

วารสารเกษตร 9(2) : 84-96 (2536)

Journal of Agriculture 9(2) : 84-96 (1993)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อ
บริสุทธิ์เริ่มต้นผสม

3. สูตรเครื่องเทศที่เหมาะสมต่อการผลิตแหนม

ไพโรจน์ วิริยจารี¹, ลักขณา รุจนะไกรกานต์¹ และ อำพิน กันธิยะ¹

NHAM PRODUCT DEVELOPMENT USING MIXED
BACTERIAL STARTER CULTURES

3. SUITABLE SPICES FORMULATION FOR
NHAM PRODUCTION

Pairote Wiriyaicharee¹, Lakkana Rujanakraikarn¹ and Ampin Kuntiya¹

ABSTRACT : For Nham formulation development, the use of different types of spices together with mixed bacterial starter cultures was established to investigate the rate of acid production and consumer acceptability. In this experiment, there were 6 types of spices used in Nham formulation such as white pepper powder, cinnamon, licorice, fresh white turmeric, coriander seed powder, and fresh ginger. It was found that the use of fresh white turmeric (4.0 %) with minced garlic and bird chilli (4.0 % and 2.0 % respectively) was suitable for acid development in Nham. Because of this, the total acidity in the product increased upto 1.3533 ± 0.025 % after 48 hours of fermentation consequently, the pH decreased to 4.30 ± 0.01 . On account of the increase in acidity, the reducing sugars were totally used of 92.28%. Accordingly, the system was more acid after production, residual nitrite was rapidly changed to develop the pink colour. There were 123.4100 ± 0.6928 ppm after production and 20.6167 ± 0.8372 ppm after 48 hours of fermentation.

The Panelists did not accept and did not prefer to the product used cinnamon as spice in formulation for all attributes. Nevertheless, the use of other spices in Nham formulation was more acceptable and preferable.

¹ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200.

¹ Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200.

บทคัดย่อ : ในการพัฒนาสูตรการผลิตหมัก การใช้ชนิดของเครื่องเทศที่แตกต่างกันร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสม ถูกกำหนดขึ้นเพื่อศึกษาถึงอัตราเร็วในการผลิตกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์ และการยอมรับของผู้บริโภค จากการศึกษาครั้งนี้เครื่องเทศ 6 ชนิด เช่น พริกไทยป่น อบเชย ชะเอม ขมิ้นขาว เม็กผักชี และขิงสด จะถูกใช้ในสูตรการผลิต และพบว่าการใช้ขมิ้นขาวสกร้อยละ 4.0 ร่วมกับเครื่องเทศหลักคือ กระเทียมสกร้อยละ 4.0 และพริกขี้หนูบดละเอียดสกร้อยละ 2.0 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตกรดแลคติกในหมัก ซึ่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติกคิดเป็นร้อยละ 1.3533 ± 0.0252 หลังจากหมักได้ 48 ชั่วโมง และมีความเป็นกรดเป็นค่าเท่ากับ 4.30 ± 0.01 โดยที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ถูกใช้ไปถึงร้อยละ 92.28 เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสภาพเป็นกรดมากขึ้นเมื่อเสร็จจากการผลิต มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วเพื่อพัฒนาสีที่ปรากฏ มีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนลดลงต่ำกว่าปกติคือ มีเหลืออยู่ประมาณ 123.4100 ± 0.6928 ส่วนในล้านส่วน และเมื่อหมักได้ 48 ชั่วโมง คงเหลือปริมาณ ไนโตรเจนประมาณ 20.6167 ± 0.8372 ส่วนในล้านส่วนในผลิตภัณฑ์ ในด้านการทดสอบชิม ผู้บริโภคไม่ยอมรับและไม่ชอบผลิตภัณฑ์หมักที่ใส่อบเชยในสูตรการผลิต แต่ถ้าหากมีการใช้เครื่องเทศอื่น ๆ จะมีการยอมรับและชอบผลิตภัณฑ์ในลักษณะรวมมากกว่า.

คำนำ

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมักโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมนั้น เชื้อแบคทีเรียที่เติมลงไปในสูตรจะใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรตในการผลิตกรดแลคติก ส่วนเครื่องเทศที่เติมนอกจากจะเป็นส่วนประกอบที่ให้รสชาติและกลิ่นตามธรรมชาติแก่ผลิตภัณฑ์แล้ว ยังพบว่าเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการผลิตกรดแลคติก โดยเฉพาะกระเทียมสด (Wriyacharee, 1990) เครื่องเทศธรรมชาติที่ใช้ในสูตรการผลิต ได้กรอกหมักอย่างเหมาะสม จะมีผลโดยตรงต่ออัตราเร็วของการหมัก โดยจะเป็นตัวกระตุ้นให้เชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดได้มีการสร้างกรดอย่างมีประสิทธิภาพ (Ingolf and Skjelkvale, 1982) จากการสังเกตของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก เครื่องเทศที่มีผลต่อการกระตุ้นการผลิตได้แก่ พริกไทยดำ พริกไทยขาว มีสาคด กระเทียมผง เครื่องเทศชนิดที่มีกลิ่นอบเชย จันทน์ และกานพลู ถูกจำหน่ายในรูปของผงจันทน์เทศ อบเชย และพริกไทยแดง เป็นต้น (Bacus, 1984) อย่างไรก็ตามอัตราการผลิตกรดก็ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเครื่องเทศที่ใช้ และชนิดของเครื่องเทศ คลอดจนชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปเชื้อแบคทีเรียประเภท *Lactobacilli* มักจะถูกกระตุ้นให้มีการผลิตกรดโดยเครื่องเทศมากกว่าเชื้อแบคทีเรียประเภท *Pediococci* (Bacus, 1984) การใช้เครื่องเทศผสมหลาย ๆ ชนิด จะทำให้อัตราเร็วของการหมักสั้นกว่าการใช้เครื่องเทศชนิดเดียวในสูตรการผลิต นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้มีการผลิตกรดก็ยังขึ้นกับพื้นที่ปลูกเครื่องเทศนั้น ๆ และส่วนประกอบในเครื่องเทศดังกล่าว.

ได้มีการจำแนกส่วนประกอบในเครื่องเทศ โดยเฉพาะแมงกานีส มาใช้ศึกษาถึงประสิทธิภาพการผลิตกรดพบว่า แมงกานีสเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นให้มีการผลิตกรดในระหว่างการหมัก (Zaika and Kissinger; 1979, 1984) แมงกานีสเป็นปัจจัยร่วมที่เชื้อแบค-

ที่เรียกผลิตกรดแลกติกได้ต้องการเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ของเอ็นไซม์ในวิถีทางการเจริญเติบโตและการสร้างกรด รวมถึงเอ็นไซม์หลักในวิถีทางไกลโคไลซิส (Glycolysis) และ Fructose 1-6 diphosphate aldolase การผลิตกรดจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นถ้า หากมีการเพิ่มความเข้มข้นของแมงกานีส อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ได้กรอกหมักที่ปราศจากเครื่องเทศในสูตร แต่มีการเติมแมงกานีสแทนในระดับ 10^{-5} M จะมีประสิทธิภาพในการผลิตกรดคล้าย ๆ กับการผลิตได้กรอกหมักที่ใช้เฉพาะเครื่องเทศอย่างเดียว (Bacus, 1984).

นอกจากนี้เครื่องเทศธรรมชาติบางชนิดมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย โดยเฉพาะการใช้สิ่งสกัดที่ได้จากเครื่องเทศ เช่น พริกไทย แต่บางการทดลองแนะนำว่า ถ้าหากมีการใช้ระดับของเครื่องเทศที่ปกติในสูตรการผลิตได้กรอกหมัก จะไม่มีผลเพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ถ้าหากเครื่องเทศดังกล่าวไม่ถูกนำไปใช้ในลักษณะน้ำมันหอมระเหย (Salzer *et al.*, 1977) การเตรียมน้ำมันหอมระเหยประเภท Oleoresin ที่ปราศจากแมงกานีสจะไม่ผลต่อการหมัก แต่ถ้าหากน้ำมันหอมระเหยที่มีอยู่ในเครื่องเทศธรรมชาติจะมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโต และการสร้างกรดของเชื้อแบคทีเรียเริ่มต้นที่ใช้ในทางการค้า (Ingolf and Skjelkvale, 1982) อย่างไรก็ตามการนำเครื่องเทศมาใช้ในสูตรการผลิตได้กรอกหมัก นอกจากจะเป็นการกระตุ้นให้มีการผลิตกรดได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภคสามารถยอมรับได้.

การวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาว่า การใช้เครื่องเทศที่น่าจะเป็นไปได้ในสูตรการผลิตแทนมโคใช้เชื้อวิธีเริ่มต้นผสมประเภทใด จะมีความเหมาะสมมากที่สุดต่อการยอมรับของผู้บริโภค และมีประสิทธิภาพที่ดีต่อการผลิตกรดแลกติกโดยเชื้อวิธีเริ่มต้นผสมที่ใช้ในกระบวนการผลิต.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การเตรียมเครื่องเทศและสิ่งทดลอง

เครื่องเทศที่ใช้ในสูตรการผลิตหลักได้แก่ กระเทียมสด และพริกชี้หนู ซึ่งเครื่องเทศทั้งสองจะถูกเตรียมโดยการปอกเปลือก หรือเคี้ยวพริก และนำมาบดแยกเก็บไว้ก่อนการผลิต ส่วนเครื่องเทศที่จะเติมลงไปรวมในสูตรเพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมในการใช้ร่วมกัน ทั้งในแง่การยอมรับของผู้บริโภค และประสิทธิภาพในการผลิตกรดนั้น ถูกจำแนกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นของสด เช่น ขิงสด ขมิ้นขาว ส่วนกลุ่มที่สองเป็นของแห้ง เช่น พริกไทย อบเชย ชะเอม เม็ดผักชี เป็นต้น ถ้าเป็นของสดจะนำมาล้างและซูดเอาเปลือกออก จะนำไปบดก่อนการผลิต ส่วนของแห้งจะนำมาบดให้มีลักษณะผงก่อนนำมาผลิต การทดลองครั้งนี้จะแบ่งสิ่งทดลองเป็น 6 สิ่งทดลอง ดังนี้ :

สิ่งทดลองที่ 1	ใช้พริกไทยผง	ร้อยละ 0.2
สิ่งทดลองที่ 2	ใช้ใบเซยผง	ร้อยละ 0.2
สิ่งทดลองที่ 3	ใช้ชะเอมผง	ร้อยละ 0.2
สิ่งทดลองที่ 4	ใช้ขมิ้นขาวบดละเอียด	ร้อยละ 4.0
สิ่งทดลองที่ 5	ใช้เม็ดผักชีผง	ร้อยละ 0.2
สิ่งทดลองที่ 6	ใช้ขิงสับละเอียด	ร้อยละ 4.0

โดยเครื่องเทศที่ใช้ดังกล่าวข้างต้นนี้จะผสมรวมกับส่วนประกอบของเครื่องผสมในการผลิตแหนม โดยมีสัดส่วนดังตารางที่ 1.

Table 1. Ingredients and quantity for nham production made with mixed bacterial starter cultures (Spices as the main studied factors).

Ingredients	Quantity
Meat system :	
Ground lean pork (%)	80
Sliced pork skin (%)	20
Curing agents :	% of meat system
Sodium chloride (NaCl)	3
Sodium nitrate (NaNO_3)	0.03
Sodium nitrite (NaNO_2)	0.02
Sodium tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$)	0.3
Sodium erythobate	0.05
Starter cultures :	cfu/g of meat system
<i>Lactobacillus plantarum</i>	10^3
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	10^6
<i>Micrococcus varians</i>	10^3
Carbohydrate source :	% of meat system
Glucose	0.5
Cooked rice	3
Sticky rice	1
Seasonings :	% of meat system
Minced garlic	4
Minced bird chilli	2
MSG	0.2
White pepper, cinnamon, licorice coriander seed	0.2 *
White turmeric, fresh ginger	4.0 *

* Factors for study

กระบวนการผลิตแหนมโดยใช้เทคโนโลยีเชิอบริสุทธิเริ่มต้นผสม : นำเนื้อหมูมาละเอียดอ่อนหมูออกให้มากที่สุด ล้างด้วยน้ำสะอาดและสะเด็ดน้ำเช็ดด้วยผ้าแห้งสะอาด นำมาบดด้วยเครื่องบดเนื้อและนำไปเก็บในช่องเย็นอุณหภูมิต่ำ (5 องศาเซลเซียส) ส่วนหนังหมูนำมาละเอียดอ่อนส่วนมันออกให้มากที่สุด นำมาต้มและหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 0.1 x 2-4 เซนติเมตร เก็บในช่องเย็นเช่นกัน ทำการเตรียมกระเทียมสับคุด พริกขี้หนูบด กุ้งโคส ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว เกลือแกง โซเดียมไนเตรท โซเดียมไนไตรท์ โซเดียมไตรฟอสเฟต โซเดียมฮิสโธเบท และ สัตว์ส่วนเครื่องเทศที่แตกต่างกันในสิ่งทดลองต่าง ๆ (ตารางที่ 1).

ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันด้วยเครื่องผสมความเร็วรอบ 40 รอบต่อนาที ประมาณ 1 นาที จึงเติมเชิอบริสุทธิเริ่มต้นผสมที่เตรียมขึ้นในปริมาณที่แสดงในตารางที่ 1 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมความเร็ว 40 รอบต่อนาที ประมาณ 2 นาที นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในเครื่อง Stuffer และอัดส่วนผสมเข้าสู่ถุงพลาสติกรูปทรงกระบอก รัดปลายให้แน่นด้วยยางหรือ Cilp เหล็ก นำไปบ่มเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส.

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

ก่อนที่จะนำไปเติมในกระบวนการผลิตแหนมเชิอบริสุทธิเริ่มต้นข้างต้น จะถูกนำมาเจือจางในสัดส่วนที่เหมาะสม และตรวจนับจำนวนในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar สำหรับเชื้อแบคทีเรียที่สามารถสร้างกรดแลคติกได้ และในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI agar สำหรับเชื้อแบคทีเรียที่สามารถรีดิวส์ไนเตรทไปเป็นไนไตรท์ได้ อย่างไรก็ตามเชื้อเริ่มต้นทั้งสามประเภทจะถูกเตรียมขึ้นก่อนการผลิตแหนม ตามเวลาและอุณหภูมิที่กำหนดข้างต้นเสมอ เพื่อให้เชื้อมีกิจกรรมที่ดีจึงจะนำไปเติมในกระบวนการ ตามสัดส่วนที่กำหนดในตารางที่ 1.

การวิเคราะห์ทางเคมี : แหนมที่เตรียมได้จากสิ่งทดลองต่าง ๆ ข้างต้น จะถูกเก็บไว้ในตู้เย็น (Incubator) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส การเก็บตัวอย่างแหนมมาวิเคราะห์ทางด้านเคมี ทำใน 2 ช่วงเวลาคือ หลังจากเสร็จการผลิต (0 วัน) และหลังจากผ่านการหมักไป 48 ชั่วโมง (2 วัน) โดยทำการสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ทางด้านเคมี คือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติก (Total acidity as lactic acid) ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ (Reducing sugars) ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) และปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ (Residual nitrite) ตามวิธีของ AOAC (1984), Miller (1959), Pearson (1976), Winyacharee (1990) และ วิธียจารี กับ หันพงศ์กิตติกุล (2533, 2535).

การทดสอบทางค่านประสาทสัมผัส : ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการหมักมาแล้ว 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะนำมาทดสอบทางค่านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค เพื่อศึกษาความชอบต่อลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เช่น ในด้านสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ (Colour) ความแน่นเนื้อ (Firmness) ความเปรี้ยว (Sourness) ความมีกลิ่นเครื่องเทศ (Spiciness) และ การยอมรับรวม (Overall acceptability) โดยนำตัวอย่างทั้งหมดทั้ง 6 สิ่งทดสอบมาทำการทดสอบชิม โดยการให้คะแนนตามความชอบในลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวของแต่ละท่าน โดยสเกลการให้คะแนนจะใช้แบบ 5-point hedonic scaling method ซึ่งการทดสอบชิมครั้งนี้จะใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป 16 ท่าน ทำการทดสอบและประเมินค่าดังกล่าว (Larmond, 1977 ; Gatchalian, 1981 ; Institute of Food Technologists, 1981 และ วิริยจารี, 2535).

การวิเคราะห์และแปรผล : ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะนำมาหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการวิเคราะห์ทางสถิติ Analysis of variance โดยใช้ Stat-Packets Package (Walonick, 1987).

ผลการทดลองและวิจารณ์

สูตรการผลิตหมกโดยใช้เทคโนโลยีเชิอบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมนม และการเติมแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมคือ ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ลงไปในสูตรรวมกับการเติมเกลือลงไปด้วย เพื่อให้เชิอบริสุทธิ์ที่เติมลงไปสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และผลิตรกคแตคคิ และรติวสในแตรทไปเป็นไนโตรท์ เพื่อให้หมกมีคุณภาพทางค่านความแน่นเนื้อและสีที่ปรากฏที่ดี (Wriyacharee, 1990) อย่างไรก็ตามการเติมเครื่องเทศลงไปสูตร นอกจากจะมีผลต่อการยอมรับในแง่กลิ่นรสชาติแล้ว ยังมีส่วนในการกระตุ้นให้มีการผลิตรกคแตคคิอย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย (Bacus, 1984) ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่า จากการให้เครื่องเทศที่แตกต่างกันในสูตรหมก ทำให้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวส์เริ่มต้นหลังการผลิตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ โดยการใช้เครื่องเทศประเภทอบเชย และขมิ้นขาว มีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ค่อนข้างมาก คิดเป็นร้อยละ 0.9449-0.9731 (ตารางที่ 2) อีกทั้งพบว่าถ้ามีการใช้ขิงสดจะทำให้ได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์คิดเป็นร้อยละ 0.8056 ซึ่งค่าสุดในกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ การเกิดความแตกต่างอย่างรวดเร็วทั้ง ๆ ที่เพิ่งเสร็จสิ้นการผลิตนี้อาจเนื่องมาจากเครื่องเทศที่เติมลงไป แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพการกระตุ้นการผลิตรกคคันทิที่แตกต่างกันนั่นเอง อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยรวมของปริมาณน้ำตาลรีดิวส์คิดเป็นร้อยละ 0.8921 ± 0.0627 ซึ่งหลังจากทำการหมักไปได้ 48 ชั่วโมง ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์จะลดลงลงเหลือเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 0.1882 ± 0.1334 และพบว่าการใช้เครื่องเทศที่เป็นขมิ้นขาวคงเหลือน้ำตาลรีดิวส์คิดเป็นร้อยละ 0.3700 ± 0.0194 และ 0.3494 ± 0.0099 ตามลำดับ และคงเหลือค่อนข้างมากที่สุดในกลุ่ม

ทดลอง (ตารางที่ 2) ถ้าพิจารณาถึงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ถูกใช้ไปในระหว่างการหมัก พบว่า การใช้ขมิ้นขาวจะทำให้เชื้อแบคทีเรียในน้ำตาลรีดิวซ์ไปได้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 97.28 และ รองลงมาคือการใช้ขิงสดในสูตร มีการใช้น้ำตาลรีดิวซ์ไปคิดเป็นร้อยละ 89.40 สาเหตุเช่นนี้อาจ เนื่องมาจากความเข้มข้นที่ค่อนข้างมาก (ร้อยละ 4) ถูกเติมลงไปในสูตร อีกทั้งเป็นเครื่องเทศธรรมชาติที่สุด ซึ่งอาจมีผลต่อการกระตุ้นการผลิตกรดที่ต่ำกว่าเครื่องเทศที่เป็นของแห้ง.

Table 2. Reduction sugars content after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	Reducing sugars (%)+Standard deviation		Used reducing sugars (%)
	after production	after 48 hours of fermentation	
1	0.9013±0.0111 ^a	0.3700±0.0194 ^a	58.95
2	0.9731±0.0223 ^b	0.3494±0.0099 ^a	64.09
3	0.8378±0.0320 ^c	0.1445±0.0089 ^b	82.75
4	0.9449±0.0096 ^b	0.0257±0.0445 ^c	92.28
5	0.8899±0.0138 ^a	0.1540±0.0096 ^b	82.69
6	0.8056±0.0410 ^c	0.0854±0.0034 ^d	89.40
Total	0.8921±0.0627	0.1882±0.1334	78.90

Note : Mean within column (except column of used reducing sugars) with different superscripts differ significantly at P<0.05.

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดเนื่องมาจากการสลายคาร์โบไฮเดรตคือ ข้าวเจ้า และ ข้าวเหนียว ซึ่งเป็นพวก Polysaccharides ให้กลายเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวคือ น้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งจากการทดลองพบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่หลังจากผลิตเสร็จมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 3.1461±0.3030 (ดังแสดงในตารางที่ 3) แต่หลังจากทำการหมักไปได้นาน 2 วัน ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีการลดลง และพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้ขะเอนในสูตรการผลิตคงเหลือปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.01 คิดเป็นร้อยละ 1.7867±0.0681 เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่น้ำตาลรีดิวซ์ถูกใช้ไปถึงร้อยละ 82.75 (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตามสิ่งทดลองที่ใช้ขมิ้นขาวและขิงสด มีการใช้น้ำตาลรีดิวซ์อย่างมีประสิทธิภาพ และคงเหลือปริมาณคาร์โบไฮเดรตคิดเป็นร้อยละ 2.2700±2.2833 (ตารางที่ 3) ในสูตรการผลิต ซึ่งปริมาณดังกล่าวก็ค่อนข้างต่ำเช่นกัน.

Table 3. Carbohydrate content after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	Carbohydrate content (%)±Standard deviation	
	after production	after 48 hours of fermentation
1	3.2867±0.0379	2.4133±0.0802 ^a
2	3.4567±0.0513	2.2367±0.0635 ^b
3	3.1500±0.2623	1.7867±0.0681 ^c
4	3.1433±0.3522	2.2700±0.0557 ^b
5	3.0933±0.4043	2.3267±0.0153 ^{ab}
6	2.7467±0.0462	2.2833±0.0404 ^b
Total	3.1461±0.3030	2.2194±0.2128

Note : Mean within column with different superscripts differ significantly at $P<0.05$.

น้ำตาลรีควิสต์ที่ถูกเปลี่ยนมาจากคาร์โบไฮเดรตจะถูกนำไปใช้เพื่อการผลิตกรดแลกติก มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ลดลง จากเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยคิดเป็น 6.10 ± 0.05 ลงเหลือ 4.47 ± 0.11 หลังจากทำการหมักได้ 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) และพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้ขมิ้นขาวในสูตรการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตกรดแลกติก ทำให้ pH ลดลงมากที่สุด ($pH = 4.30\pm0.01$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ อีกทั้งพบว่า การใช้ขิงสดมีประสิทธิภาพรองลงมา ($pH = 4.36\pm0.01$) และการใช้ชะเอมมีประสิทธิภาพเป็นอันดับสาม คือ มี pH เท่ากับ 4.49 ± 0.01 (ตารางที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลรีควิสต์ที่ถูกใช้ไปหลังจากการหมักได้ 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 2) ที่สิ่งทดลองมีการใช้น้ำตาลรีควิสต์คิดเป็นร้อยละ 92.28, 89.40 และ 82.75 ตามลำดับ.

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดทั้งหมด ซึ่งจากการทดลองผลิตภัณฑ์หมักที่มีการใช้เครื่องเทศที่แตกต่างกันก็มีผลต่อปริมาณความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลกติกที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ หลังจากการผลิต (ดังตารางที่ 5) กล่าวคือ สิ่งทดลองที่ใช้ขิงสดทำให้มีปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 0.6467 ± 0.0289 สูงกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ และสิ่งทดลองที่ทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดรองลงมาก็คือ สิ่งทดลองที่ใช้ขมิ้นขาวและเม็ดผักชีในสูตรการผลิต ทำให้มีค่าความเป็นกรดคิดเทียบกรดแลกติกคิดเป็นร้อยละ 0.6300 ± 0.0000 (ตารางที่ 5) หลังจากทำการ

Table 4. pH value after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	pH±Standard deviation	
	after production	after 48 hours of fermentation
1	6.17±0.02 ^a	4.58±0.01 ^a
2	6.11±0.03 ^a	4.59±0.01 ^a
3	6.13±0.02 ^a	4.49±0.01 ^b
4	6.07±0.03 ^{abc}	4.30±0.01 ^c
5	6.09±0.05 ^{abc}	4.51±0.01 ^a
6	6.04±0.04 ^c	4.36±0.04 ^c
Total	6.10±0.05	4.47±0.11

Note : Mean within column with different superscripts differ significantly at $P<0.05$.

Table 5. Total acidity as lactic acid after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	Total acidity (% as lactic acid)±Standard deviation	
	after production	after 48 hours of fermentation
1	0.6167±0.0231 ^a	1.1200±0.0173 ^a
2	0.6033±0.0231 ^a	1.1467±0.0252 ^a
3	0.5567±0.0289 ^b	1.1900±0.0265 ^a
4	0.6300±0.0000 ^a	1.3533±0.0252 ^b
5	0.6300±0.0000 ^a	1.1433±0.0902 ^a
6	0.6467±0.0289 ^c	1.2900±0.0200 ^b
Total	0.6139±0.0347	1.2072±0.0949

Note : Mean within column with different superscripts differ significantly at $P<0.05$.

หมักไปได้ 48 ชั่วโมง ค่าความเป็นกรดทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 1.2072 ± 0.0949 และพบว่าสิ่งทดลองที่มีการใช้หมักขาวและชิงสดในสูตรการผลิต ทำให้ค่าความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ กล่าวคือ มีค่าความเป็นกรดทั้งหมดคิดเทียบกรดแลคติก ร้อยละ 1.3533 ± 0.0252 และ 1.2900 ± 0.0200 ตามลำดับ (ตารางที่ 5).

Table 6. Residual nitrite after nham production and after 48 hours of fermentation with different types of spices.

Treatment	Residual nitrite (ppm) $\pm$ Standard deviation	
	after production	after 48 hours of fermentation
1	154.4033 ± 2.4150^a	19.9700 ± 1.0088^a
2	181.7700 ± 2.7886^b	22.5433 ± 0.4850^b
3	191.4300 ± 2.7886^c	21.7400 ± 0.5854^b
4	123.4100 ± 0.6928^d	20.6167 ± 0.8372^{ab}
5	161.6467 ± 2.4150^c	23.0267 ± 0.8372^b
6	114.9600 ± 1.8429^f	20.8533 ± 0.6407^{ab}
Total	154.6033 ± 28.8278	21.4583 ± 1.2779

Note : Mean within column with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$.

การใช้ในเตรทและในไตรท์ในสูตรการผลิตก็เพื่อให้เกิดการพัฒนาสีที่ปรากฏที่ดีของผลิตภัณฑ์ และจากการทดลองพบว่าการใช้เครื่องเทศแตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณไนไตรท์ที่เหลือในผลิตภัณฑ์หลังจากผลิตเสร็จมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ โดยที่การใช้หมักขาว และชิงสด มีปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ที่ต่ำกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$ กล่าวคือ มีปริมาณไนไตรท์ที่เหลือคิดเป็น 123.4100 ± 0.6928 และ 114.9600 ± 1.8429 ส่วนในด้านส่วน ตามลำดับ (ตารางที่ 6) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการที่ใช้เครื่องเทศทั้งสองชนิดดังกล่าวมีผลทำให้ pH หรือความเป็นกรดทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในช่วงหลังการผลิตเสร็จ (ตารางที่ 4 และ 5) ทำให้ไนไตรท์มีการเปลี่ยนแปลงเป็นไนไตรคออกไซด์ และรวมตัวกับโมโนโกลบินของเนื้ออย่างรวดเร็ว ซึ่งสภาพเช่นนี้มักเกิดในสภาวะที่เป็นกรด (Winyacharee, 1990 ; Bacus, 1984) จากเหตุการณ์ดังกล่าวจึงทำให้ปริมาณไนไตรท์ที่เหลืออยู่ลดลงค่อนข้างมากและรวดเร็วกว่าสิ่งทดลองอื่น ๆ แต่เมื่อทำการหมักไปได้ 48 ชั่วโมง ปริมาณไนไตรท์ที่เหลือก็ลดลง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.01$ ในระหว่างสิ่งทดลองและสิ่งทดลองที่ใช้หมักขาวและชิงสด มีปริมาณไนไตรท์

เหลืออยู่น้อยกว่าสิ่งทดสอบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ กล่าวคือ มีปริมาณไนโตรเจนเหลืออยู่คิดเป็น 20.6167 ± 0.8372 และ 20.8533 ± 0.6407 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ยกเว้นสิ่งทดสอบที่ใช้พริกไทยในสูตรการผลิต ที่มีปริมาณไนโตรเจนเหลืออยู่ต่ำสุดคือ 19.9700 ± 1.0088 ส่วนในล้านส่วน.

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 สิ่งทดสอบ นำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เพื่อหาความชอบในแต่ละลักษณะของผลิตภัณฑ์ พบว่า ในด้านสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในสิ่งทดสอบทั้งหมดที่ทดสอบ กล่าวคือ มีสเกลความชอบในด้านสีที่ปรากฏเฉลี่ยเท่ากับ 3.46 ± 0.82 (ตารางที่ 7).

สิ่งทดสอบที่ใช้อบเชยในสูตรการผลิตพบว่า มีความชอบในด้านความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ คือ มีสเกลความชอบในความแน่นเนื้อเท่ากับ 2.69 ± 0.87 แต่สิ่งทดสอบที่ใช้พริกไทย ชะอม เม็ดผักชี และขิงสด มีสเกลความชอบในด้านนี้มากที่สุดคือ 3.50 ± 0.52 ถึง 3.44 ± 0.51 ส่วนการใช้ขมิ้นขาว และขิงสดในสูตรผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคมีความชอบในด้านความแน่นเนื้อปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ คือ มีสเกลความชอบเท่ากับ 3.06 ± 0.77 และ 3.44 ± 0.51 ตามลำดับ (ตารางที่ 7).

Table 7. Sensory evaluation of nham made with mixed bacterial starter cultures and different types of spices.

Treatment	Colour	Firmness	Sourness	Spiciness	Overall acceptability
1	$3.62 \pm 0.81^*$	3.44 ± 0.51^a	3.75 ± 0.68^a	3.25 ± 0.86^a	3.38 ± 0.50^a
2	3.50 ± 0.73	2.69 ± 0.87^b	2.31 ± 0.70^b	1.44 ± 0.51^b	1.81 ± 0.66^b
3	3.06 ± 0.93	3.50 ± 0.52^a	3.56 ± 0.63^a	2.94 ± 0.57^a	3.69 ± 0.70^a
4	3.38 ± 0.96	3.06 ± 0.77^c	3.69 ± 0.70^a	3.19 ± 0.40^a	3.38 ± 0.88^a
5	3.75 ± 0.45	3.44 ± 0.51^a	3.38 ± 0.81^a	3.44 ± 1.81^{ac}	3.31 ± 1.01^a
6	3.44 ± 0.89	3.25 ± 0.68^{ac}	3.06 ± 0.77^{ac}	2.94 ± 0.85^a	3.19 ± 1.05^a
Total	3.46 ± 0.82	3.23 ± 0.70	3.29 ± 0.86	2.86 ± 0.95	3.12 ± 1.01

Note : * mean+standard deviation

1 use 16 general panelists

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

3 large score means better attribute than small score.

สิ่งทดลองที่ใช้อบเชยในสูตรการผลิต ผู้บริโภคมีความชอบในด้านความเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (มีสเกลความชอบเท่ากับ 2.31 ± 0.70) แต่สิ่งทดลองอื่น ๆ ผู้บริโภคมีความชอบในด้านนี้ค่อนข้างสูงคือ มีสเกลความชอบเท่ากับ 3.06 ± 0.77 ถึง 3.75 ± 0.68 แต่สิ่งทดลองที่ใช้ซึ่งสกลในสูตรผู้บริโภคมีความชอบทางด้านความเปรี้ยวค่อนข้างต่ำคือ มีสเกล 3.06 ± 0.77 (ตารางที่ 7).

ผู้บริโภคทำการทดสอบชิมในแง่ความชอบทางด้านกลิ่นของเครื่องเทศแล้ว มีความชอบของสูตรที่ใช้เมล็ดผักชีเป็นเครื่องเทศมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (มีสเกลความชอบเท่ากับ 3.44 ± 0.81) ส่วนสูตรอื่น ๆ ยกเว้นสูตรที่ใช้อบเชยเป็นเครื่องเทศ ผู้บริโภคมีความชอบปานกลางคือ มีสเกลระหว่าง 2.94 ± 0.57 ถึง 3.25 ± 0.86 และผู้บริโภคไม่ชอบกลิ่นอบเชยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ คือ มีสเกลความชอบกลิ่นเครื่องเทศเท่ากับ 1.44 ± 0.51 (ตารางที่ 7).

ในด้านการยอมรับรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แหนมที่ผลิตจากการใช้เครื่องเทศที่แตกต่างกันพบว่า ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ที่ใช้เครื่องเทศต่าง ๆ ยกเว้นอบเชยในสูตรการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ ซึ่งผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้อบเชยในสูตรการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.01$ คือ มีสเกลการยอมรับรวมเท่ากับ 1.81 ± 0.66 (ตารางที่ 7).

ดังนั้น จากการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์แหนมที่ผลิตจากการใช้เครื่องเทศต่างกันั้นเครื่องเทศที่เป็นอบเชยในสูตรการผลิตไม่เหมาะสมต่อการผลิต ผู้บริโภคไม่ยอมรับและไม่ชอบกลิ่นอบเชยอย่างมาก แต่การใช้เครื่องเทศอื่น ๆ ในการทดลองครั้งนี้มีการยอมรับและความชอบในลักษณะดี ความแน่นเนื้อ ความเปรี้ยว และกลิ่นเครื่องเทศ ที่ดีพอสมควรต่อการให้ผลิตเพื่อให้ผู้บริโภคมีการยอมรับได้.

สรุปผลการทดลอง

ผลิตภัณฑ์แหนมที่ผลิตโดยใช้เครื่องเทศสด โดยเฉพาะการใช้ขมิ้นขาวในสูตรการผลิตรวมกับการใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้นผสมในกระบวนการผลิต ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีการยอมรับที่ดี ผู้บริโภคมีความชอบต่อลักษณะต่าง ๆ โดยทั่วไปที่ค่อนข้างดี และการใช้ขมิ้นขาวสดมีผลต่อการกระตุ้นการผลิตกรดแลคติก โดยเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ค่าความเป็นกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และ pH ลดต่ำลงเช่นกัน ซึ่งมีผลต่อการสร้างสภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการหมักให้มีสภาพกรดอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้เกิดการพัฒนาสีที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ด้วย.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนการวิจัย มา ณ โอกาสนี้ด้วย.

เอกสารอ้างอิง

- วริยจารี, ไพโรจน์. (2535). การวางแผนและการวิเคราะห์ทางค่านประสาธสัมพันธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วริยจารี, ไพโรจน์. และ หันพงศ์กิตติกุล, อริญ. (2533, 2535). ปฏิบัติการอุตสาหกรรมการหมัก. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. (1984). Official methods of Analysis (13th ed.) Association of Official Analyticalists, Washington D.C., USA.
- Bacus, J. (1984). Utilization of Microorganisms in Meat Processing. Research Studies Press. Ltd., England.
- Gatchalian, M.M. (1981). Sensory Evaluation Methods with Statistical Analysis. Collage of Home Economics, University of the Philippines, Philippines.
- Ingolf, F.N., and Skjelkvale, R. (1982). Effect of natural spices and oleoresins on *Lactobacillus plantarum* in fermentation of dry sausage. J. Food Sci. 47: 1618-1621 and 1625.
- Institute of Food Technologists. (1981). Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Food Technology 35(11) : 50-58.
- Larmond, E. 1977. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Research Branch, Canada Department of Agriculture, Publication 1637, Food Research Institute, Ottawa, Ont.
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. Analytical Chemistry 31: 426-428.
- Pearson, D. (1975). The Chemical Analysis of Foods. Churchill Livingstone. London and New York.
- Salzer, U.J., Broeker, U., Klie, H.F. and Liepe, H.U. (1977). Effect of pepper and pepper constituents on the microflora of sausage products. Fleischwirtschaft 57(11) : 2011-2014.
- Walonick, D.S. (1987). Stat-Packets. Walonick Associates Inc., Minneapolis, MN.
- Wriyacharee, 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.
- Zaika, L.L., and Kissinger, J.C. (1979). Effect of some spices and acid production by starter cultures. J. Food Protect. 42: 572-576.
- Zaika, L.L., and Kissinger, J.C. (1984). Fermentation enhancement by spices : Identification of active component. J. Food Sci., 48: 5-9.