมระหว่างโซเดียม  
ไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ เช่นกัน อย่างมีนัย  
สำคัญทางสถิติที่  $P<0.01$  (ตารางที่ 5) อีกทั้งในช่วง  
ท้ายของการหมัก สมการของปริมาณไนไตรท์ที่  
เหลืออยู่จะมีแนวโน้มเป็นเส้นโค้ง และเมื่อทำการ  
วิเคราะห์หว่าเรียนซ์ พบว่า ปริมาณโซเดียมไนเตรท  
และโซเดียมไนไตรท์ ที่ใช้ในสูตรการผลิตแฮม  
มีผลต่อการหลงเหลือของปริมาณไนไตรท์ใน  
ผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P<0.05$  โดยที่  
ถ้าให้ปริมาณโซเดียมไนเตรทในระดับที่แตกต่างกัน  
2 ระดับคือ 500 ppm และ 200 ppm จะมีผลทำ  
ให้ค่าปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์  
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P<0.05$  และ  
ปริมาณโซเดียมไนไตรท์ที่ใช้ในสูตรการผลิตที่  
แตกต่างกันระดับ 200 ppm และ 100 ppm  
ก็มีผลเช่นกัน (ตารางที่ 4)

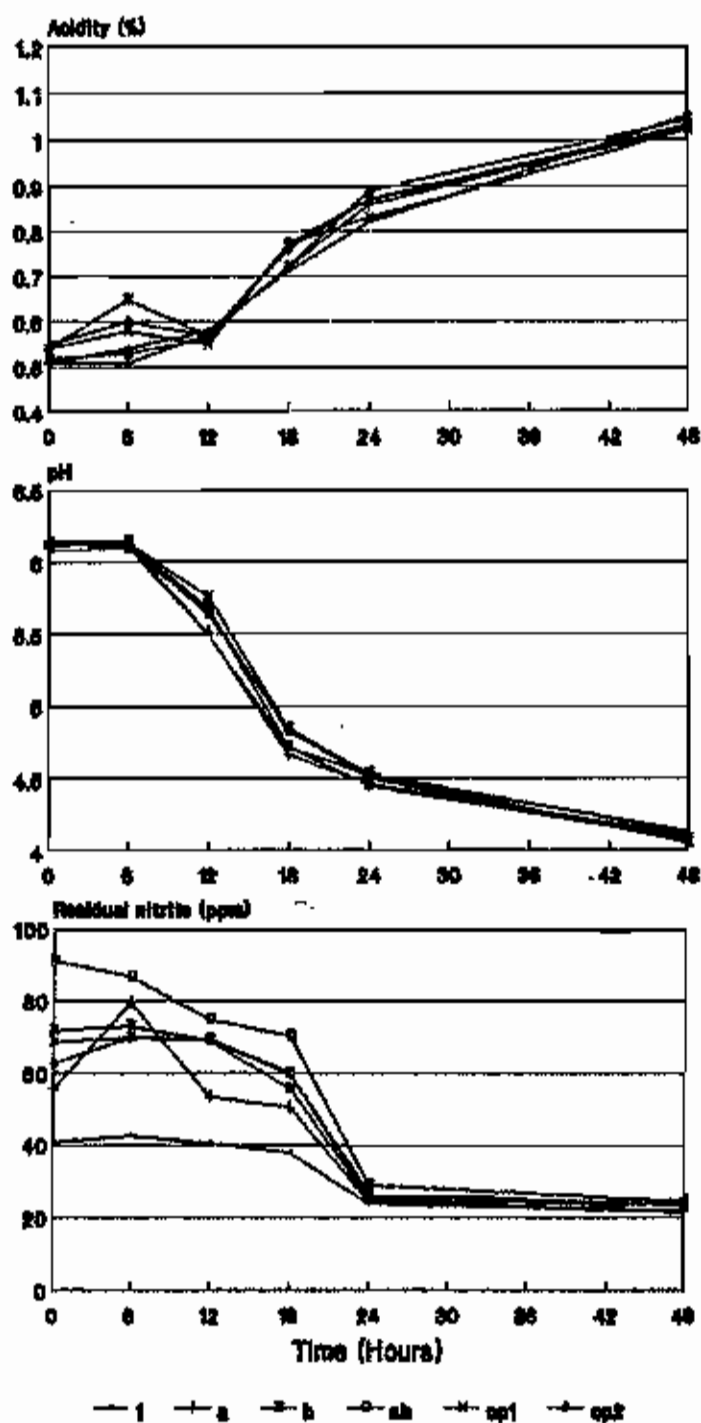


Fig. 1 Acidity, pH and residual nitrite changes during 48 hours of Nham fermentation made with mixed bacterial starter cultures with sodium nitrate and sodium nitrite; a =  $\text{NaNO}_3$ , b =  $\text{NaNO}_2$ ; (1) = control; ep = centerpoint.

**Table 5** Coded residual nitrite equation during 48 hours of Nham fermentation made with mixed bacterial starter cultures at different levels of nitrate and nitrite.

| Response variable                       | Coded equation                                                                                                                                     | R <sup>2</sup> |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (0 hour)   | $\times 85.2475 + 8.5750 (\text{NaNO}_3)$<br>$+ 10.7450 (\text{NaNO}_2)$                                                                           | 0.9899         |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (6 hours)  | $= 89.9800 + 12.6800 (\text{NaNO}_3)$<br>$+ 9.4750 (\text{NaNO}_2) - 5.6650 (\text{NaNO}_3 \times \text{NaNO}_2)$                                  | 0.9998         |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (12 hours) | $= 59.5150 + 4.0275 (\text{NaNO}_3)$<br>$+ 12.5975 (\text{NaNO}_2) - 1.7825 (\text{NaNO}_3 \times \text{NaNO}_2)$<br>$- 10.0575 (\text{NaNO}_3)^2$ | 0.9998         |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (18 hours) | $= 59.7400 + 6.7825 (\text{NaNO}_3)$<br>$+ 9.4375 (\text{NaNO}_2) + 0.5825 (\text{NaNO}_3 \times \text{NaNO}_2)$<br>$- 6.1825 (\text{NaNO}_3)^2$   | 0.9998         |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (24 hours) | $= 25.8875 + 1.0800 (\text{NaNO}_3)$<br>$+ 1.3950 (\text{NaNO}_2) + 0.8350 (\text{NaNO}_3 \times \text{NaNO}_2)$                                   | 0.8984         |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (48 hours) | $= 23.9500 + 0.4625 (\text{NaNO}_3)$<br>$+ 1.1475 (\text{NaNO}_2) + 0.2225 (\text{NaNO}_3 \times \text{NaNO}_2)$<br>$- 0.9025 (\text{NaNO}_3)^2$   | 0.9982         |

NO<sub>2</sub><sup>-</sup> = residual nitrite (ppm)

จากการทดสอบทางค่านประสาทสัณษของผลิตภัณฑ์เนรมโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพเริ่มต้นผสมที่มีระดับของโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ที่แตกต่างกันนั้น พบว่าโซเดียมไนเตรทมีผลต่อสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P < 0.05$  (ตารางที่ 6) โดยพบว่าถ้าหากมีการใช้โซเดียมไนเตรทที่ระดับสูง (500 ppm) จะมีค่า mean ideal ratio score ของสีที่ปรากฏเท่ากับ  $1.14 \pm 0.24$  แต่ถ้ามมีการใช้โซเดียมไนเตรทที่ระดับต่ำ (200 ppm) จะมีค่าของ mean ideal ratio score ของสีที่ปรากฏเท่ากับ  $1.06 \pm 0.19$  อย่างไรก็ตามการ

ใช้โซเดียมไนไตรท์ในสูตรการผลิตที่มีระดับแตกต่างกัน พบว่าไม่มีผลต่อค่าสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ มีค่า mean ideal ratio score เท่ากับ 1.09-1.10 (ดังแสดงในตารางที่ 6) นอกจากนี้การใช้โซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ ที่มีระดับแตกต่างกันมีผลต่อการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $P < 0.05$  ซึ่งจากการทดลองจะเห็นว่าถ้ามมีการใช้โซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ ในระดับสูง คือ 500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ จะมีค่า mean ideal ratio score ของการยอมรับรวมเท่ากับ  $0.94 \pm 0.12$  และ

0.94±0.09 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า ideal ของผลิตภัณฑ์ (1.00) ดังแสดงในตารางที่ 6 อย่างไรก็ตามคุณลักษณะอื่นๆ ของผลิตภัณฑ์

จะไม่มีผลมาจากการเติมโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ที่แตกต่างกัน 2 ระดับแต่อย่างใด

**Table 6** Mean ideal ratio score of Nham attributes after 48 hours of fermentation made with mixed bacterial starter cultures at different levels of sodium nitrate and sodium nitrite.

| Nham attributes       | NaNO <sub>3</sub> (ppm) |                        | NaNO <sub>2</sub> (ppm) |                        |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                       | 500                     | 200                    | 200                     | 100                    |
| Colour                | 1.14±0.24 <sup>a</sup>  | 1.08±0.18 <sup>b</sup> | 1.09±0.19               | 1.10±0.24              |
| Visual texture        | 1.02±0.23               | 0.93±0.20              | 0.97±0.22               | 0.98±0.23              |
| Firmness              | 1.05±0.32               | 1.08±0.28              | 1.03±0.26               | 1.04±0.34              |
| Juiciness             | 0.94±0.18               | 0.94±0.18              | 0.86±0.19               | 0.92±0.16              |
| Smoothness            | 0.90±0.16               | 0.89±0.18              | 0.92±0.18               | 0.87±0.16              |
| Sourness              | 0.84±0.21               | 0.89±0.26              | 0.87±0.21               | 0.86±0.26              |
| Saltiness             | 0.98±0.23               | 0.98±0.31              | 0.96±0.24               | 0.83±0.30              |
| Spiciness             | 0.95±0.21               | 0.87±0.25              | 0.99±0.18               | 0.93±0.28              |
| Overall acceptability | 0.94±0.12 <sup>a</sup>  | 0.84±0.14 <sup>b</sup> | 0.94±0.09 <sup>a</sup>  | 0.88±0.16 <sup>b</sup> |

\* mean ± standard deviation

1 use 11 general panellists

2 mean within row with different superscripts are different significantly at P<0.05

3 ideal ratio score for ideal product is 1.00

จากการวิเคราะห์หาปริมาณของสิ่งทดลองทั้งหมดในการวิจัยครั้งนี้พบว่า สิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ในระดับสูงคือ 500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ (สิ่งทดลองที่ 4) ในสูตรการผลิตเนมจะมีผลต่อสีที่ปรากฏและการยอมรับรวมอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ P<0.05 และ P<0.01 ตามลำดับ และพบว่า การยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ในสูตรดังกล่าว มีค่า mean ideal ratio score เท่ากับ 0.99±0.05 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า ideal product มากที่สุด ในขณะที่สิ่งทดลองอื่นๆ มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 0.80-0.88 (ตารางที่ 7) แม้ว่าค่า mean ideal ratio score ของสี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพร่วมกับส่วนผสม  
ของเชื้อยีสต์และเชื้อแบคทีเรียในการหมัก

ที่ปรากฏในสิ่งทดลองที่ 4 จะมีค่าค่อนข้างสูงกว่าค่า  
ideal product ก็ตาม คือ มีค่า  $1.18 \pm 0.21$  (ตาราง  
ที่ 7) แต่ค่าลักษณะอื่นๆ ของผลิตภัณฑ์ไม่พบว่า

มีความแตกต่างของ mean ideal ratio score  
ในแต่ละสิ่งทดลองแต่อย่างใด

**Table 7 Mean ideal ratio score of Nham attributes after 48 hours of fermentation made with mixed bacterial starter cultures with different treatments.**

| Treatment       | Colour<br>texture     | Visual          | Firmness        | Juiciness       |
|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| (I)             | $1.11 \pm 0.23^{*ah}$ | $0.96 \pm 0.23$ | $1.00 \pm 0.38$ | $0.96 \pm 0.18$ |
| a               | $1.09 \pm 0.26^{abc}$ | $1.00 \pm 0.23$ | $1.07 \pm 0.32$ | $0.89 \pm 0.14$ |
| b               | $1.02 \pm 0.14^c$     | $0.88 \pm 0.18$ | $1.04 \pm 0.17$ | $0.83 \pm 0.18$ |
| ab              | $1.18 \pm 0.21^a$     | $1.04 \pm 0.24$ | $1.02 \pm 0.33$ | $0.87 \pm 0.20$ |
| cp <sub>1</sub> | $1.07 \pm 0.10^{bc}$  | $1.04 \pm 0.21$ | $0.99 \pm 0.77$ | $0.93 \pm 0.32$ |
| cp <sub>2</sub> | $1.04 \pm 0.17^{bc}$  | $1.02 \pm 0.25$ | $1.06 \pm 0.33$ | $0.90 \pm 0.26$ |

**Table 7 (continue)**

| Treatment       | Smoothness      | Sourness        | Saltiness       | Spiciness       | Overall<br>acceptability |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| (I)             | $0.88 \pm 0.19$ | $0.80 \pm 0.28$ | $0.99 \pm 0.38$ | $0.99 \pm 0.32$ | $0.81 \pm 0.19^a$        |
| a               | $0.85 \pm 0.12$ | $0.82 \pm 0.24$ | $0.87 \pm 0.19$ | $0.87 \pm 0.22$ | $0.88 \pm 0.18^a$        |
| b               | $0.89 \pm 0.17$ | $0.86 \pm 0.23$ | $0.83 \pm 0.24$ | $0.86 \pm 0.18$ | $0.87 \pm 0.08^a$        |
| ab              | $0.84 \pm 0.18$ | $0.86 \pm 0.20$ | $0.88 \pm 0.25$ | $1.04 \pm 0.17$ | $0.89 \pm 0.05^b$        |
| cp <sub>1</sub> | $0.83 \pm 0.28$ | $0.87 \pm 0.31$ | $0.89 \pm 0.30$ | $0.85 \pm 0.27$ | $0.80 \pm 0.21^a$        |
| cp <sub>2</sub> | $0.89 \pm 0.19$ | $0.88 \pm 0.20$ | $0.88 \pm 0.26$ | $1.02 \pm 0.25$ | $0.86 \pm 0.22^a$        |

\* mean + standard deviation; (I) control; a = high level of sodium nitrate; b = high level of sodium nitrite; cp = centerpoint

1 use 11 general panelists

2 mean within column with different superscripts are different significantly at  $P < 0.05$

3 ideal ratio score for ideal product is 1.00

## สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของไนเตรทและไนไตรท์ที่มีต่อผลิตภัณฑ์แฮมพบว่าในสูตรแฮมที่มีการใช้โซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ในปริมาณสูง คือ 500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ จะมีผลต่ออัตราการเกิดสีชมพูแดงค่อนข้างเร็วกว่าสูตรอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์จะมีแนวโน้มลดลงหลังจากปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นหรือมีค่า pH ลดลง อีกทั้งปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์หลัง 48 ชั่วโมงของการหมักที่ค่อนข้างต่ำ

ในด้านการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์แฮมพบว่า ผู้บริโภคจะมีการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างดี และลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์มีความสำคัญค่อนข้างมาก และมีผลมาจากการใช้ปริมาณโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ที่แตกต่างกันในสูตรการผลิตแฮม

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สถาบันพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนการวิจัย มา ณ โอกาสนี้ด้วย

## เอกสารอ้างอิง

ลักษณะ รุจนะไกรกานต์. (2533). เทคโนโลยีอาหารเนื้อ  
ภาควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร  
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพโรจน์ วิริยจารี, ลักษณะ รุจนะไกรกานต์ และ  
ปานจิตต์ ฤกษ์ขวาลี. (2536) การพัฒนาผลิตภัณฑ์  
แฮมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธีเริ่มต้นผสม  
2. ผลของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวต่อการผลิตกรด  
แลกติกในผลิตภัณฑ์. วารสารเกษตร. กำลังดำเนินการ  
พิมพ์.

AOAC. (1984). Official Methods of Analysis  
(13<sup>th</sup> ed.) Association of official Analytical  
Chemists, Washington, D.C.

Deibel, R.H., C.F.Jr Niven., and G.D. Wilson. (1961).  
Microbiology of meat curing III. Some  
microbiological and related technological aspects  
in the manufacture of fermented sausages. Appl.  
Microbiol., 9:156-165.

Nurmi, E. (1966). Effect of bacterial inoculations on  
characteristics and microbial flora of dry sau-  
sage. Thesis, University of Helsinki, Finland,  
Acta Agr. Fennica No. 108.

Pearson, D. (1976). The Chemical Analysis of Foods.  
Churchill Livingstone. London and New York.

Walonick, D.S. (1976). Stat-Packets. Walonick Asso-  
ciates Inc., Minneapolis, MN.

Wiriyacharee, P. (1990). The Systematic Development  
of a Controlled Fermentation Process Using  
Mixed Bacterial Starter Cultures for Nham, a  
Thai Semi-dry Sausage. Ph.D. Thesis in Prod-  
uct Development in Food Fermentation, Massey  
University, New Zealand.

Wiriyacharee, P., J.F. Brooks, M.D. Earle, and G. Page,  
(1990). The improvement of a traditional Thai  
fermented pork sausage by use of mixed starter  
cultures. In Fermentation Technologies: Indus-  
trial Applications Conference, Massey University,  
Palmerston North, New Zealand.