



การพัฒนาผลิตภัณฑ์แนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์ เริ่มต้นผสม

๑.ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อการผลิตแนม

Nham Product Development Using Mixed Bacterial Starter Cultures

9.Effect of Phosphate on Nham Production

ไพโรจน์ วิริยจารี^{1/} ถักขมา รุจนะไกรภานต์^{1/} วิวรรณ วรรณจรรย์^{1/}
อิสรพงษ์ พงษ์ศิริกุล^{1/} และ สุทธยา บุญอุทุมม์^{1/}
*Pairote Wiriya-Charree^{1/}, Lakkana Rujanakraikarn^{1/}, Wiwat Wattanachariya^{1/}
Isarapong Pongsirikul^{1/} and Suthaya Boonthanom^{1/}*

Abstract : Three types of phosphate compound; sodium tripolyphosphate, sodium hexametaphosphate and sodium acid pyrophosphate were used in a Nham formulation in order to investigate the effects on product quality during 48 hours of fermentation at 30°C. It was found that the Nham which using sodium tripolyphosphate had overall qualities better than the other treatments. Its mean ideal ratio score was 0.78±0.12 higher than the other treatments which has mean ideal ratio score between 0.68-0.77 for 48 hours of fermentation. Additionally, the Nham which used sodium tripolyphosphate had only few weight loss (3.2028±.2120%), compression force (62.32±.04 newton), shear force (24.30±2.33 newton). The product also had bright red pink colour (L*55.00 a*13.98 b*7.91), pH (4.42±0.03) and total acidity as lactic acid (0.96±0.02%). In addition, the Nham using sodium tripolyphosphate in formulation was detected less number of enterobacteriaceae than the product without phosphate

^{1/} คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200.

^{1/} Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200.

and after 24 hours of fermentation, *S. aureus* was not detected in the product. However, sodium acid pyrophosphate could be used alternatively in Nham formulation as it was the least weight loss and also pH. It could effectively reduced the number of enterobacteriaceae and *S. aureus*.

บทคัดย่อ : สารประกอบฟอสเฟต 3 ชนิด คือ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต และ โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต ได้ถูกนำมาทดสอบความเหมาะสมที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์แฮมเพื่อศึกษาผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากการทดลองพบว่าการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต จะทำให้ได้แฮมเมื่อทำการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่มีคุณภาพโดยรวมดีกว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟตอื่น ๆ กล่าวคือ มีค่า mean ideal ratio score ของการยอมรับรวม ซึ่งเป็นคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสเท่ากับ 0.78 ± 0.12 สูงกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ ซึ่งมีค่า mean ideal ratio score ของการยอมรับรวมอยู่ระหว่าง 0.68-0.77 ที่ 48 ชั่วโมงของการหมัก นอกจากนี้แฮมในสูตรที่มีการใช้การใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะมีการสูญเสียน้ำหนักเพียงร้อยละ 3.2028 ± 0.2120 ค่าแรงกดเท่ากับ 62.32 ± 8.04 นิวตัน ค่าแรงฉีกเท่ากับ 24.30 ± 2.33 นิวตัน และลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์จะมีสีชมพูแดงอ่อน ($L^*55.00 a^*13.98 b^*7.91$) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4.42 ± 0.03 และมีค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลกติกเป็นร้อยละ 0.96 ± 0.02 และตรวจพบปริมาณเชื้อ Enterobacteriaceae ที่น้อยกว่าการไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตเลย รวมทั้งไม่ตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ในแฮมหลังจาก 24 ชั่วโมงของการหมัก อย่างไรก็ตามอาจจะเลือกใช้โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟตในสูตรการผลิตก็ได้เพราะจะทำให้การสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์น้อยที่สุดและมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุด ตลอดจนสามารถลดปริมาณเชื้อ Enterobacteriaceae และ *S. aureus* ได้ค่อนข้างดี

Index words : แฮม การผลิตแฮม Nham, sodium tripolyphosphate, sodium hexametaphosphate, sodium acid pyrophosphate

คำนำ

ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อ เช่น ไส้กรอก แฮม รวมถึงแฮม มักจะมีการเติมสารประกอบฟอสเฟต เช่น โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตลงไป โดยมีจุดประสงค์หลัก เพื่อที่จะปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เป็นสารที่อุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ยึดเกาะกันได้ดี มีการสูญเสีย น้ำหนักน้อย ประสิทธิภาพของสารประกอบฟอสเฟตจะดีขึ้น หากใช้ร่วมกับเกลือแองก นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงลักษณะสี ลักษณะเนื้อ และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ (Sofos, 1985) จากการทดลองของ Hellendoorn(1962) พบว่าสาร

ประกอบไพโรฟอสเฟต และไตรโพลีฟอสเฟต มีคุณสมบัติเฉพาะในการช่วยให้มีการอุ้มน้ำให้ดีขึ้น ที่ช่วงความเป็นกรดเป็นด่าง 6.0-6.5 และจากการรายงานของ Trout และ Schmit ในปี 1984 ได้แสดงให้เห็นว่า เติตราโซเดียมไพโรฟอสเฟต และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต เป็นสารประกอบฟอสเฟตที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์ beef roll

Shultz และคณะ (1972) ได้สรุปผลการทดลองไว้ คือ สารประกอบไพโรฟอสเฟต จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการช่วยเพิ่มความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อ ส่วนสาเหตุที่สารประกอบไพโรฟอสเฟตสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการ

อุ้มน้ำและจับตัวนั้น เนื่องมาจากคุณสมบัติในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับโลหะในโปรตีน Puolanne and Terrell (1983) รายงานว่า การให้สารประกอบฟอสเฟตในไส้กรอก จะทำให้ไส้กรอกมีความแน่นเหนียวมากกว่าไส้กรอกที่ไม่ได้ให้สารประกอบฟอสเฟต Nielsen and Zeuthen (1983) รายงานว่า ส่วนผสมของโซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และ โซเดียมโพลีฟอสเฟตกลาสซี สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Brochothrix thermosphacta* และเชื้อ *Serratia liquefaciens* นอกจากนี้สารประกอบฟอสเฟตยังช่วยควบคุมการเจริญเติบโตและการสร้างสปอร์ของ *Clostridium botulinum* (Wagner and Busta, 1983)

การวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของสารประกอบฟอสเฟตชนิดต่างๆ ที่มีต่อคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของแฮมและทำการคัดเลือกสารประกอบฟอสเฟตที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในผลิตภัณฑ์แฮม

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลอง ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวางแผนการทดลองโดยแบ่งถึงทดลองออกเป็น 4 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองแรกจะไม่ให้สารประกอบฟอสเฟตใด ๆ เลย เป็นตัวอย่างควบคุม (control) ส่วนอีก 3 สิ่งทดลองจะใช้สารประกอบฟอสเฟตต่างๆ คือ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต และ โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต ในปริมาณร้อยละ 0.3 (ดังแสดงในตารางที่ 1)

Table 1 Types of phosphate compound and quantity for this experiment,

Treatment	Phosphate	Quantity(%)
1	No phosphate	
2	Sodium tripolyphosphate	0.3
3	Sodium hexa metaphosphate	0.3
4	Sodium acid pyrophosphate	0.3

กระบวนการผลิตแฮมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

หมูเนื้อแดงจะถูกนำมาและเอาไขมันออกให้มากที่สุด ล้างทำความสะอาดและสะเด็ดน้ำออกให้มากที่สุด เช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด นำมาบดด้วยเครื่องบดเนื้อ และนำไปเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียส ส่วนหนังหมูนำมาและเอาส่วนไขมันหมูออกให้มากที่สุดนำมาต้มและหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 0.1x2-4 เซนติเมตร เก็บในที่ห้องเย็นเช่นกัน ทำการเตรียมกระเทียมสดบดละเอียด พริกไทยป่น พริกขี้หนูบดละเอียด ข้าวเหนียว และข้าวเจ้าบดละเอียด กุ้งก้ามกรามเกลือแกง สารประกอบฟอสเฟต (มีทั้งยีสศึกษา) โซเดียมอิริโทรเบท โซเดียมไนเตรท โซเดียมไนไตรท์ และผงชูรส โดยเตรียมในสัดส่วนดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 .

ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันด้วยเครื่องผสมที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาทีประมาณ 1 นาที จึงเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมที่เตรียมขึ้นในสัดส่วนดังตารางที่ 2 ผสมให้เข้ากัน

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

ก่อนที่จะนำเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นดังกล่าวไปใช้ในการหมักเนื้อสัตว์หมัก สิ่งที่ต้องพิจารณาคือ การตรวจนับจำนวนเชื้อดังกล่าวเพื่อต้องการทราบจำนวน และสามารถนำไปคำนวณว่าควรจะต้องเติมลงในระบบเท่าใด จึงจะเป็นไปตามสัดส่วนที่ต้องการ โดยเชื้อที่สามารถสร้างกรดแลกติกได้จะถูกตรวจนับในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ส่วนเชื้อที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ได้จะถูกตรวจนับในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI agar เมื่อทราบจำนวนคิดเป็น cfu/ml แล้วจะนำมาคำนวณดังนี้

ตัวอย่างเช่นต้องการ *P. cerevisiae* 10^6 cfu/g ดังนั้น 1 กิโลกรัมของเนื้อหมักต้องการเชื้อถึง 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 อาจต้องการเติมและผสมผสานให้เข้ากันในกระบวนการหมัก ดังนั้นจึงเติมน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้วลงไปอีกประมาณ 2 ml ก่อนเติมลงในกระบวนการผลิต

ด้วยเครื่องผสมความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ประมาณ 2 นาที นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในเครื่อง stuffer และอัดเข้าสู่ถุงพลาสติกทรงกระบอก รัศมีปลายหัวท้ายให้แน่นด้วย clips เหล็ก เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

Table 2 Ingredients and quantity for Nham production made with mixed bacterial starter cultures (Phosphate as the main studied factors).

Ingredients	Quantity
Meat system:	
Ground lean pork (%)	80
Sliced pork skin (%)	40
Curing agents: % of meat system	
Sodium chloride (NaCl)	8
Sodium nitrate (NaNO_3)	0.08
Sodium nitrite (NaNO_2)	0.02
*Sodium tripolyphosphate ($\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$)	0.8
*Sodium hexa metaphosphate	0.3
*Sodium acid pyrophosphate	0.3
Sodium erythorbate	0.05
Starter cultures : cfu/g of meat system	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	10^8
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	10^6
<i>Micrococcus varians</i>	10^8
Carbohydrate source: % of meat system	
Glucose	0.5
Sticky rice	1
Cooked rice	3
Seasonings: % of meat system	
Minced garlic	4
White pepper powder	0.05
Minced bird chili	1
MSG	0.2

* Studied factors

การวิเคราะห์ทางเคมีและฟิสิกส์

ແໜ່ນທີ່เตรียมได้ตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นทุกๆ สิ่งทดลองจะเก็บไว้ในตู้เย็นเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แล้วสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าทางเคมี ฟิสิกส์และจุลินทรีย์ คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (Total acidity as lactic acid) ค่าการสูญเสียน้ำหนักตามวิธีของ AOAC (1984), Wiriyaacharee (1990), Pearson (1976) ส่วนค่าแรงกด (Compression force) ค่าแรงเฉือน (Shear force) ใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Instron Series 5500, 1993) และค่าสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ ($L^* a^* b^*$) ใช้เครื่องวัดสี Chroma meter CR-310 (Minolta camera Co., Ltd., 1991) และปริมาณเชื้อ Enterobacteriaceae และปริมาณเชื้อ *S. aureus* ตามวิธีของ Speck (1976), Kiss (1984) และ Wiriyaacharee (1990) ในช่วงเวลาที่ทำการบ่มไว้ 0, 12, 18, 24 และ 48 ชั่วโมง

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจะใช้ผู้บริโภครวมไปจำนวน 10 ท่าน โดยก่อนที่จะทำการทดสอบชิม ผู้ทดสอบชิมทุกท่านจะได้รับคำอธิบายให้มีความเข้าใจตรงกันถึงการประเมินค่าคุณสมบัติต่างๆ ของແໜ່ນ แล้วจึงทำการประเมินคุณภาพในลักษณะต่างๆ ดังกล่าวของผลิตภัณฑ์ คือ สีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ (colour) ความแน่นเนื้อ (firmness) ความนุ่มเนื้อ (juiciness) ความเปรี้ยว (sourness) การยอมรับรวม (overall acceptability) โดยใช้ตัวอย่างที่ทำการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เป็น

ตัวอย่างทดสอบชิม ซึ่งใช้วิธีการประเมินแบบ Ideal ratio profile ในสิ่งทดลองต่างๆ (Wiriyaacharee, 1990; วิริยาจารี, 2535)

การวิเคราะห์และแปลผล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะนำมาวิเคราะห์ทางด้านสถิติ เช่น Analysis of variance โดยใช้ Stat- Packets Package (Waltonick, 1987) อีกทั้งข้อมูลในระหว่างการหมักต่างๆ จะถูกนำมาสร้างกราฟเพื่อศึกษาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในสิ่งทดลองต่างๆ

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองผลิตແໜ່ນโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ร่วมกับสารประกอบฟอสเฟตชนิดต่างๆ โดยได้ทำการวิจัยถึงผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อน้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการหมักของແໜ່ນ จากการสุ่มตัวอย่างແໜ່ນมาชั่งน้ำหนักในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าในช่วง 12 ชั่วโมงแรกของการหมักจะมีการสูญเสียน้ำหนัก เพียงเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 0.0362-0.0522 หลังจากนั้นการสูญเสียน้ำหนักของແໜ່ນจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 1) โดยสิ่งทดลองที่ 1 ซึ่งไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตเลย มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดตลอดช่วงเวลาการหมัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ 3 (ใช้โซเดียมเฮกซะมาตาฟอสเฟต) สิ่งทดลองที่ 2 (ใช้โซเดียมไตรฟอสเฟต) ตามลำดับ ส่วนสิ่งทดลองที่ 4 (ใช้โซเดียมเอซิดไฮโดรฟอสเฟต) มีการสูญเสียน้ำหนัก

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมโดยให้เทคโนโลยีชีวภาพเริ่มต้นบน
 ๑. ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อการผลิตแฮม

น้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$
 ตลอด 48 ชั่วโมงและที่ 48 ชั่วโมงของการหมัก

ทุกสิ่งทดลองมีการสูญเสียน้ำหนักต่างกันอย่างมีนัย
 สำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (ตารางที่ 3)

Table 3 Weight loss (%) during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds.

Treatment	Fermentation time (hours)				
	0	12	18	24	48
1	0	0.0476±0.0522	0.7428±0.2082 ^a	2.8572±0.3848 ^a	5.6470±0.8945 ^a
2	0	0.0522±0.0642	0.1868±0.0898 ^{bc}	0.7214±0.2558 ^b	8.2028±0.2120 ^b
3	0	0.0414±0.0198	0.3064±0.1104 ^b	0.9538±0.2588 ^b	4.3598±0.8091 ^c
4	0	0.0862±0.0131	0.0748±0.0311 ^c	0.1932±0.0798 ^c	2.3234±0.2058 ^d

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

สาเหตุสำคัญของการสูญเสียน้ำหนักของ
 แฮม คือ การแยกตัวของน้ำและก๊าซคาร์บอน-
 ไดออกไซด์ออกจากแฮมในระหว่างการหมัก
 ดังนั้น การที่สิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งใช้โซเดียมแอสซิ-
 ไพรฟอสเฟต มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด
 แสดงว่า โซเดียมแอสซิไพรฟอสเฟตมีคุณสมบัติ
 ในการอุ้มน้ำไว้ในแฮมได้ดีพอสมควร ส่วน
 สิ่งทดลองที่ไม่ได้ใช้สารประกอบฟอสเฟตเลยมี
 การสูญเสียน้ำหนักมาก เป็นเพราะไม่มีสาร
 ประกอบฟอสเฟตช่วยอุ้มน้ำ จึงมีน้ำแยกตัวออก
 มากนั่นเอง (ตารางที่ 3)

ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แฮม
 ที่วัดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Instron
 นั้นปรากฏว่าแฮมสูตรที่ใช้สารประกอบฟอสเฟต
 ที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างในลักษณะเนื้อ
 สัมผัสเช่นเดียวกับสูตรที่ไม่ใช้สารประกอบฟอส-
 เฟตเลย (ตัวอย่างควบคุม) หลังจากเสร็จสิ้น

การผลิต โดยมีค่าของแรงกด (Compression force)
 เท่ากับ 2.88-3.18 นิวตัน อย่างไรก็ตามค่าของแรง
 กดจะเพิ่มขึ้นในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมัก
 ดังภาพที่ 1 กล่าวคือจะวัดค่าแรงกดในชั่วโมงที่ 48
 ได้เท่ากับ 52.19-62.32 นิวตัน จากการวิเคราะห์
 ทางสถิติพบว่าในช่วง 12-24 ชั่วโมงของการหมัก
 แฮม ค่าของแรงกดจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัย
 สำคัญทางสถิติ $P<0.05$ โดยในสูตรที่มีการใช้สาร
 โซเดียมเฮกซะมาตาฟอสเฟต จะมีค่าของแรงกดน้อย
 กว่าสูตรแฮมที่ใช้โซเดียมไตรโพสเฟสเฟต หรือ
 โซเดียมแอสซิไพรฟอสเฟต หรือสูตรควบคุม
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ในชั่วโมงที่ 12
 และ 18 แต่ในชั่วโมงที่ 24 ของการหมักแฮม
 สูตรที่ใช้โซเดียมเฮกซะมาตาฟอสเฟตและโซเดียม-
 แอสซิไพรฟอสเฟตจะมีค่าแรงกดน้อยกว่าสูตร
 ควบคุมและสูตรที่ใช้โซเดียมไตรโพสเฟสเฟต
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ อย่างไรก็ตาม
 ในชั่วโมงที่ 48 ของการหมักปรากฏว่าค่าของ

แรงกดของผลิตภัณฑ์เหนียวไม่มีความแตกต่างกัน
ไม่ว่าจะใช้สารประกอบฟอสเฟตหรือไม่ใช้สาร
ประกอบดังกล่าวแต่มีข้อสังเกตว่าค่าของแรงกด

ในสูตรเหนียวที่มีการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต
จะมีแนวโน้มของค่าดังกล่าวค่อนข้างมากกว่าสูตร
การผลิตอื่นๆ (ตารางที่ 4)

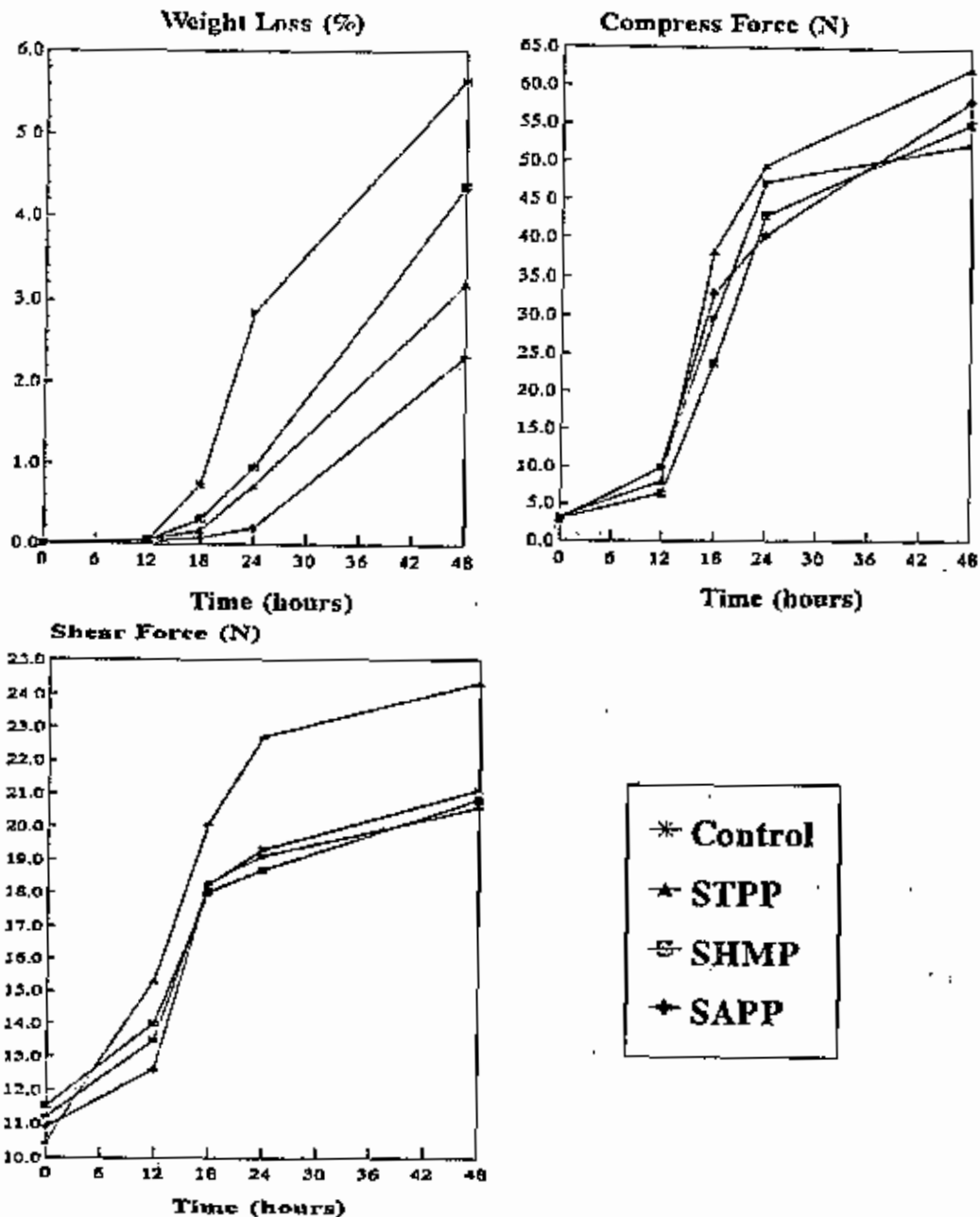


Fig. 1 Weightloss , compression force , and shear forcechanges during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds. (STPP = Sodium tripolyphosphate; SHMP = Sodium hexametaphosphate; SAPP = Sodium acid pyrophosphate)

Table 4 Compression force (Newton) during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds.

Treatment	Fermentation time (hours)				
	0	12	18	24	48
1	2.88±0.90	9.75±1.06 ^a	29.64±8.11 ^a	47.12±3.78 ^a	52.19±9.93
2	3.18±0.25	8.02±2.06 ^a	38.12±9.90 ^a	40.29±3.46 ^a	62.82±8.04
3	2.94±0.21	6.40±0.89 ^b	23.77±1.80 ^{ab}	42.73±5.84 ^{ab}	54.99±5.03
4	2.96±0.37	9.95±1.22 ^a	32.89±4.93 ^a	40.18±4.43 ^b	67.94±18.69

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

เมื่อพิจารณาในด้านแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์แฮม ที่มีการใช้สารประกอบฟอสเฟตที่แตกต่างกันปรากฏว่าเมื่อเสร็จสิ้นการผลิต แฮมมีค่าแรงเฉือนเท่ากับ 10.46-11.52 นิวตัน และมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในระหว่างการหมัก 48 ชั่วโมง โดยที่ชั่วโมงที่ 48 ของการหมักวัดค่าแรงเฉือนได้ 20.58-24.30 นิวตัน (ภาพที่ 1) อย่างไรก็ตามในระหว่าง 0-18 ชั่วโมงของการหมักพบว่าแฮมสูตรที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟต และสูตรที่ใช้สารประกอบฟอสเฟตต่างชนิดกัน ไม่มีความแตกต่างของแรงเฉือนที่มีต่อผลิตภัณฑ์แต่อย่างใด แต่ในชั่วโมงที่ 24 แฮมสูตรที่มีการใช้สารโซเดียมไตรฟอสเฟต จะมีค่าแรงเฉือนมากกว่าแฮมสูตรที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟต หรือใช้สารโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต หรือใช้สารโซเดียมแอซิดไทรฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์แฮมสูตรที่ใช้โซเดียมไตรฟอสเฟตจะมีค่าใกล้เคียงกับสูตรที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตในชั่วโมงที่ 48 ของการหมัก (ตารางที่ 5) จากผลการทดลองนี้มีข้อสังเกตว่า สูตรแฮมที่มีการใช้สาร

โซเดียมไตรฟอสเฟต จะมีค่าของแรงเฉือนต่อผลิตภัณฑ์ที่มากกว่าสูตรอื่นๆ

ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์แฮมนั้นปรากฏว่าค่าความเข้มอ่อน (L^*) ในสูตรทดลองของแฮมหลังเสร็จสิ้นการผลิตจะมีค่าเท่ากับ 53.88-59.88 และจะมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการหมัก 48 ชั่วโมง ยกเว้นสูตรที่มีการใช้โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต และโซเดียมแอซิดไทรฟอสเฟต ที่มีค่า L^* เพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 12 ของการหมัก และจะมีแนวโน้มลดลงหลังจากนั้น โดยที่ชั่วโมงที่ 48 ของการหมักผลิตภัณฑ์แฮมจะมีค่า L^* เท่ากับ 55.00-57.20 (ภาพที่ 2) ซึ่งจากผลการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์แฮมทดลองจะมีความเข้มของสีออกมาทางด้านอ่อนมากกว่าเนื่องจากสเกลความเข้มของสีเป็น 0-100 โดยที่ 0 จะมีค่าสีเข้มมากที่สุด (Black) และ 100 จะมีสีอ่อนมากที่สุด (White) แต่ค่าที่ได้มีค่ามากกว่า 50 ดังนั้นผลิตภัณฑ์แฮมจึงมีค่าความเข้มของสีเป็นไปในทางอ่อนมากกว่า

Table 5 Shear force (Newton) during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds.

Treatment	Fermentation time (hours)				
	0	12	18	24	48
1	11.20±1.39	13.50±2.64	18.22±3.08	19.80±1.96 ^a	21.10±1.24 ^a
2	10.46±0.84	15.30±0.78	20.08±1.87	22.70±0.91 ^b	24.30±2.38 ^a
3	11.52±1.19	14.00±2.42	18.02±1.38	18.88±2.82 ^a	20.80±1.86 ^{ab}
4	10.80±0.43	12.60±0.74	15.28±1.02	19.10±1.29 ^a	20.58±1.82 ^{ab}

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

ในแต่ละช่วงเวลาของการหมักพบว่าค่า L^* ของผลิตภัณฑ์แฮมจะมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างแฮมที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟต และใช้สารประกอบฟอสเฟตชนิดต่างกันได้ $P<0.05$ (ตารางที่ 6) โดยเฉพาะแฮมสูตรที่มีการใช้โซเดียมโครโพลิฟอสเฟตจะมีค่า L^* ที่ต่ำกว่าแฮมสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง

ส่วนค่าสีแดง-เขียว (a^*) ของผลิตภัณฑ์แฮมในสูตรทดลองหลังจากเสร็จสิ้นการผลิตพบว่าผลิตภัณฑ์แฮมจะมีสีแดงเนื่องจากค่า a^* แสดงค่าเป็นค่าบวก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.47- 8.03 และมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าสีแดงกล่าวในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมัก โดยมีค่าสีแดงของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 12.66-13.98 ในชั่วโมงที่ 48 ของการหมัก (ภาพที่ 2)

ในแต่ละช่วงเวลาของการหมักพบว่าค่า b^* ของผลิตภัณฑ์แฮมทดลองทั้งสูตรที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟต และสูตรที่ใช้สารประกอบ

ฟอสเฟตชนิดต่างกันจะมีค่าสีแดงที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ยกเว้นในการหมักที่ 18 ชั่วโมง (ตารางที่ 6) โดยเฉพาะสีแดงของแฮมสูตรที่ใช้โซเดียมโครโพลิฟอสเฟตหรือใช้โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟตจะมีค่าสีแดง ของผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่าอีกสองสูตรที่เหลือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (ตารางที่ 6)

ส่วนค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ของผลิตภัณฑ์แฮมในสูตรทดลองหลังจากเสร็จสิ้นการผลิตพบว่าผลิตภัณฑ์จะมีสีออกมทางด้านเหลืองมากกว่า เนื่องจากค่า b^* มีค่าเป็นบวก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11.27-16.54 และมีแนวโน้มลดลงของค่าสีดังกล่าวในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมัก โดยมีค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 7.91 - 10.28 ในชั่วโมงที่ 48 ชั่วโมงของการหมัก (ภาพที่ 2)

ในแต่ละช่วงเวลาของการหมักพบว่าค่า b^* ของผลิตภัณฑ์แฮมทดลองทั้งสูตรที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟต และสูตรที่ใช้สารประกอบฟอสเฟตชนิดต่างกันจะมีค่าสีเหลืองที่แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยเฉพาะ
แหนมสูตรที่ใช้โซเดียมไตรฟอสเฟตจะมี
แนวโน้มการลดลงของสีเหลืองค่อนข้างมากกว่า
สูตรอื่นๆ ในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมักโดย
มีค่าสีเหลืองเป็น 7.91 ± 0.15 ในชั่วโมงที่ 48 ของ

การหมักแตกต่างจากสูตรที่ไม่ใช้สารประกอบ
ฟอสเฟต และสูตรที่ใช้สารโซเดียมแอซิดไฟโร-
ฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$
(ตารางที่ 6)

Table 6 Colour values (L^* a^* b^*) during 48 hours of Nham fermentation
using different phosphate compounds.

Treatment	Fermentation time (hours)				
	0	12	18	24	48
L^* value					
1	59.88 ± 0.24^a	52.42 ± 0.35^a	53.81 ± 0.25^a	55.48 ± 0.18^a	55.81 ± 0.31^a
2	58.52 ± 0.32^b	52.97 ± 0.32^b	54.62 ± 0.28^b	58.40 ± 0.41^b	65.00 ± 0.36^b
3	53.88 ± 0.18^c	58.50 ± 0.26^c	63.28 ± 0.35^c	54.49 ± 0.31^c	55.97 ± 0.33^a
4	58.85 ± 0.26^b	61.03 ± 0.18^d	54.08 ± 0.18^a	65.89 ± 0.12^a	57.20 ± 0.26^c
a^* value					
1	5.47 ± 0.10^a	13.97 ± 0.36^a	18.11 ± 0.28	12.40 ± 0.28^a	12.68 ± 0.23^a
2	7.15 ± 0.11^b	13.21 ± 0.09^a	13.20 ± 0.21	12.87 ± 0.08^b	13.98 ± 0.20^b
3	8.03 ± 0.16^c	11.01 ± 0.14^b	13.32 ± 0.33	12.59 ± 0.08^{ab}	13.76 ± 0.08^b
4	6.83 ± 0.06^d	10.64 ± 0.16^c	12.96 ± 0.24	12.37 ± 0.10^a	12.66 ± 0.19^a
b^* value					
1	18.54 ± 0.18^a	9.50 ± 0.26^a	9.16 ± 0.18^a	9.67 ± 0.19^a	10.28 ± 0.17^a
2	15.51 ± 0.84^b	8.42 ± 0.12^a	9.19 ± 0.15^a	8.86 ± 0.10^b	7.91 ± 0.15^b
3	11.27 ± 0.48^c	13.42 ± 0.08^b	8.61 ± 0.81^b	9.35 ± 0.18^c	8.11 ± 0.64^b
4	14.87 ± 0.21^d	14.88 ± 0.28^c	9.99 ± 0.05^c	9.76 ± 0.09^a	9.05 ± 0.18^c

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

การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง
ของแหนมที่ใช้สารประกอบฟอสเฟตแตกต่างกัน
ในสูตรการผลิตในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมัก
โดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ที่
อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าในระหว่างการ

หมักคือในช่วง 0-24 ชั่วโมงของการหมัก (ตาราง
ที่ 7) ความเป็นกรดเป็นด่างของทุกสิ่งทดลองมี
ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
 $P < 0.05$ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสิ่งทดลองที่
1 (ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟต)จะต่ำที่สุด รองลง

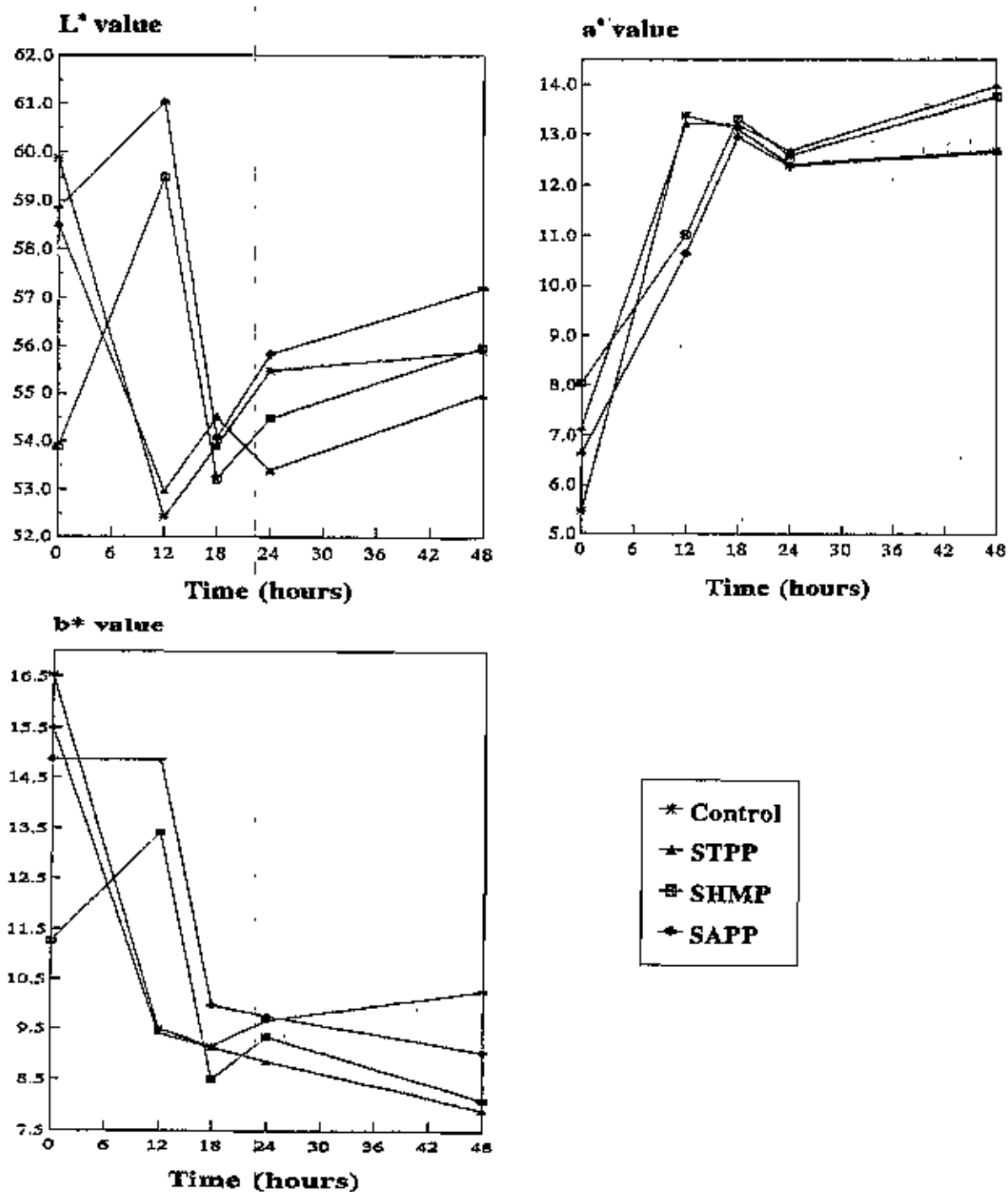


Fig. 2 Colour values (L^* , a^* , b^*) changes during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds. (STPP = Sodium tripolyphosphate; SHMP = Sodium hexametaphosphate; SAPP = Sodium acid pyrophosphate)

มา คือ สิ่งทดลองที่ 2 (ใช้โซเดียมไตรฟอสเฟต) สิ่งทดลองที่ 4 (ใช้โซเดียมแอซิดไทรฟอสเฟต) และสิ่งทดลองที่ 3 (ใช้โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต) ตามลำดับ แต่เมื่อถึงชั่วโมงที่ 48 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของทุกสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ จะเห็น ได้ชัดว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟต จะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตในช่วง 12-24 ชั่วโมงของการหมัก อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการหมักค่าความเป็นกรดเป็นด่างของทุกสิ่งทดลองไม่ต่างกัน จึงอาจกล่าวได้ว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟต ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์หมักที่ผลิตเสร็จแล้ว

ส่วนการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดทั้งหมด (Total acidity) คิดเทียบกรดแลคติก

การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมักโคกไร่เทคโนโลยีชีวภาพเริ่มต้นหมัก
อ. ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อการหมักหมัก

ในระหว่างการหมักหมักนั้น พบว่า ในช่วงแรกของการหมัก ค่าความเป็นกรดทั้งหมดของหมักของทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ส่วนในชั่วโมงที่ 18 และ 24 ค่าความเป็นกรดทั้งหมดของสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (ตารางที่ 7) และเมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 48 ชั่วโมง สิ่งทดลองที่ 4 (ใช้แอซิดไทรฟอสเฟต) มีค่าความเป็นกรดทั้งหมดสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ กล่าวคือมีค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกได้ร้อยละ 1.06 ± 0.03 และพบว่าการใช้โซเดียมไตรฟอสเฟต จะได้ค่าความเป็นกรดทั้งหมดรองลงมาไม่แตกต่างจากการไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟต (ร้อยละ $0.94-0.96$) (ตารางที่ 7)

Table 7 pH and acidity (%) changes during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds.

Treatment	Fermentation time (hours)				
	0	12	18	24	48
pH					
1	6.25 ± 0.07^a	5.04 ± 0.02^a	4.72 ± 0.08^a	4.33 ± 0.01^a	4.40 ± 0.05
2	6.44 ± 0.01^b	5.21 ± 0.02^b	4.96 ± 0.08^b	4.58 ± 0.02^b	4.42 ± 0.03
3	6.29 ± 0.01^a	5.72 ± 0.03^c	5.11 ± 0.01^c	4.73 ± 0.01^c	4.41 ± 0.06
4	6.08 ± 0.02^c	5.61 ± 0.02^d	5.06 ± 0.02^d	4.62 ± 0.02^d	4.35 ± 0.05
Acidity					
1	0.37 ± 0.01	0.64 ± 0.01	0.78 ± 0.01^a	0.76 ± 0.01^a	0.94 ± 0.01^a
2	0.42 ± 0.08	0.62 ± 0.01	0.71 ± 0.01^b	0.84 ± 0.02^b	0.96 ± 0.02^a
3	0.35 ± 0.01	0.60 ± 0.02	0.66 ± 0.01^b	0.73 ± 0.01^a	0.84 ± 0.01^b
4	0.48 ± 0.08	0.60 ± 0.02	0.58 ± 0.08^c	0.64 ± 0.04^b	1.06 ± 0.08^c

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

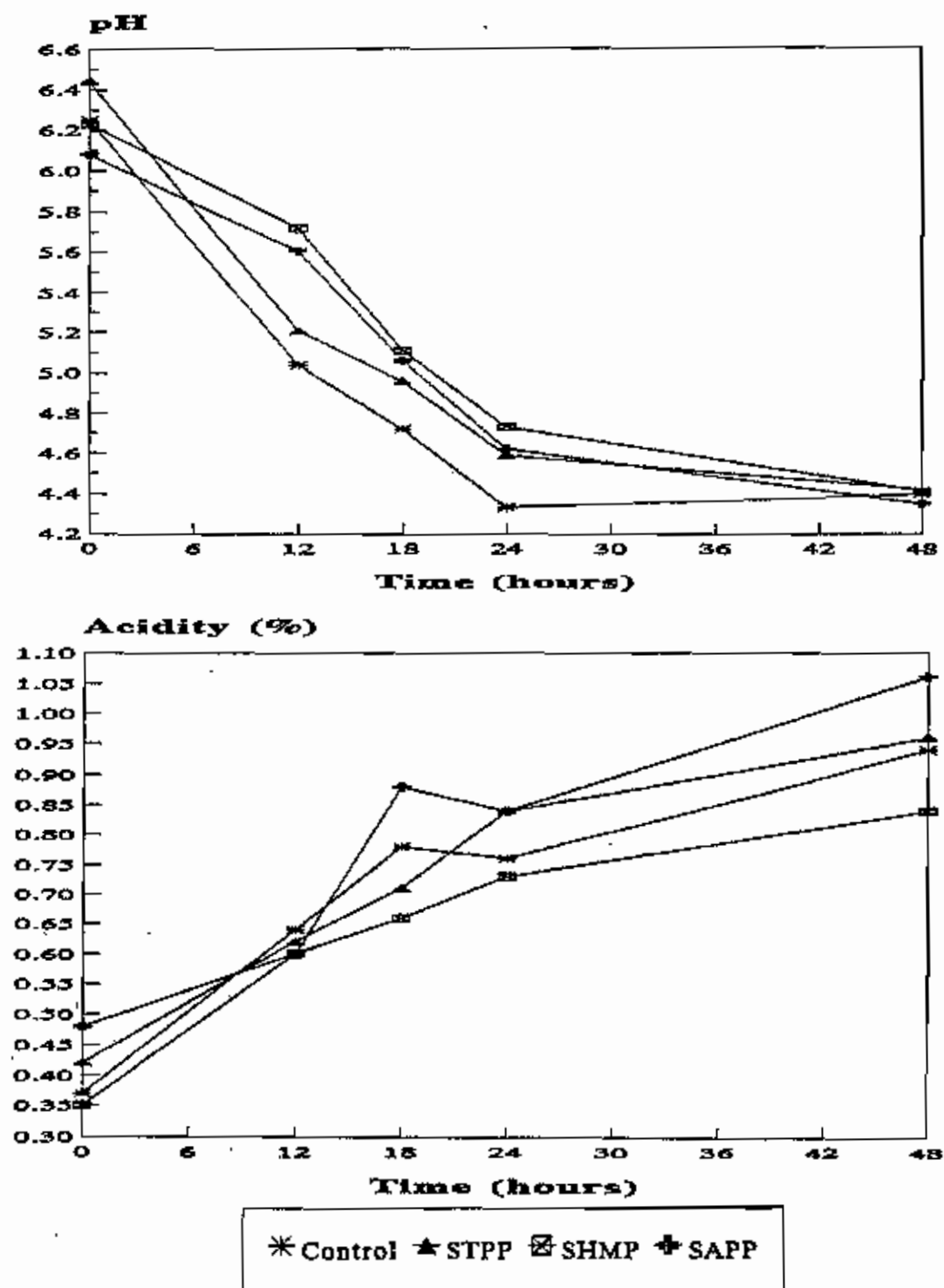


Fig. 3 pH and acidity changes during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds. (STPP = Sodium tripolyphosphate; SHMP = Sodium hexametaphosphate; SAPP = Sodium acid pyrophosphate)

ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อเชื้อ *Enterobacteriaceae* นั้นปรากฏว่าหลังจากเสร็จสิ้นการผลิตพบว่าปริมาณเชื้อดังกล่าวมีค่าเท่ากับ Log 4.17-5.83 และมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการหมัก 48 ชั่วโมงโดยเฉพาะสูตรแทนที่มีการใช้ โซเดียมแอซิไดไฟโรฟอสเฟตโดยสามารถลดลงมาได้ประมาณ 1.5 Log cycle สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสารประกอบ ดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็นกรดจะมีผลต่อการหยุดยั้งเชืดังกล่าวร่วมกับกรดที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมที่ใช้ในกระบวนการ ในขณะที่สูตรแทนที่ไม่มีการใช้สารประกอบฟอสเฟตเลยก็มีแนวโน้มการลดลงเช่นกัน แต่สามารถลดจำนวนเชื้อดังกล่าวได้ประมาณ 1 Log cycle (ภาพที่ 4) และเป็นที่น่าสังเกตว่าสูตรแทนที่มีการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะมีปริมาณเชื้อดังกล่าวเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 12 ของการหมักและจะลดลงเรื่อยๆ หลังจากนั้น โดยในชั่วโมงที่ 48 สามารถตรวจพบเชื้อดังกล่าวในปริมาณ Log 3.87±0.01 ในทำนองเดียวกันสูตรของแทนที่ใช้ โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟตก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกับสูตรแทนที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต และสามารถตรวจพบเชื้อดังกล่าวในปริมาณ Log 2.97±0.10 ในชั่วโมงที่ 48 ของการหมัก (ภาพที่ 4)

จากการพิจารณาปริมาณเชื้อ *Enterobacteriaceae* ในแต่ละช่วงเวลาของแทนสูตรต่างๆ ปรากฏว่าหลังจากเสร็จสิ้นการผลิตสูตรแทนที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตเลยจะมีปริมาณเชื้อดังกล่าวสูงกว่าสูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะสารประกอบฟอสเฟตที่ใช้มีผลในเบื้องต้นต่อการทำลายเชื้อดังกล่าวได้ทันที และพบว่าการใช้โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟตในสูตรของแทน จะทำให้เชื้อ

ดังกล่าวมีจำนวนที่น้อยกว่าการใช้โซเดียมไตรโพลี ฟอสเฟต หรือโซเดียมแอซิไดไฟโรฟอสเฟต หลังจากเสร็จสิ้นการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ นอกจากนี้ในแต่ละช่วงเวลาของการหมักตลอด 48 ชั่วโมงปริมาณเชื้อดังกล่าวมีแนวโน้ม ที่ลดลง และมีปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ในแต่ละช่วงเวลา โดยเฉพาะ ชั่วโมงที่ 12 สูตรแทนที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะมีปริมาณเชื้อดังกล่าวสูงกว่าสูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ต่อมา ชั่วโมงที่ 18-24 สูตรแทนที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตหรือ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะมีปริมาณเชื้อที่สูงกว่าอีกสองสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ โดยเฉพาะที่ 24 ชั่วโมงสูตรที่ใช้โซเดียมแอซิไดไฟโรฟอสเฟต จะมีปริมาณเชื้อดังกล่าวต่ำที่สุด (ตารางที่ 8) อย่างไรก็ตาม ในชั่วโมงที่ 48 ของการหมักปริมาณเชื้อ *Enterobacteriaceae* ในสูตรที่ไม่เติมสารประกอบฟอสเฟตจะมีจำนวนสูงกว่าสูตรแทนที่ใช้สารประกอบฟอสเฟตอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และพบว่าสูตรที่ใช้โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟตจะมีปริมาณเชื่อน้อย ที่สุด (Log 2.97±0.10) และถ้ามีการใช้โซเดียมแอซิไดไฟโรฟอสเฟต หรือโซเดียมไตรโพลี ฟอสเฟตจะตรวจพบเชื้อดังกล่าวในปริมาณ Log 3.06±0.58 และ Log 3.87±0.01 ตามลำดับ

ในกรณีผลของฟอสเฟตต่อเชื้อ *S. aureus* ในผลิตภัณฑ์แทนนั้นปรากฏว่าในเบื้องต้นของการผลิตตรวจพบเชื้อดังกล่าวในปริมาณ Log 1.39-1.78 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในสูตรที่ไม่เติมฟอสเฟตในชั่วโมงที่ 12-18 เช่นเดียวกับสูตรที่ใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต ส่วนอีกสองสูตรที่เหลือจะมีแนวโน้มการลดลงของเชื้อดังกล่าว

แต่อย่างไรก็ตามปรากฏว่าหลังจาก 18 ชั่วโมงของการหมักไม่สามารถตรวจพบเชื้อ *S. aureus* ในสูตรหมกหมกสูตร (ภาพที่ 4) นอกจากนี้ยังพบว่าสูตรหมกหมกที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตในสูตรจะพบปริมาณเชื้อดังกล่าวสูงกว่าสูตรหมกหมกที่มีการ

ใช้สารประกอบฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ โดยเฉพาะในสูตรที่ใช้โซเดียม-แอซิดไฟโรฟอสเฟตจะมีปริมาณเชื้อต่ำสุด (ตารางที่ 9)

Table 8 Enterobacteriaceae (Log N) during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds.

Treatment	Fermentation time (hours)				
	0	12	18	24	48
1	5.83±0.08 ^a	5.88±0.03 ^a	5.52±0.05 ^a	4.87±0.04 ^a	4.90±0.02 ^a
2	4.98±0.0 ^b	6.26±0.01 ^b	5.89±0.04 ^a	5.00±0.11 ^a	3.87±0.01 ^b
3	4.17±0.18 ^c	4.50±0.12 ^c	3.91±0.09 ^b	3.72±0.08 ^b	2.97±0.10 ^c
4	4.85±0.18 ^b	3.94±0.13 ^d	3.88±0.32 ^b	3.29±0.02 ^c	3.06±0.55 ^c

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

Table 9 *S. aureus* (Log N) during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds.

Treatment	Fermentation time				
	0	12	18	24	48
1	1.54±0.09	2.20±0.04 ^a	2.44±0.11 ^a	0	0
2	1.89±0.55	1.98±0.19 ^a	1.99±0.12 ^b	0	0
3	1.74±0.06	1.31±0.02 ^b	1.59±0.16 ^b	0	0
4	1.78±0.01	1.74±0.06 ^c	1.15±0.21 ^c	0	0

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

การศึกษากิจกรรมการหมักโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพในระดับชุมชน
 8. ผลของสารประกอบฟอสเฟตต่อการหมัก

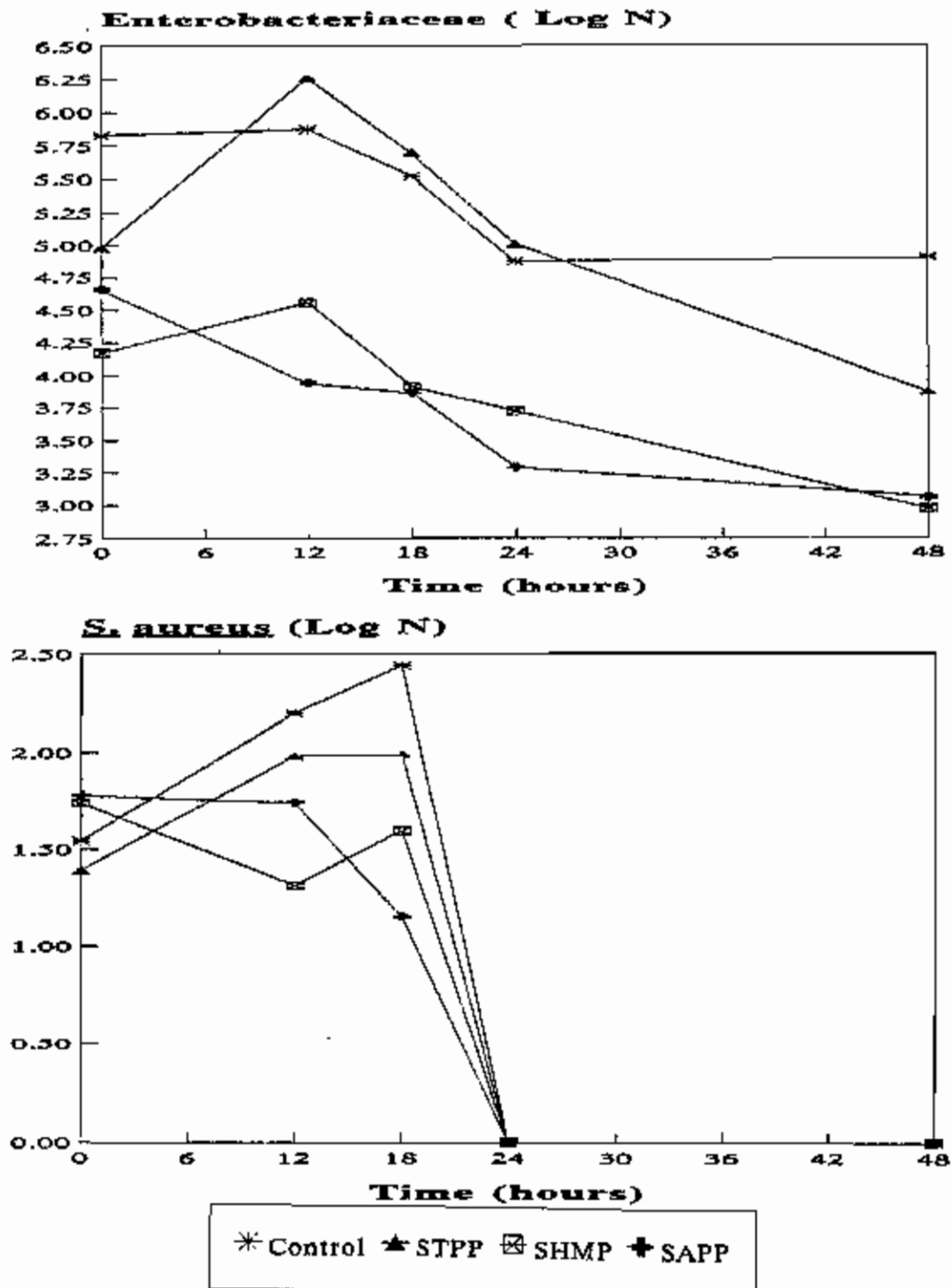


Fig. 4 Enterobacteriaceae and *S. aureus* changes during 48 hours of Nham fermentation using different phosphate compounds. (STPP = Sodium tripolyphosphate; SHMP = Sodium hexametaphosphate; SAPP = Sodium acid pyrophosphate)

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหมนที่ใช้สารประกอบฟอสเฟตชนิดต่างกัน พบว่า ลักษณะส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์แหมนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) ดังนี้

ลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์แหมน (Colour) สิ่งทดลองที่ใช้โซเดียมไตรฟอสเฟต มีลักษณะสีที่ปรากฏที่ใกล้เคียงกับ ideal ที่สุด คือ มีค่า mean ideal ratio score เท่ากับ 0.99 แต่ก็ไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองที่ 1 และ 3 (มีค่า mean ideal ratio score เท่ากับ 0.98 และ 1.17 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ส่วนสิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งใช้โซเดียมแอสซิไคไทรฟอสเฟต มีลักษณะสีที่ปรากฏที่ห่างจาก ideal มากที่สุด คือ มีค่า mean ideal ratio score เท่ากับ 1.24 โดยมีสีค่อนข้างดำ (ตารางที่ 10) .

ลักษณะความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ (Firmness) สิ่งทดลองที่ใช้โซเดียมไตรฟอสเฟต มีลักษณะความแน่นเนื้อที่ใกล้เคียงกับ ideal ที่สุดคือ มีค่า mean ideal ratio score เท่ากับ 0.95 รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ 4 และ 3 ซึ่งมีค่า mean ideal ratio score เท่ากับ 0.92 และ 0.91 ตามลำดับ ส่วนสิ่งทดลองที่ 1 ซึ่งไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตใด ๆ มีค่า mean ideal ratio score ของลักษณะความแน่นเนื้อต่ำที่สุดคือ 0.77 ต่ำกว่า

สิ่งทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ (ตารางที่ 10)

ลักษณะความฉ่ำเนื้อของผลิตภัณฑ์ (Juiciness) ทุกสิ่งทดลองมีค่า mean ideal ratio score ใกล้เคียงกับ ideal และ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยมีค่า mean ideal ratio score อยู่ระหว่าง 0.97-1.06 (ตารางที่ 10)

ความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ (Sourness) ทุกสิ่งทดลองมีค่า mean ideal ratio score ใกล้เคียงกับ ideal และ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยมีค่า mean ideal ratio score อยู่ระหว่าง 0.94-1.06 (ตารางที่ 10)

การยอมรับรวมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (Overall acceptability) ทุกสิ่งทดลองมีคะแนนการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยสิ่งทดลองที่ 2 ซึ่งใช้โซเดียมไตรฟอสเฟต จะมีการยอมรับที่สูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ โดยมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด คือ 0.78 รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ 3 และ 4 ซึ่งได้คะแนนเท่ากัน คือ 0.77 ส่วนสิ่งทดลองที่ 1 ซึ่งไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตใด ๆ ได้คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 0.68 (ตารางที่ 10)

Table 10 Mean ideal ratio score of Nham after 48 hours of fermentation with different phosphate compounds.

Treatment	Colour	Firmness	Juiciness	Sourness	Overall acceptability
1	1.17±0.16 ^{ab}	0.77±0.06 ^a	1.06±0.28	0.94±0.14	0.68±0.12
2	0.99±0.18 ^a	0.95±0.10 ^b	1.05±0.33	1.06±0.12	0.78±0.12
3	0.98±0.20 ^a	0.91±0.12 ^b	0.99±0.30	1.06±0.17	0.77±0.10
4	1.24±0.08 ^b	0.92±0.13 ^b	0.97±0.31	1.00±0.13	0.77±0.08

* mean ± standard deviation (1) control; (2) Sodium tripolyphosphate; (3) Sodium hexa metaphosphate; (4) Sodium acid pyrophosphate

1 use 10 general pencils

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

3 ideal ratio score for ideal product is 1.00

สรุปผลการทดลอง

การใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมในการผลิตแฮม โดยใช้สารประกอบฟอสเฟตในสูตรการผลิตมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านกายภาพโดยเฉพาะการสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ค่าแรงกด และแรงเหวี่ยงของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนค่าที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า ในภาพรวมการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตจะทำให้คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์แฮมดีขึ้นกว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟตประเภทอื่นๆ ยกเว้นในเรื่องการสูญเสียน้ำหนัก ถ้าหากใช้โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟตจะทำให้การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามการใช้ สารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์ จะทำให้มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้นในระหว่างการหมัก ยกเว้นถ้าหากมีการใช้โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต จะมีแนวโน้มการลดลงของความเป็นกรดเป็นด่างในระหว่างการ

หมักแฮมด้วยผลดังกล่าวทำให้ตรวจพบปริมาณเชื้อ Enterobacteriaceae และ *S. aureus* ก่อนข้างต่ำในผลิตภัณฑ์ และพบว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟตในสูตรการผลิตแฮม จะมีผลต่อการทำลายเชื้อดังกล่าวทั้งสองประเภทได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้สารประกอบฟอสเฟตในสูตรการผลิต นอกจากนี้การใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตในสูตรแฮม จะมีการยอมรับของผลิตภัณฑ์ทางด้านประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับค่า Ideal product ในด้านสีที่ปรากฏ และความแน่นเนื้อ ตลอดจนการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ก็สูงกว่าทุกสูตรที่ทำการทดลอง ส่วนการใช้โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟตในสูตรการผลิตมีผลทางด้านประสาทสัมผัสที่ดีเช่นกัน ยกเว้นในเรื่องสีชมพูแดงที่ปรากฏที่มีค่าค่อนข้างต่ำเกินไป

ดังนั้นจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดโดยรวมพอสรุปได้ว่าการใช้สารประกอบฟอสเฟตจะมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดีขึ้น และสามารถ

เลือกใช้สารประกอบฟอสเฟตประเภทโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตในสูตรการผลิตซึ่งจะทำให้คุณภาพโดยรวมดีขึ้น นอกจากนี้อาจจะเลือกใช้โซเดียมแอซิไดไฟโรฟอสเฟตได้เช่นกัน แต่มีลักษณะโดยรวมดีกว่าการใช้โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนการวิจัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ลักษณะ รุ่งระไกรกานต์. (2533). เทคโนโลยีอาหารเนื้อ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ไพโรจน์ วิริยาริ. ลักษณะ รุ่งระไกรกานต์, และ ปานจิตต์ ฤกษ์วุฒิ. (2536). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมโดยใช้เทคโนโลยีเย็บรัดสุหรีเริ่มต้นผสม 2. ผลของข้าวขึ้นและข้าวเหนียวต่อการผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์. วารสารเกษตร. 9(1): 61-74.
- ไพโรจน์ วิริยาริ. (2535). การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนากลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. (1984). Official Methods of Analysis. (13th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Hellendoorn, B. W. (1962). Water binding capacity of meat as affected by phosphates. I. Influence of sodium chloride and phosphates on the water retention of comminuted meat at various pH values. Food Technol., 19(9):119
- Instron Corporation, (1993). Instron Series 5500 Load Frames and Instron Merlin Software. Canton, Massachusetts.
- Kiss, I. (1984). Testing Methods in Food Microbiology. Elsevier, Amsterdam-Oxford.
- Minolta Camera Co., Ltd. (1991). Chroma Meter CR-310 Instruction Manual Chuo-Ku, Osaka Japan.
- Nielsen, H.J.S. and P. Zeuthen, (1983). Influence of phosphate and glucose addition on some important spoilage bacteria in vacuum packaged bologna-type sausage. J. Food Protect, 46:1078
- Pearson, D. (1976). The Chemical Analysis of Foods. Churchill Livingstone. London and New York.
- Puolanne, E.J. and R.N. Terrell, (1983). Effects of rigor-state, levels of salt and sodium tripolyphosphate on physical, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. J. Food Sci., 48:1036-1047
- Shultz, G. W. D.R. Russel, and E. Wierbicki, (1972). Effect of condensed phosphates on pH, swelling and water-holding capacity of beef. J. Food Sci., 37:860
- Sofos, J. N. (1985). Influence of sodium tripolyphosphate on binding and antimicrobial properties of reduced NaCl comminuted meat products. J. Food Sci., 50:1379-1383
- Speck, M.L. (1976). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 2nd edition, American Public Health Association, Washington, D.C.
- Trout, G.R. and G.R. Schmit, (1984). The effect of

phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in beef roll. J. Food Sci., 49 : 687

Wagner, M.K. and F.F. Busta, (1983). Effects of sodium acid pyrophosphate in combination with sodium nitrite or sodium nitrite/potassium sorbate on *Clostridium botulinum* growth and toxin production in beef/pork frankfurter emulsion. J. Food Sci., 48:990-993

Walonick, D.S. (1987). Stat-Packets. Walonick Associates Inc., Minneapolis, MN.

Wiriyacharee, P. (1990). The Systematic Development

การพัฒนาศักยภาพแฮมโดยให้เทคโนโลยีที่เริ่มด้วยส่วนผสม
๑. ผลของการประกอบฟอสเฟตต่อการผลิตแฮม

of a Controlled Fermentation Process Using Mixed Bacterial Starter Cultures for Nham, a Thai Semi-dry Sausage. Ph.D. Thesis in Product 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: Industrial Applications Conference, Massey University, Palmerston North, New Zealand,