



การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์ เริ่มต้นผสม

7. การพัฒนาสีชมพูแดงในผลิตภัณฑ์

Nham Product Development Using Mixed Bacterial Starter Cultures

7. Red-pink Colour Development in Product

ไพโรจน์ วิริยচারี^{1/} ลักขณา รุจนะไกรฤกษ์^{2/} สุทธยา บุญชนอม^{3/}
วิวรรณ วรรณนิจวิทยา^{1/} และ อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล^{1/}
*Parote Wiriyaچاره^{1/}, Lakkana Rujanakraikarn^{2/} Sutaya Boonthanom^{3/},
Wiwat Wattanachariya^{1/} and Issaraphong Phongsirikul^{1/}*

ABSTRACT : Nham colour development can be measured by instrument which is alternatively better than used of consumer testing. For this study therefore chroma meter CR-310 was used for Nham colour measurement. Sodium nitrate and/or sodium nitrite were used together with/without nitrate reducing bacteria as experiment units for investigation of Nham color development. It was found that the used of 500 ppm of sodium nitrate and 200 ppm of sodium nitrite with *L. plantarum* (10^3 cfu/g), *P. cerevisiae* (10^6 cfu/g) and *M. varians* (10^3 cfu/g) in

^{1/} ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^{1/} Product Development Technology Department, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

^{2/} ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

^{2/} Food Science and Technology Department, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

^{3/} ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

^{3/} Food Technology Department, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330

the formulation caused significantly the bright red pink colour development with higher rate and better than other samples significantly ($P<0.05$). The bright red pink colour was that hue a^* (12.6549 ± 0.3900 to 15.1042 ± 0.2725) chroma b^* (9.2959 ± 0.4190 to 9.8717 ± 0.2768) and value L^* (53.9161 ± 0.9858 to 56.0426 ± 0.3142).

บทคัดย่อ : การพัฒนาสีชมพูแดงของผลิตภัณฑ์ขนมสามารถวัดค่าได้ด้วยเครื่องมือ ซึ่งเป็นหนทางหนึ่งที่จะให้ผลที่ค่อนข้างดีกว่าการใช้ผู้ทดสอบชิมประเมิน ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงใช้เครื่องมือวัดสี Chroma meter CR-310 มาวัดการพัฒนาสีปรากฏของผลิตภัณฑ์ โดยทำการศึกษาสูตรการผลิตขนม โดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบิวรีทูสเริ่มต้นผสมที่มีการใช้ไขมันในเนย และ/หรือไขมันในโยเกิร์ตร่วมกับการเติม หรือไม่เติมเชื้อแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ได้ จากการทดลองพบว่าการใช้ไขมันในเนย 500 ppm และไขมันในโยเกิร์ต 200 ppm ร่วมกับเชื้อ *L. plantarum* 10^3 cfu/g, *P. cerevisiae* 10^6 cfu/g และ *M. varians* 10^3 cfu/g ในสูตรการผลิต จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการพัฒนาสีชมพูแดงที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่รวดเร็วดีกว่าตัวอย่างอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ กล่าวคือ มีสีปรากฏของผลิตภัณฑ์เป็นสี bright red pink colour กล่าวคือ มีค่า hue (a^*) เท่ากับ 12.6549 ± 0.3900 กับ 15.1042 ± 0.2725 มีค่า chroma (b^*) เท่ากับ 9.2959 ± 0.4190 กับ 9.8717 ± 0.2768 และมีค่า value (L^*) เท่ากับ 53.9161 ± 0.9858 กับ 56.0426 ± 0.3142

Index words : ขนม การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนม Nham, Mham Product development

คำนำ

ผลิตภัณฑ์ขนมเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหมักที่มีสีชมพูแดง ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคส่วนมากมักจะสังเกตดูสีของผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจซื้อ นอกจากนี้ลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ยังเป็นดัชนีในการบ่งบอกถึงว่าการหมักเพียงพอหรือยัง ตลอดจนสามารถบ่งชี้ ถึงการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

การเกิดสีชมพูแดงในผลิตภัณฑ์ขนมเกิดเนื่องจากไมโอโกลบิน (myoglobin) ถูกออกซิไดซ์เป็นเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ซึ่งต่อมาถูกรีดิวส์เป็นไนโตรโซไมโอโกลบิน (nitrosomyoglobin) ในสภาพที่มีไนตริกออกไซด์ (nitric oxide) นอกจากนี้ไนโตร โซไมโอโกลบินอาจจะเปลี่ยนเป็นเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ในสภาพที่มีออกซิเจนทำให้เกิดการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลได้ (ภาพที่ 1) (Klettner and Baumgartner, 1980)

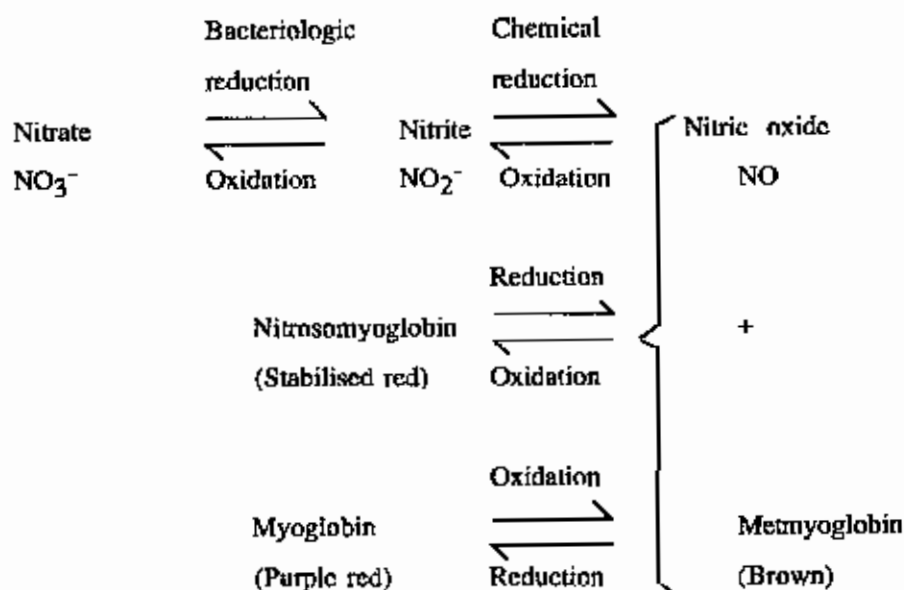


Fig. 1 Chemical changes involved in the development of coloring pigments in meat product

การพัฒนาสีชมพูแดงของແໜ່ນจะดีขึ้น และมีความคงตัว ขึ้นกับปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งควรมีปริมาณออกซิเจนต่ำสุด และความเป็นกรดเป็นค่าสวจะต่ำอย่างเพียงพอ สารประกอบไนเตรทจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ ได้ด้วยจุลินทรีย์ที่เป็นพวก denitrifying micrococci ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวมักเกิดที่มีความเป็นกรดเป็นค่าประมาณ 5.6 (Nurmi, 1966) ถ้าความเป็นกรดเป็นค่าต่ำเกินไปในช่วงต้นของการหมัก จุลินทรีย์พวก micrococci อาจถูกยับยั้ง ยังผลให้มีปริมาณไนเตรทเหลืออยู่มากในผลิตภัณฑ์ได้

การรีดิวส์สารประกอบไนไตรท์เป็นไนตริกออกไซด์ สามารถเร่งปฏิกิริยาดังกล่าวได้ด้วยการใช้ Ascorbic acid หรือ Sodium ascorbate หรือการปรับสภาพให้ความเป็นกรดเป็นค่าต่ำ และอุณหภูมิที่ใช้หมักที่สูง ต่อมาไนตริกออกไซด์จะรวมตัวกับเมทไมโอโกลบินเพื่อเปลี่ยนรูปเป็นไนตริกออกไซด์เมทไมโอโกลบิน (nitric oxide

metmyoglobin) ซึ่งต่อมาจะถูกรีดิวส์เป็นไนไตรท์ไมโอโกลบิน ได้สีชมพูแดงเฉพาะของผลิตภัณฑ์ແໜ່ນ

ดังนั้นการใช้ไนเตรท และไนไตรท์ร่วมกัน ในการพัฒนาสีของผลิตภัณฑ์ແໜ່ນจึงมีความสำคัญยิ่ง (ไฟโรจน์ และ คณะ, 2536) ไนไตรท์และเกลือแกงที่มีอยู่ในสูตรการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อจะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโทษ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Adams, 1986; Wood, 1985) ดังนั้นไนไตรท์จะมีบทบาทที่สำคัญต่อการพัฒนาสีและทำให้สีมีความคงตัว ในช่วงต้นของการหมัก ก่อนที่ระบบจะมีสภาพความเป็นกรดที่ต่ำเกินไป ซึ่งรายงานของ Deibel และคณะ (1961) รายงานว่ากิจกรรมของเชื้อในการเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรท์นั้นควรจะเกิดในระหว่าง 2-16 ชั่วโมงแรกของการหมัก ขณะที่การสร้างกรดโดยเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก

ได้จะเริ่มขึ้นหลังจาก 8-16 ชั่วโมง ซึ่งแสดงให้เห็นชัดเจนว่า เชื้อแบคทีเรียที่มีส่วนต่อการพัฒนาสีในผลิตภัณฑ์แทนมโคให้เทคโนโลยีชีวภาพที่เกิดขึ้นก่อนที่จะถูกยับยั้งเนื่องจากสิ่งแวดล้อมที่เป็นกรดมากขึ้น ดังนั้น การใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อเพิ่มคุณค่าแทนมโคให้เทคโนโลยีชีวภาพจึงนับว่ามีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จต่อการพัฒนาสีและลักษณะปรากฏอื่น ๆ ที่สีของผลิตภัณฑ์แทนมโคให้เทคโนโลยีชีวภาพ การใช้เชื้อแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ ร่วมกับการใช้เชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกได้จะเป็นการกระตุ้นให้มีการพัฒนาสีให้เร็วขึ้นเนื่องจากแทนมโคที่มีสภาพกรดมากขึ้น ไนไตรท์จะถูกเปลี่ยนเป็นไนคริกออกไซด์ ซึ่งจะรวมตัวกับรงควัตถุในเนื้อไมโอโกลบินและเปลี่ยนเป็นสีชมพูแดงของไนโตรโซไมโอโกลบินในเวลาต่อมา (Wiriyacharee, 1990)

ในการวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสีของแทนมโคให้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีความผันแปรในปริมาณไนเตรท และไนไตรท์ รวมทั้งผลของไนเตรทและไนไตรท์ร่วมกับเชื้อที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ *Micrococcus varians* ต่อลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะใช้วิธีการวัดสีจากเครื่องวัดสี (ในค่า L*, a*, b* system expressed as value, hue, chroma ตามลำดับ) เพื่อต้องการทราบในรายละเอียดของการพัฒนาสีของผลิตภัณฑ์แทนมโคให้เทคโนโลยีชีวภาพ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลอง การวิจัยครั้งนี้ได้มีการวางแผนการทดลอง 2 แบบดังนี้

1. การทดลองที่ 1 การวางแผนการทดลอง 2² Factorial design โดยมีสารประกอบโซเดียม-

ไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์เป็นปัจจัยหลักในการศึกษา ดังนี้

ปัจจัย A = โซเดียมไนเตรท (Sodium nitrate ; NaNO_3)

a₁ = 500 ppm (ระดับสูง)

a₂ = 200 ppm (ระดับต่ำ)

ปัจจัย B = โซเดียมไนไตรท์ (Sodium nitrite ; NaNO_2)

b₁ = 200 ppm (ระดับสูง)

b₂ = 100 ppm (ระดับต่ำ)

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

Table 1 2² 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	
		NaNO_3 (ppm)	NaNO_2 (ppm)
	+	500	200
	0	350	150
	-	200	100
(1)	-	-	-
a	+	-	-
b	-	-	+
ab	+	+	+
CP ₁	0	0	0
CP ₂	0	0	0

a = NaNO_3 ; b = NaNO_2 ; (1) = control ;

CP = centerpoint

2. การทดลองที่ 2 การวางแผนการทดลอง โดยแบ่งสิ่งทดลองออกเป็น 6 สิ่งทดลองใน 2 สิ่งทดลองแรกจะใช้เฉพาะ *โชมเนียมไนเตรท* เท่านั้น โดยสิ่งทดลองแรกจะให้เชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรด แลกติกได้ร่วมกับ *Micrococcus varians* สิ่งทดลองที่สองจะไม่ใช้เชื้อ *Micrococcus varians* ร่วมกันเชื้อที่สร้างกรดแลกติกได้ อย่างไรก็ตาม สิ่งทดลองที่ 3 และ 4 จะใช้เฉพาะ *โชมเนียมไนเตรท* เท่านั้น โดยแยกเป็นสิ่งทดลองทั้งสองในด้านการ ใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมเช่นเดียวกับสิ่งทดลอง ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ นอกจากนี้สิ่งทดลอง ที่ 5 และ 6 จะใช้ทั้ง *โชมเนียมไนเตรท* และ *โชมเนียมไนไตรท์* ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์ เริ่มต้นผสมเช่นเดียวกับสิ่งทดลองที่ 1, 3 และ 2, 4 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

Table 2 Sodium nitrate, sodium nitrite and *Micrococcus varians* for this experiment.

Treatment	NaNO ₃ (ppm)	NaNO ₂ (ppm)	Starter cultures
1	500	0	LP, PC, MV
2	500	0	LP, PC
3	0	200	LP, PC, MV
4	0	200	LP, PC
5	500	200	LP, PC, MV
6	500	200	LP, PC

LP = *Lactobacillus plantarum* (10^3 cfu/g)

PC = *Pediococcus cerevisiae* (10^6 cfu/g)

MV = *Micrococcus varians* (10^3 cfu/g)

กระบวนการผลิตแฮมโดยใช้เทคโนโลยี เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

นำหมูเนื้อแดงมาละลายเอามันออกล้าง และ ทำให้สะเด็ดน้ำ เช็ดให้แห้งโดยใช้ผ้าสะอาดนำมา บดด้วยเครื่องบดเนื้อ นำไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ ประมาณ 5 องศาเซลเซียส ส่วนหนังหมูนำมา ละลายเอาส่วนมันออกให้มากที่สุด นำมาต้มและ หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 0.1 x 2-4 เซนติเมตร เก็บไว้ในตู้เย็นเช่นกัน ทำการเตรียมกระเทียมสด บดละเอียด พริกไทยป่น พริกขี้หนูบดละเอียด ข้าวเหนียว และข้าวเจ้าบดละเอียด กลูโคส เกลือ-แกง โชมเนียมไนไตรท์ฟอสเฟต โชมเนียมไนไตรท์ โชมเนียมไนเตรท (มีจำหน่ายที่ศึกษา) โชมเนียมไนเตรท (มีจำหน่ายที่ศึกษา) และผงชูรส โดยเตรียมในสัดส่วน ดังแสดงในตาราง 1 และ 3 (การทดลองที่ 1) และ 2 และ 3 (การทดลองที่ 2)

ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ด้วยเครื่องผสมที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที ประมาณ 1 นาที จึงเติมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ที่เตรียมขึ้นในสัดส่วนดังตารางที่ 3 (การทดลองที่ 1) และตารางที่ 2 และ 3 (การทดลองที่ 2) โดยการ ทดลองที่ 2 จะทำการผันแปรในส่วนของ *Micrococcus varians* (ตารางที่ 2) ผสมเข้าด้วยกันใน เครื่องผสมความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ประมาณ 2 นาที นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในเครื่อง staffer และอัดเข้าสู่ถุงพลาสติกกรุบทรงกระบอกเส้นผ่า ศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร นำหนักต่อแท่งประมาณ 100 กรัม รัดปลายหัวท้ายให้แน่นด้วย clips เหล็ก เก็บในที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

Table 3 Ingredients and quantity for Nham production made with mixed bacterial starter cultures (NaNO_3 , NaNO_2 and *Micrococcus varians* as the main studied factors).

Ingredients	Quantity
Meat system :	
Ground lean meat (%)	60
Sliced pork skin (%)	40
Curing agent :	
	% of meat system
Sodium chloride (NaCl)	3
Sodium nitrate (NaNO_3) ¹	0-0.05
Sodium nitrite (NaNO_2) ¹	0-0.01
Sodium tripolyphosphate ($\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$)	0.3
Sodium erythorbate	0.05
Starter cultures :	
	cfu/g of meat system
<i>Lactobacillus plantarum</i>	10^3
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	10^5
<i>Micrococcus varians</i> ²	10^3
Carbohydrate source :	
	% of meat system
Glucose	0.5
Sticky rice	1
Cracked rice	3
Seasonings :	
	% of meat system
Mixed garlic	4
White pepper powder	0.05
Mixed bird chili	1
MSG	0.2

1. Factors for study in experiment 1 and 2

2. Factors for study in experiment 2

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นผสม
7. การพัฒนาฮามปรุงเองในผลิตภัณฑ์

การเตรียมเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

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

ก่อนที่จะนำเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นดังกล่าวไปใช้ในกระบวนการผลิตสิ่งที่จำเป็นต้องกระทำคือ การตรวจนับจำนวนเชื้อดังกล่าวเพื่อต้องการทราบจำนวน และสามารถนำไปคำนวณว่าควรจะต้องเติมลงไปในระบบเท่าใดจึงจะเป็นไปตามสัดส่วนที่ต้องการ โดยเชื้อที่สามารถสร้างกรดแลคติกได้จะถูกตรวจนับในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar ส่วนเชื้อที่สามารถรีดิวส์ในเครทไปเป็นไนไตรท์ได้จะถูกตรวจนับในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI agar เมื่อทราบจำนวนคิดเป็น cfu/ml แล้วจะนำมาคำนวณดังนี้

ตัวอย่างแฮมต้องการ *P. cerevisiae* 10^6 cfu/g ดังนั้น 1 กิโลกรัมของแฮม ต้องการเชื้อถึง 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 เป็นต้น อย่างไรก็ตาม 0.1 ml ของ stock culture อาจคือการเติมและผสมผสานให้เข้ากันในกระบวนการ ดังนั้นจึงเติมน้ำกลั่นที่ผ่านเชื้อแล้วลงไปอีก 2 ml ก่อนเติมลงในกระบวนการผลิต

การวิเคราะห์คุณภาพของสีที่ปรากฏ

หลังเสร็จสิ้นการผลิตแหนมแล้ว ตัวอย่างแหนมจะถูกนำมาเก็บบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสในทุกสิ่งทดลอง และจะทำการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ลักษณะสีที่ปรากฏ (colour appearance) โดยใช้เครื่องวัดสี Chroma meter CR-310 (Minolta camera Co. Ltd, 1991) ในช่วง 0, 6, 12, 18, 24 และ 48 ชั่วโมง โดยทำการวัดค่า L^* , a^* , b^* system (expressed as value, hue, chroma ตามลำดับ)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองวัดสีที่ปรากฏจะนำมาวิเคราะห์ด้านสถิติ เช่น Analysis of variance และ Stepwise regression analysis โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Stat-Packets Package (Waltonick, 1987) ตลอดจนนำข้อมูลมาทำการสร้างกราฟประกอบการพิจารณาผลการทดลองเพื่อศึกษาผลของปัจจัยที่ศึกษาต่อลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการหมักแหนมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในเวลา 48 ชั่วโมง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองที่ 1

จากการทดลองผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธีเริ่มต้นผสมที่มีการผันแปรปริมาณโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ พบว่าเมื่อบรรจุแหนมในถุงพลาสติกเรียบร้อยแล้วปรากฏว่าหลังจาก 3 ชั่วโมงจะมีการเปลี่ยนสีของแหนมจากสีน้ำตาลอ่อนเป็นสีแดง ปรากฏว่าที่เวลา

เริ่มต้นหลังจากการเสร็จสิ้นการผลิตค่าของสีเมื่อเทียบกับแผ่นเทียบสีมาตรฐานแต่ละสิ่งทดลองจะมีค่าสีในช่วง 5 YR 7/4 ถึง 5 YR 7/6 คือมีสีเหลืองส้มน้ำตาลอ่อน และเมื่อเวลาผ่านไปการเปลี่ยนแปลงสีจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะสิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณโซเดียมไนเตรท 500 ppm และโซเดียมไนไตรท์ 200 ppm มีสีชมพูแดงหลังจาก 6 ชั่วโมงของการหมัก คือ มีค่าสีเป็น 5R 7/4 และคงมีสีชมพูจางลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลา 48 ชั่วโมงของการหมัก (วิริยารักษ์ และ ผู้ร่วมงาน, 2536)

จากการวัดสีด้วยการใช้เครื่องวัดสี Chroma meter CR-310 ในแหนมที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธีเริ่มต้นผสม ที่มีการผันแปรปริมาณโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ พบว่าค่า L^* ซึ่งเป็นค่าบ่งชี้ถึงความเข้ม-อ่อนของสี จะขึ้นกับปริมาณโซเดียมไนไตรท์ 12 ที่เติมลงไปในสูตร ในช่วงชั่วโมงแรกของการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.03$ ดังแสดงในสมการ (coded equation) ดังนี้

$$L^* (0 \text{ hour}) = 61.2013 - 2.3244 (\text{NaNO}_2) \quad R^2 = 0.7374$$

อย่างไรก็ตามค่าของ L^* ในชั่วโมงที่ 48 ยังขึ้นกับปริมาณโซเดียมไนไตรท์ และความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมไนเตรทและไนไตรท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ดังแสดงในสมการ (coded equation) ดังนี้

$$\begin{aligned} L^* (48 \text{ hours}) = & 55.1121 + 0.4466 (\text{NaNO}_2) \\ & + 0.2909 (\text{NaNO}_3 \times \text{NaNO}_2) \\ R^2 = & 0.8956 \end{aligned}$$

อย่างไรก็ตามค่าของ L^* ในช่วงแรกของ
การผลิตจะมีค่าอยู่ในช่วง 60.5369-63.4118
ซึ่งเป็นการบ่งบอกได้ว่า สีที่ปรากฏจะมีค่าค่อนข้าง
เข้ม และพบว่าในสิ่งทดลองที่มีปริมาณโซเดียม-
ไนเตรท 500 ppm และโซเดียมไนไตรท์ 200 ppm
มีค่า L^* เท่ากับ 56.7735 ± 0.2387 ซึ่งมีค่าแตกต่าง
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ จากสิ่งทดลอง
อื่น ๆ นั้นหมายถึง สิ่งทดลอง ดังกล่าวมีความ
เข้ม-อ่อน ของสีแดงมาทางด้านความอ่อนมากกว่า
สิ่งทดลองอื่น ๆ นั่นเอง

ในระหว่างการหมักแทนนมค่า L^* จะมี
แนวโน้มลดลงของความเข้ม-อ่อนอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติในระหว่างการหมักแทนนม 48 ชั่วโมงที่
 $P < 0.01$ ดังแสดงในสมการ (coded equation) ดังนี้

$$L^* = 63.6795 - 0.1543 (\text{Time}) \quad R^2 = 0.5275$$

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่า L^* ในช่วงแรก
ของการหมักมีค่าอยู่ในช่วง 56.7735-63.4118
และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากการหมัก
ผ่านไป 6 ชั่วโมงโดยมีค่า L^* เท่ากับ 62.5808 -
64.2204 และหลังจากการหมักผ่านไป 24
ชั่วโมง ค่าของ L^* จะมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่
ยกเว้นในสิ่งทดลองที่มีปริมาณโซเดียมไนเตรท
และโซเดียมไนไตรท์ที่มีระดับกึ่งกลางของระดับ
ที่ศึกษา คือ มีปริมาณโซเดียมไนเตรท 350 ppm
และโซเดียมไนไตรท์ 150 ppm จะมีแนวโน้ม
ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาที่ 24 กล่าวคือ มีค่า L^*
เท่ากับ 53.3385 - 58.4029 และตั้งแต่ชั่วโมงที่ 24
เป็นต้นมา แนวโน้มของค่า L^* จะลดลงอย่างมาก
โดยมีค่า L^* เท่ากับ 54.5676-56.0426

นอกจากนี้สิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณโซเดียม-
ไนเตรทในระดับที่สูง 500 ppm (สิ่งทดลองที่ 2)
หรือสิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณโซเดียมไนไตรท์ใน
ระดับที่สูง 200 ppm (สิ่งทดลองที่ 3) หรือ
สิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณโซเดียมไนเตรทในระดับสูง
(500 ppm) ร่วมกับการใช้ปริมาณโซเดียม-
ไนไตรท์ในระดับสูง (200 ppm) ด้วย (สิ่งทดลองที่
4) จะมีค่า L^* ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติใน 6 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) แต่ในช่วง 12 ชั่วโมง
- 48 ชั่วโมงของการหมัก ค่า L^* ในสิ่งทดลองที่
4 จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P
 < 0.01 จากสิ่งทดลองอื่น ๆ (ตารางที่ 4) แม้กระทั่ง
ในช่วงเวลาที่ 48 ชั่วโมงที่ 4 ซึ่งมีการใช้ปริมาณ
โซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ในระดับที่
สูงยังคงมีความเข้ม-อ่อน ของสีแดงที่เข้มกว่า
สิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
 $P < 0.05$ (ตารางที่ 4)

อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์หาเวียนซ์
พบว่าปริมาณโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์
ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าของ L^* ของผลิต-
ภัณฑ์แทนนมในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมัก
แทนนม (ตารางที่ 5) ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของ
 L^* ในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมัก พบว่ามีค่า
 61.3056 ± 3.0260 และ 60.9139 ± 3.4054
เมื่อมีการใช้โซเดียมไนเตรทในระดับ 500 ppm และ
200 ppm ตามลำดับ และมีค่า L^* เท่ากับ
 61.4271 ± 3.1767 และ 60.7923 ± 3.2444 เมื่อมี
การใช้โซเดียมไนไตรท์ในระดับ 200 ppm และ 100
ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

Table 4 Value (L^*) change during 48 hours of Nham fermentation using different levels of sodium nitrate and sodium nitrite with mixed bacterial starter cultures.

Treatment	Fermentation time (hours)					
	0	6	12	18	24	48
(1)	65.1981±0.3165 ^a	62.5808±0.3240 ^a	63.8827±0.4475 ^a	61.9032±0.1997 ^a	62.0743±0.1977 ^a	54.9229±0.2688 ^{a,c}
a	68.4118±0.4585 ^a	63.2417±0.1697 ^b	62.9783±0.3377 ^b	62.5309±0.1985 ^b	62.1402±0.3253 ^a	54.5876±0.2224 ^a
b	60.5868±0.1802 ^b	63.2183±0.2016 ^b	62.9775±0.4151 ^b	62.3521±0.3937 ^b	62.7830±0.2485 ^b	55.2843±0.4678 ^c
ab	58.7785±0.2387 ^c	63.2800±0.1140 ^b	61.2759±0.4409 ^c	63.0520±0.2301 ^c	68.1385±0.2929 ^c	56.0426±0.3142 ^b
cp1	61.6121±0.2856 ^d	64.2204±0.7218 ^c	63.7388±0.2891 ^a	62.6170±0.1617 ^b	58.3885±0.2847 ^d	54.9031±0.8005 ^a
cp2	61.6776±0.4880 ^d	62.4177±0.4488 ^a	63.0496±0.5380 ^b	63.4496±0.2488 ^d	58.4028±0.2437 ^c	56.0021±0.1088 ^a

a = NaNO_3 ; b = NaNO_2 ; (1) = control ; cp = centerpoint

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

Table 5 Mean of L^* a^* b^* during 48 hours of Nham fermentation made with mixed bacterial starter cultures at different level of sodium nitrate and sodium nitrite.

Factors	L^*	a^*	b^*
Sodium nitrate			
500 ppm	61.3056±3.0260	8.4300±2.2891	12.6059±1.5174
200 ppm	60.9139±3.4054	8.6675±2.4556	12.5044±1.3495
Sodium nitrite			
200 ppm	61.4271±3.1767	8.4801±2.5199	12.6209±1.5132
100 ppm	60.7923±3.2444	8.6174±2.2227	12.4895±1.3528

การพัฒนาคัดกรองที่เหมาะสมโดยใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ชีวภาพเริ่มต้น
7. การพัฒนาสูตรปรุงแต่งในผลิตภัณฑ์

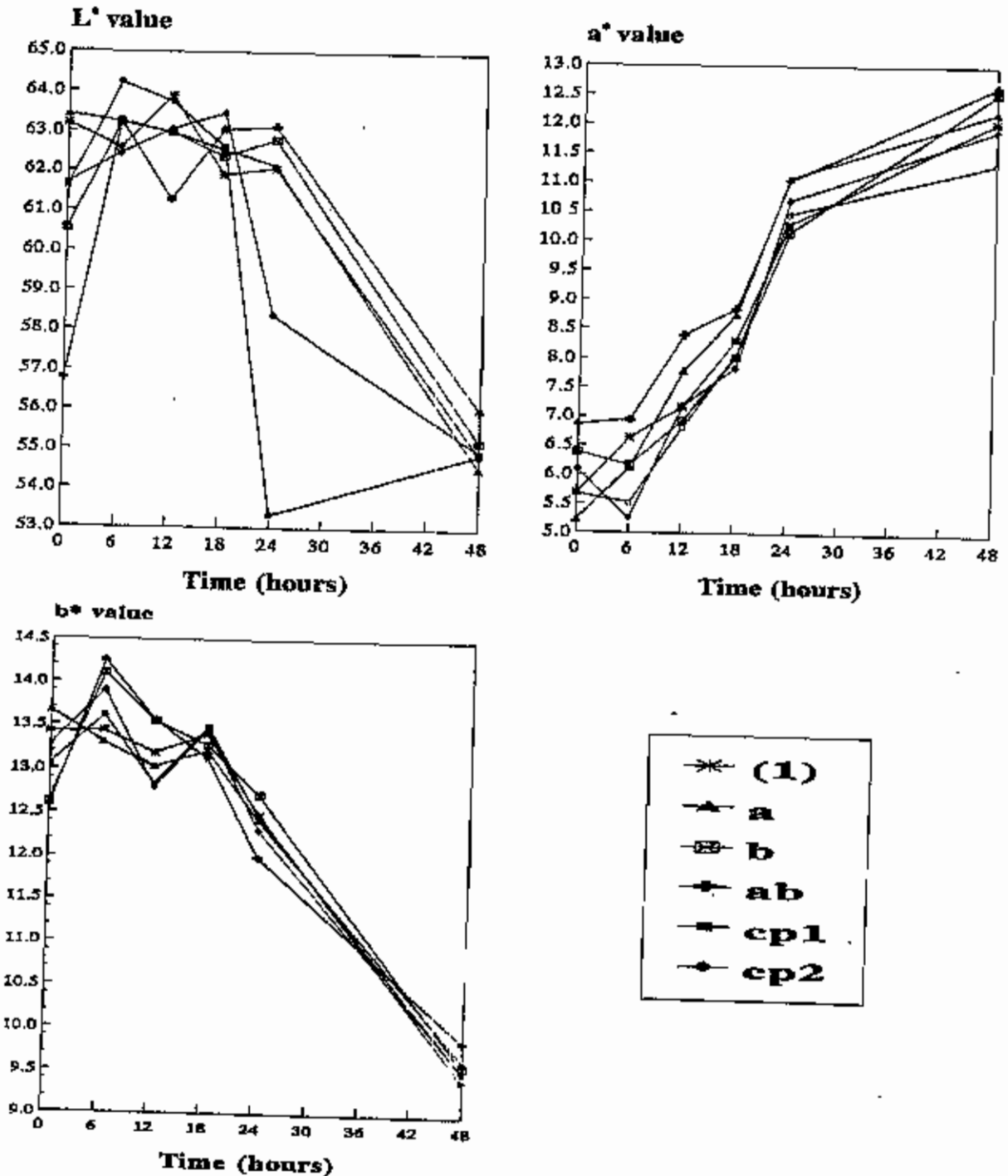


Fig. 2 L^* a^* b^* changes during 48 hours of Nham fermentation made with bacterial starter cultures with sodium nitrate and sodium nitrite; a = NaNO_3 ; b = NaNO_2 ; (1) = control ; cp = centerpoint.

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าของ a^* ซึ่งเป็นค่าบ่งชี้ถึงค่าสีแดง-เขียว โดยที่ถ้าหากมีค่าบวกจะมีสีออกสีแดง ถ้าหากมีค่าลบจะมีสีออกสีเขียว ซึ่งจากการทดลองผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบิริสทุธิเริ่มต้นผสมที่มีการผันแปรปริมาณโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ พบว่าในชั่วโมงแรกเริ่มของการผลิต (0 ชั่วโมง) ค่า a^* จะขึ้นอยู่กับปริมาณโซเดียมไนไตรท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.02$ และปริมาณความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ อย่างไรก็ตามในชั่วโมงที่ 12, 18 และ 24 ของการหมักแหนม ค่า a^* จะขึ้นกับปริมาณของโซเดียมไนเตรทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ดังแสดงในสมการ (coded equation) ดังนี้

$$\begin{aligned} a^* (0 \text{ hour}) &= 5.9876 + 0.5841 (\text{NaNO}_2) \\ &\quad + 0.2342 (\text{NaNO}_2 \times \text{NaNO}_3) \\ R^2 &= 0.9285 \\ a^* (12 \text{ hours}) &= 7.3841 + 0.5192 (\text{NaNO}_3) \\ R^2 &= 0.5966 \\ a^* (18 \text{ hours}) &= 8.3477 + 0.3110 (\text{NaNO}_3) \\ R^2 &= 0.5039 \\ a^* (24 \text{ hours}) &= 10.6168 + 0.4143 (\text{NaNO}_3) \\ R^2 &= 0.9450 \end{aligned}$$

ในระหว่างการหมักแหนมในช่วง 48 ชั่วโมง ค่า a^* จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น นั่นหมายถึงค่าของสีแดงของผลิตภัณฑ์จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระหว่างการหมักแหนม 48 ชั่วโมงที่ $P < 0.01$ ดังแสดงในสมการ (coded equation) ดังนี้

$$a^* = 5.9038 + 0.1402 (\text{Time}) \quad R^2 = 0.8785$$

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่า a^* ในช่วงแรกของการหมักมีค่าอยู่ในช่วง 5.2257- 6.3864 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการหมักผ่านไป 24 ชั่วโมง กล่าวคือ ค่า a^* ใน 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 10.1551-11.0668 และค่า a^* จะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยหลังจากการหมักได้ 48 ชั่วโมงคือ มีค่า a^* เท่ากับ 11.3249-12.6549

สิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณโซเดียมไนเตรทในระดับที่สูง (500 ppm) ร่วมกับการใช้โซเดียมไนไตรท์ในระดับที่สูง (200 ppm) (สิ่งทดลองที่ 4) จะมีค่า a^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ จากสิ่งทดลองอื่นๆ กล่าวคือ เมื่อมีการใช้โซเดียมไนเตรท (500 ppm) ร่วมกับการใช้โซเดียมไนไตรท์ (200 ppm) ในสูตรการผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบิริสทุธิเริ่มต้นผสม จะได้แหนมที่มีลักษณะสีที่ปรากฏเป็นสีแดงมากกว่าการใช้สูตรการผลิตในสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ (ตารางที่ 6) และสูตรการผลิตแหนมสูตรที่มีปริมาณโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ในระดับที่สูง จะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของสีแดงที่ปรากฏในผลิตภัณฑ์มากขึ้นเรื่อย ๆ ในระหว่างการหมัก 48 ชั่วโมง อีกทั้งยังพบว่าค่าลักษณะสีที่ปรากฏสีแดง (a^*) ของผลิตภัณฑ์ในสิ่งทดลองดังกล่าว (สิ่งทดลองที่ 4) มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ จากสิ่งทดลองอื่น ๆ เช่นกันในแต่ละช่วงเวลาของการหมัก 0, 6, 12, 18, 24 และ 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 6)

จากการวิเคราะห์หาเงื่อนไข พบว่าปริมาณโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าของสีแดงที่ปรากฏ (a^*) ในผลิตภัณฑ์แหนมในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการ

หมักแหนม (ตารางที่ 5) ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของลักษณะสีแดงที่ปรากฏในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมักพบว่า มีค่า 8.4300 ± 2.2891 และ 8.6675 ± 2.4556 เมื่อมีการใช้โซเดียมไนเตรทที่ระดับ 500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ

และมีค่าสีแดงที่ปรากฏในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมักเท่ากับ 8.4801 ± 2.5199 และ 8.6174 ± 2.2227 ตามลำดับ เมื่อมีการใช้โซเดียมไนไตรท์ที่ระดับ 200 ppm และ 100 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

Table 6 Hue (a^*) change during 48 hours of Nham fermentation using different levels of sodium nitrate and sodium nitrite with mixed bacterial starter cultures.

Treatment	Fermentation time (hours)					
	0	6	12	18	24	48
(1)	6.6867 ± 0.1984^a	6.6372 ± 0.4038^a	7.1750 ± 0.2637^a	8.3158 ± 0.0844^a	10.2810 ± 0.0858^a	12.0588 ± 0.1811^a
a	6.2257 ± 0.2853^b	6.1197 ± 0.1818^b	7.7049 ± 0.1898^b	8.7487 ± 0.1572^b	11.0888 ± 0.1880^b	12.2149 ± 0.3271^{bc}
b	6.3864 ± 0.1792^c	6.1609 ± 0.0886^b	6.9388 ± 0.2553^{ad}	8.0822 ± 0.1043^c	10.1551 ± 0.1085^c	12.5499 ± 0.2552^{bc}
ab	6.8624 ± 0.2780^d	6.9417 ± 0.2031^d	8.4044 ± 0.2854^c	8.8460 ± 0.0870^b	11.0865 ± 0.0854^b	12.6549 ± 0.2900^b
cp1	6.6716 ± 0.1504^a	5.5190 ± 0.8488^c	6.8142 ± 0.1835^d	8.8078 ± 0.1834^a	10.4634 ± 0.1445^c	11.3249 ± 0.2984^d
cp2	6.0926 ± 0.1398^e	5.2644 ± 0.1901^c	7.1901 ± 0.2157^a	7.8990 ± 0.1087^d	10.8878 ± 0.1917^d	11.9019 ± 0.2888^a

a = NaNO₃ ; b = NaNO₂ , (1) = control ; cp = centerpoint

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

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าของ b^* ซึ่งเป็นค่าบ่งชี้ถึงค่าสีเหลือง-น้ำเงิน โดยที่ถ้าหากมีค่าบวกจะมีค่าสีออกม่วงทางสีเหลือง ถ้าหากเป็นค่าลบจะมีค่าสีออกม่วงทางสีน้ำเงิน ซึ่งจากการทดลองผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีชีววิธีเริ่มต้นผสมที่มีการเพิ่มปริมาณโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์พบว่า ในช่วงแรกเริ่มของการหมักถึง 6 ชั่วโมงของการหมัก ค่า b^* จะขึ้นอยู่กับปริมาณโซเดียมไนไตรท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ โดยที่ถ้าหากมีปริมาณโซเดียมไนไตรท์มากขึ้นจะลดค่า b^* ลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ใน

ชั่วโมงแรกของการหมัก แต่จะมีผลตรงข้ามถ้าเป็นชั่วโมงที่ 6 ของการหมัก ในชั่วโมงที่ 24 ค่า b^* จะขึ้นกับปริมาณของโซเดียมไนเตรทและความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ แต่ปรากฏว่าในชั่วโมงที่ 48 ค่า b^* จะขึ้นอยู่กับทั้งปริมาณโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.04$ และ $P < 0.08$ ตามลำดับ กล่าวคือ ถ้าหากมีปริมาณโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์มากขึ้นจะเพิ่มค่าของ b^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.04$ และ

$P < 0.08$ ตามลำดับ ดังแสดงในสมการ (coded equation) ดังนี้

$$b^* (0 \text{ hour}) = 13.1005 - 0.4737 (\text{NaNO}_2)$$

$$R^2 = 0.9312$$

$$b^* (6 \text{ hours}) = 13.7672 + 0.4054 (\text{NaNO}_2)$$

$$R^2 = 0.9158$$

$$b^* (24 \text{ hours}) = 12.4008 - 0.1975 (\text{NaNO}_3)$$

$$- 0.1628 (\text{NaNO}_3 \times \text{NaNO}_2)$$

$$R^2 = 0.9182$$

$$b^* (48 \text{ hours}) = 9.5961 + 0.1293 (\text{NaNO}_3)$$

$$+ 0.0963 (\text{NaNO}_2)$$

$$R^2 = 0.8723$$

ในระหว่างการหมักเหวมในช่วง 48 ชั่วโมง ค่า b^* จะมีแนวโน้มลดลง นั่นคือ ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน ที่ปรากฏในระบบจะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ในระหว่างการหมักเหวม 48 ชั่วโมง ดังแสดงในสมการ (coded equation) ดังนี้

$$b^* = 14.0296 + 0.0817 (\text{Time}) \quad R^2 = 0.8041$$

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่า ค่า b^* ในช่วงแรกของการหมักมีค่าอยู่ในช่วง 12.5704 - 13.6640 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วง 6 ชั่วโมง และจะลดลงในช่วงหลัง 6 ชั่วโมงจนถึง 18 ชั่วโมง ซึ่งมีค่า b^* ค่อนข้างคงที่ในช่วงดังกล่าว แต่จะลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วง 24 ชั่วโมงของการหมัก (ค่า b^* เท่ากับ 11.9947 - 12.4933) และจะลดลงมากในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมัก กล่าวคือ มีค่า b^* ลดลงเหลือ 9.5238 - 9.8717

สิ่งทดลองที่ใช้ปริมาณโซเดียมไนไตรท์ใน

ระดับที่สูง (200 ppm) (สิ่งทดลองที่ 3) หรือ สิ่งทดลองที่ 4ที่ใช้ปริมาณโซเดียมไนไตรท์และไนไตรท์ ในระดับที่สูง (500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ) จะมีค่า b^* ที่ปรากฏแตกต่างจากสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ กล่าวคือ มีค่า b^* เท่ากับ 12.5704 - 12.6204 (ตารางที่ 7) ซึ่งมีผลการทดลองในทำนองเดียวกันนี้ตลอดช่วง 12 ชั่วโมง และพบว่า ค่า b^* จะมีค่าลดลงอย่างมากในสิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งเป็นสูตรเหวมที่มีการใช้ปริมาณโซเดียมไนไตรท์และโซเดียมไนไตรท์ในระดับที่สูง (500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ (มีค่า b^* ลดลงเหลือ 11.9947 ± 0.2618) อย่างไรก็ตามเมื่อการหมักเหวมสิ้นสุดที่ 48 ชั่วโมงของการหมักแล้ว ค่า b^* ในทุกสิ่งทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 9.5238-9.8717 ซึ่งค่าดังกล่าวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละสูตรการทดลองของเหวม (ตารางที่ 7)

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ค่าาเวียรนซ์ของค่า b^* พบว่า ปริมาณโซเดียมไนไตรท์และโซเดียมไนไตรท์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าของ สีเหลือง-น้ำเงิน ที่ปรากฏ (b^*) ในผลิตภัณฑ์เหวมในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมักเหวม (ตารางที่ 5) ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของลักษณะ สีเหลือง-น้ำเงิน ที่ปรากฏในช่วง 48 ชั่วโมงของการหมัก พบว่ามีค่าเท่ากับ 12.6059 ± 1.5174 และ 12.5044 ± 1.3495 เมื่อมีการใช้โซเดียมไนไตรท์ที่ระดับ 500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ และมีค่าเท่ากับ 12.6209 ± 1.5132 และ 12.4895 ± 1.3528 เมื่อมีการใช้โซเดียมไนไตรท์ที่ระดับ 200 ppm และ 100 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

Table 7 Chroma (b*) change during 48 hours of Nham fermentation using different levels of sodium nitrate and sodium nitrite with mixed bacterial starter cultures.

Treatment	Fermentation time (hours)					
	0	6	12	18	24	48
(1)	13.4215±0.1155 ^a	13.4344±0.2011 ^a	13.1882±0.1604 ^a	13.3973±0.0570 ^a	12.4933±0.3162 ^{bc}	9.4204±0.2523
a	13.6640±0.4262 ^a	13.3020±0.1298 ^a	13.0364±0.3472 ^a	13.2149±0.1535 ^a	12.4239±0.2780 ^{bc}	9.6482±0.0631
b	12.6204±0.6204 ^b	14.1076±0.3274 ^b	13.5428±0.1188 ^b	13.2795±0.1355 ^a	12.7152±0.1331 ^a	9.5821±0.2050
ab	12.5704±0.1166 ^b	14.2503±0.5464 ^b	13.5546±0.2013 ^b	13.1359±0.1604 ^b	11.9947±0.2618 ^b	9.8717±0.2768
cp1	13.0544±0.2677 ^c	13.6112±0.2039 ^c	12.8318±0.2363 ^a	13.4801±0.1520 ^c	12.4667±0.2568 ^{bc}	9.5238±0.3217
cp2	13.2725±0.3268 ^{bc}	13.8974±0.4117 ^c	12.8056±0.7945 ^a	13.4510±0.2329 ^c	12.3108±0.1847 ^{bc}	9.5306±0.2122

a = NaNO₃ ; b = NaNO₂ ; (1) = control ; cp = centerpoint

mean within column with different superscripts differ significantly P<0.05

ดังนั้นการผลิตแฮมที่ใช้โซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ ในปริมาณที่แตกต่างกันในสูตรการผลิตแฮมโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่เริ่มต้นผสม พบว่า สูตรการผลิตแฮมที่มีการใช้โซเดียมไนเตรท 500 ppm และใช้โซเดียมไนไตรท์ 200 ppm เป็นสูตรที่ใช้สีที่ปรากฏที่ดีกว่าสูตรอื่นๆ กล่าวคือ มีค่า a* หรือ Hue ที่ 12.6549±0.3900 ที่ 48 ชั่วโมงของการหมักและค่า b* หรือ chroma ที่ค่า 9.8717±0.2768 ที่ 48 ชั่วโมงของการหมักเช่นกัน ซึ่งจากค่าทั้งสองนี้จะให้ค่าสีปรากฏเป็นสีชมพูแดง (Red pink colour) โดยที่ค่า value หรือ L* วัดได้ที่ 56.0426±0.3142 ที่ 48 ชั่วโมงของการหมัก จึงพอสรุปได้ว่าแฮมที่ผลิตจากสูตรดังกล่าวข้างต้น โดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่เริ่มต้นผสมนั้น จะให้สีปรากฏเป็นสี bright red pink ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเติมโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ลงในสูตรการผลิตแฮมนั้นเพื่อให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีชมพูแดง ทั้งนี้เนื่องมาจากไนเตรทจะถูก

เปลี่ยนเป็นไนไตรท์ โดยการกระทำของเชื้อ *Micrococcus varians* ซึ่งเชื่อกันว่าจะสามารถเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรท์ได้ดีในช่วงแรกของการหมัก ที่ pH ยังไม่ลดลงมากนัก คือ ประมาณ 5.4-6.0 และไนไตรท์ที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนมาอยู่ในรูปไนตริกออกไซด์ ซึ่งจะรวมตัวกับรงควัตถุของเนื้อ (Myoglobin) ได้สาร nitrosomyoglobin (Nurmi, 1966; Wiriyaacharee, et al., 1990) ซึ่งมีสีชมพูแดง แต่ไม่คงตัว ตัวมันเองสามารถเปลี่ยนกลับมาอยู่ในรูป metmyoglobin ซึ่งถ้าหากมีการเก็บแฮมไว้นาน ๆ แฮมอาจจะเปลี่ยนสีน้ำตาลเกิดขึ้นได้ ดังนั้นในสูตรการผลิตแฮมจึงได้มีการเติม sodium erythorbate ลงไปในสูตรการผลิต โดยที่สารดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็น reducing agent ที่สามารถป้องกันการเกิด metmyoglobin ในผลิตภัณฑ์ได้ โดยที่สามารถเปลี่ยน metmyoglobin เป็น myoglobin ได้ อย่างไรก็ตามสีชมพูแดงที่เกิดขึ้นในแฮมจะเกิดขึ้นได้นั้นขึ้นอยู่กับไนไตรท์จะต้องถูกเปลี่ยนไปเป็นไนตริกออกไซด์ ซึ่งไนตริกออกไซด์

ที่ไม่ไปรวมตัวกับ myoglobin ก็จะสูญหายไป ปริมาณของ sodium erythobate ที่มากเกินไป จะทำให้ในไตรท์มีการแตกตัว มีผลต่อการสูญเสีย ในไตรท์ได้ จึงควรระมัดระวังต่อการเติมสาร ดังกล่าวเช่นกัน ควรเติมในปริมาณที่เหมาะสม (ลักขณา, 2533) ซึ่งจะได้มีการทดลองต่อไป เพื่อหาข้อสรุปในเรื่องนี้

ผลการทดลองที่ 2

การผลิตแฮมโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพเริ่มต้นผสม โดยได้ทำการวิจัยถึงผลของ โซเดียมไนเตรท โซเดียมไนไตรท์ และการเติม หรือไม่เติมเชื้อแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรท ไปเป็นไนไตรท์ต่อลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ จากการสุ่มตัวอย่างแฮมดังกล่าวมาวัดค่าสีโดยใช้ Chroma meter CR-310 (Minolta camera Co.Ltd, 1991) ในระหว่าง 48 ชั่วโมงของการหมักที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่า สีปรากฏของ แฮมนั้นจะเริ่มแตกต่างกันตั้งแต่ชั่วโมงแรกเริ่มของการหมัก สังเกตจากข้อมูลในตารางที่ 8 สูตรของ แฮมนั้นมีการใช้ปริมาณโซเดียมไนเตรท 500 ppm และโซเดียมไนไตรท์ 200 ppm ร่วมกับการ ใช้เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 3 ประเภท คือ *L. plantarum*, *P. cerevisiae* และ *M. varians* พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีปรากฏในด้าน value (L^*) ที่มีค่ามากกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ กล่าวคือ มีค่าสีอ่อน-เข้ม ที่ค่อนข้างมาทางด้าน อ่อน (light) มากกว่านั่นเอง ในชั่วโมงแรกเริ่มของการหมัก อัตราการเพิ่มขึ้น ของค่า value (L^*) นี้จะเพิ่มอย่างรวดเร็วจนกระทั่ง ถึงชั่วโมงที่ 18 คือ เริ่มจากค่า value (L^*) เท่ากับ 52.5441 - 57.4806 เป็น 59.8917 - 61.9462 (ภาพที่ 3) หลังจากนั้นค่า value (L^*) ของผลิตภัณฑ์

จะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 24-48 ชั่วโมงของการหมักโดยเฉพาะในสิ่งทดลองที่มีปริมาณโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ที่ระดับ 500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ ร่วมกับการใช้ เชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 3 สายพันธุ์ดังกล่าวข้างต้น มีอัตราเร็วของการเพิ่มขึ้นของค่า value (L^*) สูงกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ตลอดช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของการหมัก แฮมนั้น แต่จะไม่แตกต่างจากสิ่งทดลองอื่น ๆ ในชั่วโมงที่ 48 (ตารางที่ 8) ยกเว้นสิ่งทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้เฉพาะโซเดียมไนเตรทร่วมกับเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม 2 สายพันธุ์ที่เป็นเชื้อที่สร้าง กรดแลกคิกได้เท่านั้น แต่ในสูตรดังกล่าวจะไม่มี เชื้อที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทเป็นไนไตรท์เลย ซึ่ง พบว่า ค่า value (L^*) ในสูตรดังกล่าวมีค่าค่อนข้าง ต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 ของการหมักแฮม

สำหรับ ค่า 'Hue (a^*) ของผลิตภัณฑ์ แฮมนั้นผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมนั้น ปรากฏว่า ในระหว่างการหมักแฮม ตลอด 48 ชั่วโมง การพัฒนาสีแดง-เขียว ของ ผลิตภัณฑ์ จะปรากฏสีแดง (a^* มีค่าเป็นบวก) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากชั่วโมง เริ่มต้นมีค่า a^* 6.3509-7.8604 และค่อยๆ เพิ่มขึ้น โดยในชั่วโมง ที่ 48 สามารถวัดค่า a^* ได้เท่ากับ 10.9736-15.1042 (ตารางที่ 9) โดยเฉพาะสูตรการผลิตแฮมที่ใช้ โซเดียมไนเตรท 500 ppm และโซเดียมไนไตรท์ 200 ppm (สูตรการทดลองที่ 5) มีแนวโน้มการพัฒนาสีชมพูแดงเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 3)

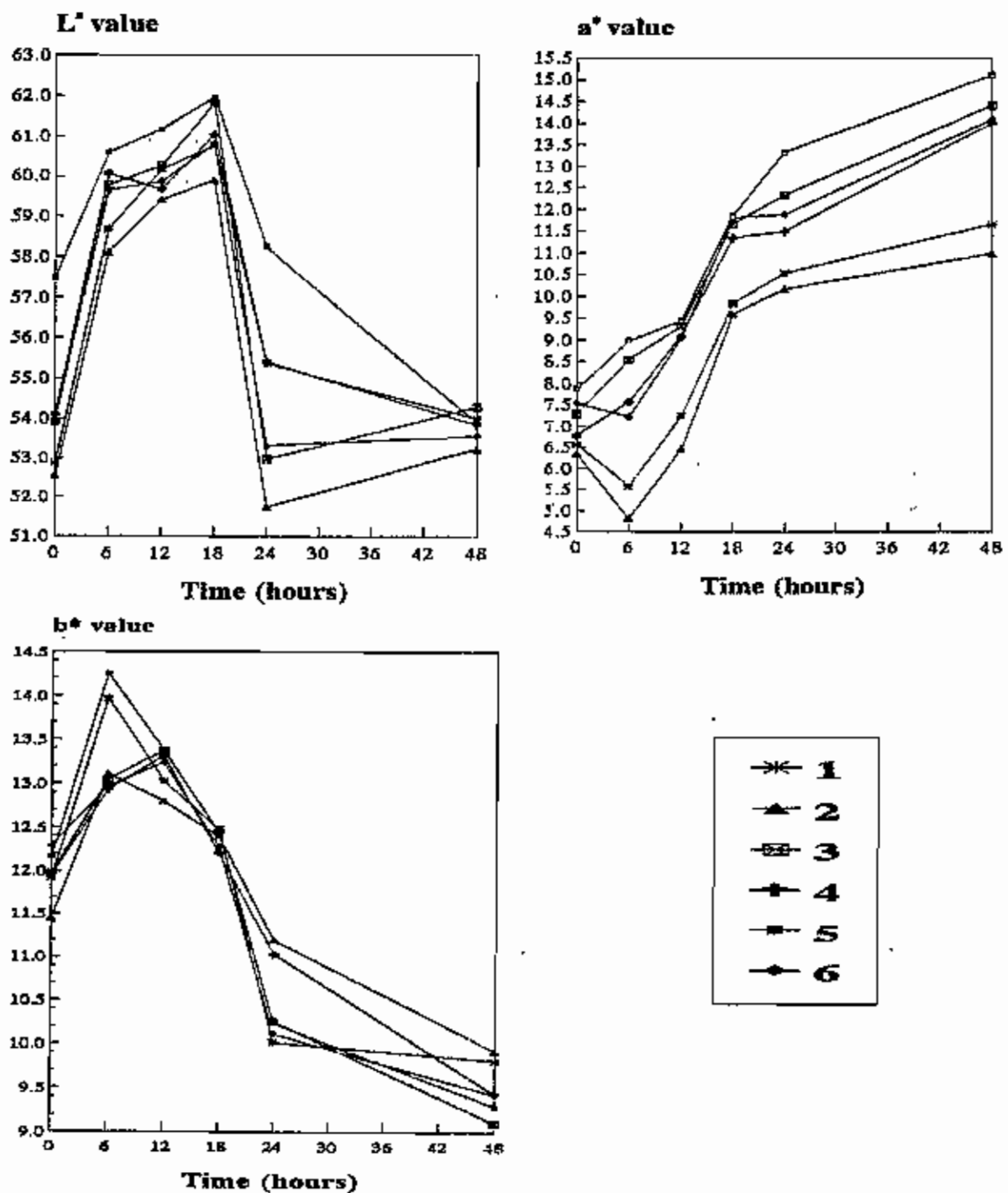


Fig. 3 L^* , a^* and b^* changes during 48 hours of Nham fermentation using with/without sodium nitrate and sodium nitrite and with/without *M. varians* as mixed starter cultures.

Table 8 Value (L^*) change during 48 hours of Nham fermentation using with/without sodium nitrate and sodium nitrite and with/without *M. varians* as mixed starter cultures.

Treatment	Fermentation time (hours)					
	0	6	12	18	24	48
1	52.8662±0.4821 ^a	58.6875±0.2472 ^a	60.1747±0.1423 ^{bc}	60.7681±0.2267 ^a	55.3897±0.1840 ^a	58.9948±0.1720 ^a
2	52.5441±0.1618 ^a	58.1089±0.4580 ^b	59.4064±0.1984 ^a	59.8917±0.2525 ^b	51.7593±0.1207 ^b	58.2305±0.1500 ^b
3	58.9090±0.8055 ^b	59.7613±0.2685 ^c	60.2670±0.1836 ^c	61.8228±0.1383 ^c	52.9830±0.3548 ^c	54.2806±0.1239 ^a
4	54.0972±0.4008 ^b	60.0593±0.4909 ^c	59.6676±0.1001 ^{af}	61.0361±0.2398 ^d	55.4117±0.2870 ^a	58.8495±0.2891 ^a
5	57.4808±0.4001 ^c	60.5842±0.3075 ^d	61.1677±0.1658 ^d	61.9462±0.1834 ^c	58.2490±0.0958 ^d	53.9161±0.9858 ^a
6	53.9326±0.2766 ^b	59.8498±0.1176 ^c	69.8547±0.3731 ^f	60.8077±0.1868 ^{ad}	53.3205±0.3880 ^e	58.5612±0.1052 ^a

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

อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตว่า ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 ของการหมักเป็นต้นไป สูตรหมักในสูตรที่ 1 และ 2 ที่มีการใช้เฉพาะโซเดียมไนไตรท์ (500 ppm) ร่วมกับการใช้และไม่ได้ใช้เชื้อ *M. varians* นั้น มีการพัฒนาสีชมพูแดงที่ต่ำกว่าหมักในสูตรที่ 3-6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ อีกทั้งเมื่อทำการเปรียบเทียบหมักสูตรที่ 1 และ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าการใช้เชื้อบริสุทธิ์ *M. varians* มีการพัฒนาสีชมพูแดงที่มากกว่าสูตรที่ไม่มีการใช้เชื้อ *M. varians* ร่วมในการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (ตารางที่ 9)

นอกจากนี้พบว่าการใช้เฉพาะโซเดียมไนไตรท์ (200 ppm) ร่วมกับการใช้และไม่ใช่เชื้อ *M. varians* ในการผลิตหมักนั้น (สูตรที่ 3 และ 4) พบว่าทั้งสองสูตรมีการพัฒนาสีชมพูแดงดีกว่าการใช้โซเดียมไนไตรท์ในสูตรการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และสูตรที่ 3 ที่มีเชื้อ *M. varians*

ในสูตรการผลิตจะมีการพัฒนาสีชมพูแดงที่มากกว่าสูตรที่ 4 ที่ไม่มีการใช้เชื้อ *M. varians* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (ตารางที่ 9)

เมื่อมีการใช้โซเดียมไนไตรท์ และโซเดียมไนไตรท์ ในสูตรการผลิตหมักในระดับ 500 ppm และ 200 ppm ตามลำดับ มีการพัฒนาสีชมพูแดงที่มากกว่าการใช้เฉพาะโซเดียมไนไตรท์ หรือโซเดียมไนไตรท์ อย่างใดอย่างหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ โดยเฉพาะในสูตรที่ 5 ที่มีการใช้เชื้อบริสุทธิ์ *M. varians* ร่วมด้วยมีการพัฒนาสีชมพูแดงที่ค่อนข้างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ตลอดช่วงการหมัก 48 ชั่วโมง(ตารางที่ 9)

สำหรับค่า chroma (b^*) ของผลิตภัณฑ์หมักที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมนั้น ปรากฏว่า การเปลี่ยนแปลงค่า สีเหลือง-น้ำเงิน ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง

6-12 ชั่วโมงของการหมัก (ภาพที่ 3) และลดลงหลังจาก 12 ชั่วโมงค่อนข้างมากจนกระทั่ง 24 ชั่วโมงของการหมัก แต่หลังจาก 48 ชั่วโมงของการหมัก การลดลงของค่า b^* จะลดลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับที่ 24 ชั่วโมงของการหมัก จากการทดลองค่า b^* มีค่าเป็นบวกแสดงว่าผลิตภัณฑ์ขนมมีค่าสีออกมามากกว่าสีน้ำเงิน

จากผลการทดลองพบว่าที่ชั่วโมงแรกเริ่มของการหมัก แพนมมีค่า b^* เท่ากับ 11.4431-12.2911 โดยที่เป็นที่น่าสังเกตว่า สูตรหมักที่ใช้เฉพาะโซเดียมไนเตรท 500 ppm โดยไม่มีเชื้อ *M. varians* จะมีค่า b^* ที่ต่ำกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (ตารางที่ 10)

Table 9 Hue (a^*) change during 48 hours of Nham fermentation using with/without sodium nitrate and sodium nitrite and with/without *M. varians* as mixed starter cultures.

Treatment	Fermentation time (hours)					
	0	6	12	18	24	48
1	6.5717±0.1009 ^a	5.5794±0.1350 ^a	7.2514±0.1775 ^a	9.8414±0.1418 ^a	10.5278±0.1775 ^a	11.6397±0.3827 ^a
2	6.3509±0.1121 ^b	4.8188±0.0753 ^b	6.4764±0.0994 ^b	9.5882±0.0706 ^b	10.1641±0.1204 ^b	10.8736±0.4487 ^b
3	7.2755±0.2524 ^c	8.5968±0.1885 ^c	9.3286±0.1786 ^c	11.6681±0.0872 ^c	12.3183±0.2403 ^c	14.4053±0.2840 ^c
4	6.7828±0.1498 ^b	7.5707±0.2162 ^d	9.0875±0.2564 ^d	11.3406±0.1720 ^d	11.4861±0.0893 ^d	13.9954±0.1239 ^d
5	7.5804±0.1095 ^d	8.9828±0.0870 ^e	9.4385±0.1351 ^c	11.8451±0.1715 ^e	13.3190±0.2893 ^e	15.1042±0.2725 ^c
6	7.5870±0.1930 ^e	7.2215±0.1741 ^f	9.0295±0.1218 ^d	11.8204±0.0691 ^{ce}	11.8523±0.1708 ^f	14.0729±0.1118 ^{cd}

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

แต่ในชั่วโมงที่ 6 ของการหมัก แพนมสูตรที่ 1 และสูตรที่ 5 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในค่าของ b^* นั้นหมายถึง การที่มีหรือไม่มีโซเดียมไนไตรท์ในสูตรการผลิตจะไม่มีผลต่อค่า b^* ของผลิตภัณฑ์แต่อย่างใด เมื่อการหมักผ่านไปได้ 12 ชั่วโมง พบว่าการใช้โซเดียมไนเตรท (500 ppm) ร่วมกับการใช้หรือไม่ใช้ *M. varians* มีผลต่อค่า b^* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ถ้าไม่มีการใช้ *M. varians* ร่วมในสูตรการผลิตขนม จะมีค่า b^* ต่ำกว่าที่ใช้เพื่อดังกล่าวในสูตรการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (ตารางที่ 10) และมีข้อสังเกตว่ามีแนวโน้มเช่นนี้

ในช่วงท้ายของการหมักจนกระทั่ง 48 ชั่วโมง

ดังนั้น การผลิตขนมที่ใช้โซเดียมไนเตรท โซเดียมไนไตรท์ ในสูตรการผลิตร่วมกับการเติมหรือไม่เติมเชื้อแบคทีเรียที่สามารถผลิตไนโตรเจนไปเป็นไนโตรเจนพบว่าสูตรการผลิตขนมที่ใช้ทั้งโซเดียมไนเตรทและโซเดียมไนไตรท์ จะมีผลต่อการพัฒนาสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ขนมดีกว่าการใช้เฉพาะสารดังกล่าวอย่างใดอย่างหนึ่งในสูตร และในสูตรการผลิตขนมที่ใช้โซเดียมไนเตรท (500 ppm) และโซเดียมไนไตรท์ (200 ppm) ร่วมกับเชื้อบริสุทธิ์ทั้งสามชนิด คือ *L. plantarum*,

และ *M. varians* เป็นสูตรที่ใช้สีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ดีกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ กล่าวคือ มีค่า Hue (a^*) ที่ 15.1042 ± 0.2725 ที่ 48 ชั่วโมง ของการหมัก และค่า Chroma (b^*) ที่ 9.2959 ± 0.4190 ที่เวลาดังกล่าว ซึ่งจากค่าทั้งสองนี้จะปรากฏว่าให้ค่าสีที่ปรากฏออกเป็นสีชมพูแดง (Red pink colour)

โดยที่มีค่า Value (L^*) เท่ากับ 53.9161 ± 0.9858 ที่ 48 ชั่วโมงของการหมัก ดังนั้น แหนมที่ผลิตได้จึงมีสีปรากฏเป็นสี bright red pink colour ซึ่งมีผลสอดคล้องกับผลการทดลองที่ 1 แต่การทดลองที่ 2 มีค่า Hue (a^*) ที่ค่อนข้างสูงกว่าค่า Hue (a^*) ในการทดลองที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพเนื้อสัตว์ที่นำมาเป็นวัตถุดิบเริ่มแรกในสองการทดลองดังกล่าวมีความแตกต่างกันได้

Table 10 Chroma (b^*) change during 48 hours of Nham fermentation using with/without sodium nitrate and sodium nitrite and with/without *M. varians* as mixed starter cultures.

Treatment	Fermentation time (hours)					
	0	6	12	18	24	48
1	11.9207 ± 0.2912^{ab}	13.0702 ± 0.1219^a	13.0301 ± 0.0901^a	12.4873 ± 0.1676^a	10.0220 ± 0.2372^a	9.8149 ± 0.3178^{ac}
2	11.4431 ± 0.3532^b	13.1049 ± 0.1114^b	12.8056 ± 0.0870^b	12.4015 ± 0.0835^{bc}	11.1977 ± 0.4159^b	9.9250 ± 0.1708^a
3	11.8888 ± 0.4325^a	13.0425 ± 0.2518^b	13.3701 ± 0.1458^c	12.4580 ± 0.1418^a	10.2590 ± 0.1322^a	9.1106 ± 0.3008^b
4	11.9440 ± 0.4629^a	12.9833 ± 0.1567^b	13.3119 ± 0.1797^c	12.2150 ± 0.0708^b	11.0387 ± 0.0717^b	9.4432 ± 0.4607^{bc}
5	12.1820 ± 0.4125^a	14.2492 ± 0.4794^a	13.3527 ± 0.1102^c	12.4523 ± 0.1134^{bc}	10.2381 ± 0.2868^a	9.2959 ± 0.4190^b
6	12.2911 ± 0.3189^a	12.8942 ± 0.2021^b	13.2450 ± 0.1768^c	12.2812 ± 0.1868^{bc}	10.1228 ± 0.1975^a	9.4883 ± 0.2380^{bc}

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

สรุปผลการทดลอง

สูตรการผลิตแหนมที่ใช้โซเดียมไนเตรท 500 ppm และโซเดียมไนไตรท์ 200 ppm ร่วมกับการใช้เชื้อบริสุทธิ์ *L. plantarum* 10^3 cfu/g, *P. cerevisiae* 10^6 cfu/g และ *M. varians* 10^3 cfu/g มีผลต่อลักษณะสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์แหนม

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ กล่าวคือ ทำให้อัตราการเกิดสีชมพูแดงของผลิตภัณฑ์เร็วและมีลักษณะที่ดี มีสีที่ปรากฏเป็นสี bright red pink colour เมื่อมีการหมักใน 48 ชั่วโมงที่ 30 องศาเซลเซียส กล่าวคือ มีค่า Hue (a^*) เท่ากับ 12.6549 ± 0.3900 ถึง 15.1042 ± 0.2725 และมีค่า chroma (b^*) เท่ากับ 9.2959 ± 0.4190 ถึง

9.8717±0.2768 และมีค่า value (L*) เท่ากับ 53.9161±0.9858 ถึง 56.0426±0.3142

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สถาบันพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ไพโรจน์ วิริยเจริญ, ถักขณา รุจนะไกรกานต์, และ
สุชาดา อนุตรกุล. (2536) การพัฒนาผลิตภัณฑ์
แฮมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม
6.ผลของไขมันในโครง ไขมันในโครง และ
เชื้อ *Micrococcus varians* ต่อสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์,วารสารเกษตร,กำลังดำเนินการพิมพ์อยู่
- ถักขณา รุจนะไกรกานต์. (2533). เทคโนโลยีอาหารเนื้อ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Adam, M.R. 1986. Progress in Industrial Microbiology. Volume 23. Micro-organisms in the Production of Food. Elsevier Science Publishers. B.V. the Netherlands
- Deibel, R.H., C.F.Jr. Niren, and G.D. Wilson. (1961) Microbiology of meat curing III. Some microbiological and related technological aspects in

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แฮมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม
7. การพัฒนาชิ้นหมูลงในผลิตภัณฑ์

the manufacture of fermented sausages. Appl. Microbiol. 9:156-165

Kleitner, P.G., and P.A. Baumgartner. 1980. The technology of raw dry sausage. Food Technol. in Austr. 32(8):380-384.

Minolta Camera. Co., Ltd., (1991) Chroma Meter CR-300/CR-310/CR-321/CR-331/CR-331C, Instruction Manual, Minolta Osaka 541, Japan.

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

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

Wiriyaacharee, 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 Product Development in Food Fermentation, Massey University, New Zealand.

Wiriyaacharee, P., J.D. 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.

Wood, B.J.B. 1985. Microbiology of Fermented Foods. Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London.