ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมหน่อไม้ด้วยกล้าเชื้อโพรไบโอติก

Development of Fermented Bamboo Shoots with Probiotic Starter Culture

ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์* และ เจริญ เจริญชัย

Palida Tanganurat* and Chareon Chareonchai

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding author e-mail: palida_t@rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

Article history:

Received: December 22, 2021

Revised: May 18, 2022

Accepted: June 2, 2022

Available online: June 13, 2022

DOI: 10.14456/jarst.2022.7

Keywords: fermented bamboo shoots, probiotic, starter culture

ABSTRACT

The objectives of this research were to develop fermented bamboo shoots with probiotic starter *Pediococcus pentosaceus* (MG12) and *Lactobacillus plantarum* (M29). The optimum formula and concentration of starter culture during fermentation time on properties of fermented bamboo shoots the result revealed that the formula that MSG and sugar added showed the highest mean score in term of odor, taste and overall liking (P≤0.05). Besides, pH of the fermented bamboo shoots was between 3.68-3.89 at the end of fermentation time for 3 days. Then the formula that MSG and sugar added was selected for further investigation. The different concentrations of mixed probiotic starter powder between *Ped. pentosaceus* (MG12) and *Lac. plantarum* (M29) ratios of 1:1 (0, 0.5, 1.0, and 1.5% w/w) were studied. The results revealed that usage of probiotic starter cultures affected L* value, pH and total acidity (lactic acid). Fermented bamboo shoots inoculated with starter cultures had higher L* value and total acidity (P≤0.05), but lower pH than control (P≤0.05). The sensory evaluation by a 9-point hedonic scale exhibited that 0.5% w/w starter culture received the highest liking score for taste and overall liking. Microbiological analysis

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

of bamboo shoots Nham indicated that *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens,* and *Staphylococcus aureus* were not detected. *Escherichia coli* were < 3 MPN/g. Yeast and mold counts were <10 CFU/g. The survival of probiotic starter cultures in bamboo shoot Nham were more than 6 log CFU/g that complied with probiotic product standards.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมหน่อไม้หมักด้วยกล้าเชื้อโพรไบโอติก *Pediococcus pentosaceus* (MG12) และ *Lactobacillus plantarum* (M29) หาสูตรที่เหมาะสมและผลของปริมาณของกล้าเชื้อระหว่างการหมักต่อสมบัติของแหนมหน่อไม้ พบว่าสูตรที่เติมผงชูรส และน้ำตาลทราย ได้คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุดด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวม (P≤0.05) ขณะที่แหนมหน่อไม้มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.68-3.89 เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำสูตรที่เติมผงชูรส และน้ำตาลทราย ไปศึกษาต่อโดยใช้ปริมาณ ผงกล้าเชื้อโพรไบโอติกผสมระหว่าง *Ped. pentosaceus* (MG12) และ *Lac. plantarum* (M29) อัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (0, 0.5, 1.0 และ 1.5% โดยน้ำหนัก) พบว่ากล้าเชื้อโพรไบโอติกส่งผลต่อค่าความสว่าง ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณกรดแลคติกทั้งหมด แหนมหน่อไม้ที่เติมกล้าเชื้อทำให้ค่าความสว่างและปริมาณกรดทั้งหมดสูงกว่าแต่ค่าความเป็นกรดด่างลดลงกว่าชุดควบคุม (P≤0.05) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าการเติมกล้าเชื้อปริมาณ 0.5% โดยน้ำหนักได้คะแนนความชอบด้านรสชาติ และความชอบรวมสูงที่สุด การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของแหนมหน่อไม้ไม่พบ *Salmonella spp.*, *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* ส่วนจำนวน *Escherichia coli* ไม่เกิน 3 MPN/g และยีสต์ราน้อยกว่า 10 CFU/g มีจำนวนโพรไบโอติกที่มีชีวิตคงเหลือในผลิตภัณฑ์แหนมหน่อไม้มากกว่า 6 log CFU/g ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก

คำสำคัญ: แหนมหน่อไม้ จุลินทรีย์โพรไบโอติก กล้าเชื้อ

บทนำ

หน่อไม้ (Bamboo shoots) เป็นพืชที่ได้รับความนิยมในการบริโภค ทั้งในรูปแบบหน่อไม้สด หน่อไม้แห้ง และหน่อไม้ดอง เนื่องจากมีรสชาติอร่อย หาได้ง่ายในฤดูฝน โดยเฉพาะในประเทศในแถบภูมิภาคเอเชียมีการบริโภคหน่อไม้สูงถึง 2 ล้านตันต่อปี หน่อไม้นับเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจชุมชนและประเทศ ประเทศไทยมีมูลค่าการค้าของผลิตภัณฑ์หน่อไม้ทั้งแบบสดและแปรรูปประมาณปีละ 1,400 ล้านบาท และส่งออกไปยังต่างประเทศประมาณปีละไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบาท [1] เมื่อพิจารณาที่คุณค่าทางโภชนาการของหน่อไม้ไผ่ตงแล้ว พบว่าหน่อไม้ไผ่ตงมีปริมาณของโปรตีน กรดอะมิโน และเส้นใยสูง มีแร่ธาตุโดยเฉพาะโซเดียมและแคลเซียมอยู่จำนวนมาก สารอาหารที่พบในหน่อไม้ไผ่ตง 100 กรัม ประกอบด้วย พลังงาน 30 kcal น้ำ 91.9 กรัม เถ้า 0.8 กรัม โปรตีน 2.3 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4.8 กรัม ไฟเบอร์ 0.9 กรัม แคลเซียม 49 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 55 มิลลิกรัม เหล็ก 0.3 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 (Thiamin) 0.06 มิลลิกรัม วิตามิน บี 2 (Riboflavin) 0.06 มิลลิกรัม วิตามิน บี 3 (Niacin) 0.8 มิลลิกรัม วิตามินซี 11 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าพบสารต้านอนุมูลอิสระในหน่อไม้อีกด้วย [2]

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

ปัจจุบันเทคโนโลยีหมักดองมีต่ออุตสาหกรรมมากขึ้น เนื่องมาจากราคาวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้นในช่วงภัยแล้ง และประชากรส่วนใหญ่สนใจแปรรูปอาหารให้ใกล้เคียงธรรมชาติให้มากที่สุด ไม่มีการเจือปนของสารเคมีในกระบวนการผลิต และยังเป็นอาหารเพื่อสุขภาพอีกด้วย ซึ่งปัจจุบันอาหารหมักดองที่ได้รับความสนใจจากผู้บริโภค คือ แหนมเห็ด ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มไส้กรอกกึ่งแห้ง มีคุณค่าทางโปรตีนสูง และมีปริมาณ ไขมันต่ำ [3] เป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามาจากแหนมที่ใช้เนื้อสัตว์เป็นวัตถุดิบ อย่างไรก็ตามหน่อไม้ก็เป็นวัตถุดิบทางการเกษตรที่ยังไม่มีนักวิจัยนำมาผลิตเป็นแหนมหน่อไม้เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ปราศจากเนื้อสัตว์

หัวเชื้อหรือกล้าเชื้อบริสุทธิ์ (Starter culture) ในรูปลักษณะที่เป็นเชื้อผงนำมาใช้ได้ง่ายโดยนำเชื้อผงคลุกเคล้ากับวัตถุดิบในการผลิตแหนมในปริมาณที่พอเหมาะก็สามารถผลิตแหนมที่มีคุณภาพดี และใช้เวลาหมักน้อยกว่าการผลิตโดยไม่ใช้เชื้อหรือหมักตามธรรมชาติสำหรับการเลือกใช้เชื้อบริสุทธิ์มาเติมลงในผลิตภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพที่ดีกว่า และมีความปลอดภัยสูง มีระยะเวลาการหมักสั้นลง ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ และมีอายุการเก็บรักษาที่คงทน สำหรับเชื้อแบคทีเรียที่มีบทบาทต่อผลิตภัณฑ์เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) เพื่อให้เกิดรสเปรี้ยว และกลิ่นรสเฉพาะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus cerevisiae* [4, 8] โดยนำมาใช้ในหลายรูปแบบทั้งเชื้อเดี่ยวและเชื้อผสม เซลล์เปียก (สด) และเซลล์แห้ง (ผง) ใช้ปริมาณ 1-2 % โดยน้ำหนัก

งานวิจัยจะมุ่งเน้นพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมหน่อไม้หมักด้วยกล้าเชื้อโพรไบโอติก และนำมาวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยาและประสาทสัมผัสให้ได้ผลิตภัณฑ์พร้อมรับประทานที่มีความแปลกใหม่ ทั้งยังเสริมด้วยจุลินทรีย์โพรไบโอติก เพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำแหนมหน่อไม้

นำหน่อไม้ไผ่ตงมาสับและหั่นเป็นเส้น ๆ นำหน่อไม้ที่สับแล้วไปต้มจนเดือด เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นแล้วบีบน้ำออก นำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากันตามแต่ละสูตร ดังแสดงในตารางที่ 1 อัดใส่ถุง และมัดยางให้แน่น หมักที่อุณหภูมิห้อง 30 - 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วันหรือมีค่า pH 4.6 โดยทดสอบคุณลักษณะต่าง ๆ ของแหนมหน่อไม้ที่หมักเป็นเวลา 1, 2 และ 3 วัน ได้แก่

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมของแหนมหน่อไม้แต่ละสูตร

ส่วนผสม (%)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
หน่อไม้สับ	76.5	87	93
ข้าวเหนียว	10	4	2
กระเทียม	10	4	2
เกลือ	2.5	3	2
พริกป่นเกาหลี	1	1	1
น้ำตาลทราย	0	0.5	0
ผงชูรส	0	0.5	0

ที่มา : Praditsrigul N. et al. [5]

วัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสีในหน่วย Hunter (L*, a*, b*) วัดค่าความเป็นกรดด่าง pH ด้วยเครื่องวัด pH meter วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด Total soluble solid (TSS) ด้วย Hand refractometer และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory test) ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน

การเตรียมกล้าเชื้อ

เขี่ยเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกที่มีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอ-ติกที่คัดแยกจากตัวอย่างผักดอง [9] ได้แก่ *Pediococcus pentosaceus* (MG12) และ *Lactobacillus plantarum* (M29) มาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง MRS

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการเขี่ยโคโลนีเดี่ยวจากอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ลงในหลอดที่มีอาหารเหลว MRS ปริมาณ 5 มิลลิลิตร บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการปั่นเหวี่ยงเซลล์ด้วยความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เทสารละลายส่วนใสทิ้ง ทำการล้างเซลล์สองครั้งด้วย saline solution ที่ฆ่าเชื้อแล้ว (9 log CFU/ml) เพื่อนำไปใช้เป็นกล้าเชื้อ โดยถ่ายเชื้อ 5 % (v/w) ลงในน้ำแครอทจากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง [6] มาผสมกับสารที่ก่อให้เกิด โฟม แต่ละชนิด คือ เมโทเซลร่วมกับไข่ขาวผงในอัตราส่วน 1:1 นำเข้าเครื่องผสมอาหารเพื่อตีให้เกิดโฟม โดยใช้เครื่องตีแบบหัวตะกร้อใช้เวลาในการตีผสม 20 นาที แล้วกระจายโฟมบนถาด อบที่ 60 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาบดแล้วบรรจุในถุงฟอยล์ [7] เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

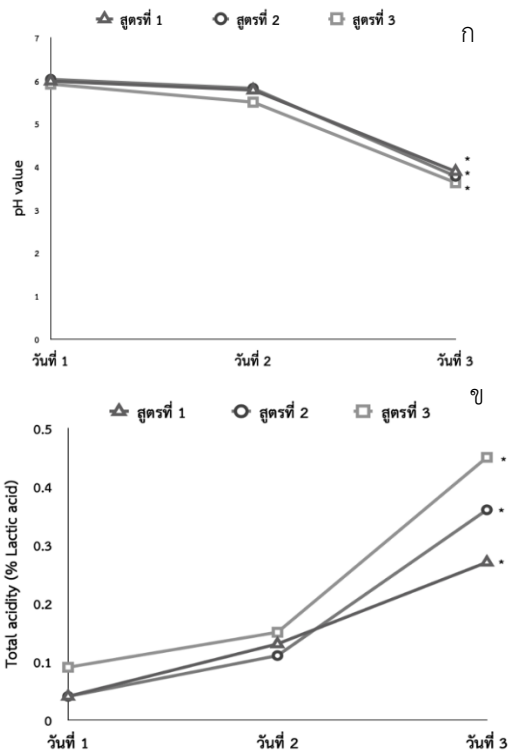
การศึกษาผลของกล้าเชื้อต่อคุณภาพของแหนมหน่อไม้ด้านต่าง ๆ

นำส่วนผสมของแหมหน่อไม้สูตรที่ได้คะแนนความชอบสูงสุดจากการคัดเลือกสูตรมาเติมกล้าเชื้อผงหมักที่อุณหภูมิห้อง 30 ถึง 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วันหรือมีค่า pH 4.6 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยเติมกล้าเชื้อที่ปริมาณ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5% ของส่วนผสมทั้งหมด จากนั้นทดสอบคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ วัดค่า pH ค่า Total soluble solid (TSS) โดยใช้เครื่อง refractometer (Atago, Japan) วัดค่า Titratable acidity (TA) วัดค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสีในหน่วย Hunter (L* a* b*) (Minolta CR-10, Japan) และการประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory test) ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน เลือกสูตรแหนมหน่อไม้ที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดมาตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนแบคทีเรียกรดแลคติก จุลินทรีย์ทั้งหมด *Staphylococcus aureus* ยีสต์และรา *E. coli* และ *Salmonella*

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design, CRD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design: RCBD) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ (P≤0.05)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่า pH (ก) และร้อยละของปริมาณกรดแลคติกทั้งหมด (ข) ระหว่างกระบวนการหมักแหนมหน่อไม้แต่ละวัน โดยเครื่องหมาย * แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

จากการหาสูตรในการทำแหนมหน่อไม้ที่มีคุณภาพและได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมาก

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

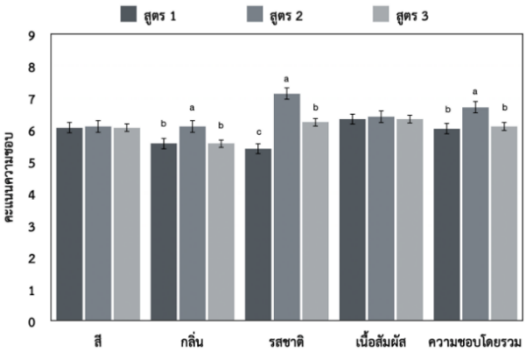
ที่สุด เพื่อเลือกสูตรที่จะนำไปใช้ในการหมักด้วยกล้าเชื้อต่อไป โดยตรวจสอบค่า pH ของแหนมหน่อไม้แต่ละสูตร หมักเป็นเวลา 3 วัน แสดงดังรูปที่ 1 พบว่า ค่า pH ของแต่ละสูตรลดลงจาก 6.03 เป็น 3.63 และมีร้อยละปริมาณกรดแลคติกทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ระหว่าง 0.04-0.45 เมื่อหมักเป็นเวลานานขึ้น สำหรับค่าสี L* a* b* พบว่า ค่าความสว่าง (L*) จะมีค่ามากขึ้นเมื่อ pH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ค่าสีแดง-เขียว (a*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสี L* a* b* ของแหนมหน่อไม้ระหว่างกระบวนการหมักแต่ละสูตร

สูตร	วันที่	L*	a*	b*
1	1	$31.66^{b} \pm 0.23$	$20.49^{a} \pm 0.46$	$36.87^{a} \pm 0.42$
	2	$32.17^{b} \pm 0.12$	$17.88^{b} \pm 0.14$	$30.57^{b} \pm 1.61$
	3	$37.96^{a} \pm 0.06$	$15.60^{c} \pm 0.13$	$26.47^{c} \pm 0.51$
2	1	$30.13^{a} \pm 0.10$	$21.25^{a} \pm 0.39$	$35.57^{a} \pm 1.51$
	2	$31.83^{b} \pm 0.52$	$20.06^{b} \pm 0.44$	$28.96^{b} \pm 1.51$
	3	$33.59^{c} \pm 0.24$	$15.72^{c} \pm 0.56$	$28.64^{b} \pm 1.94$
3	1	$31.13^{b} \pm 0.27$	$20.67^{a} \pm 0.75$	$33.80^{a} \pm 0.66$
	2	$31.29^{b} \pm 0.18$	$17.80^{b} \pm 0.56$	$33.67^{a} \pm 0.44$
	3	$32.92^{a} \pm 0.15$	$14.36^{c} \pm 0.48$	$24.21^{b} \pm 1.84$

หมายเหตุ a-c ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ในแนวตั้งของค่าสีในแต่ละสูตร

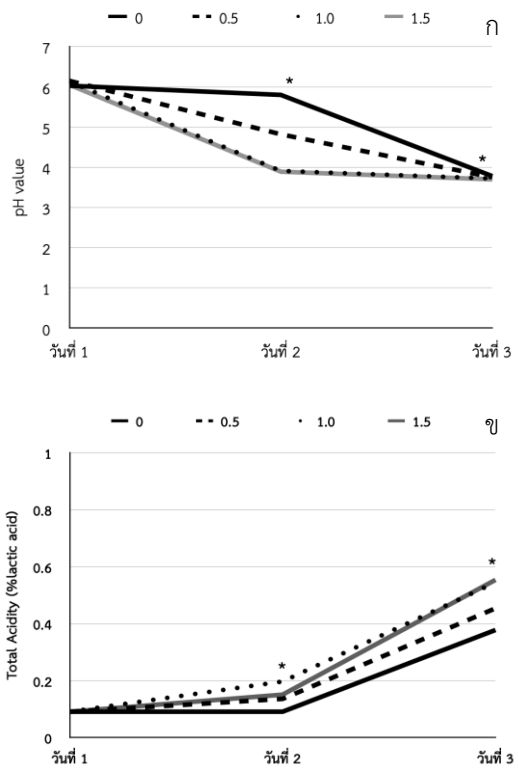
จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแหนมหน่อไม้สูตรต่าง ๆ (รูปที่ 2) พบว่าสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นคะแนนด้านสีและเนื้อสัมผัส เนื่องจากสูตรที่ 2 ใส่ผงชูรสลงไป 0.5 % เมื่อผงชูรส ละลายน้ำจะแตกตัวเป็นโซเดียมและกลูตาเมตอิสระซึ่งมีคุณสมบัติในการเพิ่มรสชาติอาหารให้เด่นชัดขึ้น และกลมกล่อมมากขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยที่ทำการศึกษาสูตรการพัฒนาแหนมเห็ดนางฟ้า [5]



รูปที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของแหนมหน่อไม้แต่ละสูตร โดย a-c ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

นำสูตรที่ 2 ที่มีการเติมผงชูรสและน้ำตาลทรายซึ่งได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมมากที่สุดอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) มาศึกษาผลของการเติมกล้าเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* MG12 และ *Lactobacillus plantarum* M29 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติก [9] ในปริมาณต่าง ๆ ที่ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5% ต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ และจุลินทรีย์ โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์หมักดองเกิดขึ้นได้ 2 สภาวะ คือ การหมักตามธรรมชาติและการหมักด้วยกล้าเชื้อ โดยการหมักตามธรรมชาติจะอาศัยแบคทีเรียที่พบตามธรรมชาติ ซึ่งอาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบส่วนผสมหรือปนเปื้อนมากับเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต แต่การหมักด้วยกล้าเชื้อจะมีการเติมกล้าเชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียกรดแลคติกลงไป เช่น *Lac. plantarum*, *Pediococcus cerevisiae*, *P. acidilactici* และ *P. pentosaceus* [3] ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทั้งด้านสี กลิ่น และรสชาติที่ดี มีความปลอดภัยต่อการบริโภค และเก็บไว้ได้นานขึ้น [10]

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า pH (ก) และร้อยละของปริมาณกรดแลคติกทั้งหมด (ข) ระหว่างกระบวนการหมักแหนมหน่อไม้ที่ใช้กล้าเชื้อในปริมาณต่าง ๆ ที่ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5% โดยเครื่องหมาย * แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

จากรูปที่ 3 พบว่า ค่า pH ของแหนมหน่อไม้ที่ใช้กล้าเชื้อในปริมาณที่แตกต่างกัน เมื่อมีการเติมกล้าเชื้อมากขึ้น ทำให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 2 และ 3 ของกระบวนการหมัก พบว่าแหนมที่เติมเชื้อบริสุทธิ์ทุกสิ่งทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าแหนมที่ไม่ได้เติมเชื้อบริสุทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) และมีปริมาณกรดแลคติก (%) สูงกว่าแหนมที่ไม่ได้เติมเชื้อ บริสุทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกจากธรรมชาติและที่เติมลงไปในสามารถหมักน้ำตาลในวัตถุดิบและส่วนผสมเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกได้ [12] สอดคล้องกับงานวิจัยของปรมาภรณ์ และคณะ [13] ศึกษาผลของการใช้กล้าเชื้อในการหมักแหนมเนื้อโค พบว่าการใช้กล้าเชื้อ *Lactobacillus lactis subsp. lactis* P2 ทำให้แหนมเนื้อโคมีค่า pH ลดลงมากที่สุดเมื่อหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการหมักแหนมด้วยกล้าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก คือ 30 องศาเซลเซียส [3]

การลดลงของค่า pH ส่งผลต่อรสชาติของแหนม และช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน รวมถึงจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ยังเกิดจากการที่เชื้อผลิตสารยับยั้ง เช่น แบคเทอริโอซิน และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยในต่างประเทศมีการใช้ *Lactobacillus sp.* และ *Pediococcus sp.* เป็นกล้าเชื้อทางการค้าในผลิตภัณฑ์หมัก นอกจากนี้ยังมีการใช้กล้าเชื้อ *Micrococcus sp.* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่รีดิวซ์ไนเตรทเป็นไนไตรท์ ส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์มีความคงทนยิ่งขึ้น [5] โดยแบคทีเรียสายพันธุ์กรดแลคติกที่ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มโฮโมเฟอร์เมนต์-เททีฟ (homofermentative) ที่สามารถผลิตกรดแลคติกจากน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ กลุ่ม Lactobacilli, Pediococci, Gram-positive catalase-positive cocci และ coagulase-negative staphylococci ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและมีความปลอดภัย [11]

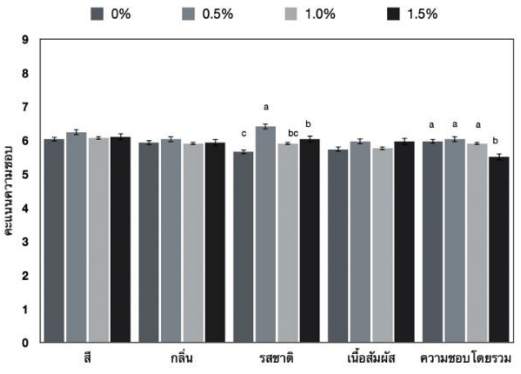
ในการหมักยังพบแบคทีเรียกรดแลคติกชนิดอื่นที่มีความสามารถในการผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งทำให้แหนมมีสีซีด [5] ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 4 ที่พบว่าค่าความสว่าง (L*) ในแหนมหน่อไม้จะมากขึ้นเมื่อทำการหมักนานขึ้น สำหรับค่า a* ซึ่งแสดงค่าสีแดง-เขียว และค่า b* ซึ่งแสดงค่าสีเหลือง-น้ำเงิน พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

ตารางที่ 4 ค่าสี L* a* b* ของแหนมหน่อไม้ด้วยกล้าเชื้อในปริมาณแตกต่างกันที่ระยะเวลาหมัก 3 วัน

ปริมาณกล้าเชื้อ (%)	L*	a*	b*
0	32.22^{b}± 0.06	18.51^{a}± 0.21	30.61^{a}± 0.11
0.5	33.12^{a}± 0.15	18.00^{b}± 0.18	29.63^{b}± 0.13
1.0	33.89^{a}± 0.73	17.54^{b}± 0.73	29.24^{b}± 0.19
1.5	33.46^{a}± 0.22	17.59^{b}± 0.18	29.67^{b}± 0.20

หมายเหตุ a-b ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05) ในแนวตั้งของแหนมหน่อไม้หมักด้วยกล้าเชื้อในปริมาณต่างกัน



รูปที่ 4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของแหนมหน่อไม้ระหว่างกระบวนการหมักที่เติมกล้าเชื้อในปริมาณต่าง ๆ กัน โดย a-c ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P≤0.05)

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนมหน่อไม้ที่เติมกล้าเชื้อในปริมาณต่าง ๆ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (รูปที่ 4) พบว่าปริมาณกล้าเชื้อส่งผลต่อคะแนนความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) โดยจากการทดลองพบว่าแหนมที่มีการเติมกล้าเชื้อจะมีความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สูงกว่าชุดควบคุม จากผลการทดลองสรุปได้ว่ากล้าเชื้อที่ 0.5% เหมาะสม ในการผลิตแหนมหน่อไม้ แต่อย่างไรก็ตามยังเป็นช่วงคะแนนความชอบที่ต่ำในระดับชอบเล็กน้อย จึงควรปรับปรุงสูตรเพื่อเพิ่มคะแนนความชอบด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อไป

ในส่วนของคุณภาพทางจุลชีววิทยา ไม่พบยีสต์รา *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* ในผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนมเห็ด (มผช.472/2547) รวมทั้งพบว่ามีจำนวนโพรไบโอติกที่มีชีวิตคงเหลือในผลิตภัณฑ์มากกว่า 6 log CFU/g ตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง หลักเกณฑ์และแนวทางการปฏิบัติการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร

สรุปผล

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แหนมหน่อไม้ด้วยกล้าเชื้อโพรไบโอติก พบว่าสูตรที่ 2 ได้คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุดด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวม (P≤0.05) แหนมหน่อไม้มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.68-3.89 เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก (3 วัน) จากนั้นศึกษาปริมาณผงกล้าเชื้อที่แตกต่างกัน พบว่ากล้าเชื้อส่งผลต่อค่าความสว่าง pH และปริมาณกรดทั้งหมด แหนมหน่อไม้ที่เติมกล้าเชื้อ ทำให้ค่าความสว่างและปริมาณกรดทั้งหมดสูง และค่า pH ลดลงเร็วกว่าชุดควบคุม (P≤0.05) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale แสดงว่าการเติมกล้าเชื้อ 0.5% ได้คะแนนความชอบด้านรสชาติ และ

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

ความชอบรวมสูงที่สุด แหนมหน่อไม้ที่ใช้กล้าเชื้อมีคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์แหนม โดยมีจำนวนโพรไบโอติกที่มีชีวิตคงเหลือในผลิตภัณฑ์มากกว่า 6 log CFU/g

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีสำหรับเงินทุนสนับสนุนงานวิจัยงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2563

เอกสารอ้างอิง

1. Buntod C, Udomkham R, Khampabat P, Prabphai U, Nata W. Development and technology transfer of bamboo shoots slicing machine for food processing. Engineering, Science, Technology and Architecture conference; 2016 Jul 25-26; Dusit princess hotel. Nakhonratchasima; 2016. p. 664-70.
2. Chongtham N, Bisht MS, Haorongbam S. Nutritional Properties of Bamboo Shoots: Potential and Prospects for Utilization as a Health Food. Compr Rev Food Sci Food Saf. 2011;10:153-68.
3. Kwanmuang P. Effect of temperature on nham fermentation with starter culture. The proceedings of 42nd Kasetsart university annual conference; 2004Feb3-6; Kasetsart University. Bangkok; 2004. p. 339-46.
4. Wiriyacharee P, Rujanakraikarn L, Anutarakum S. [Nham product development using mixed bacterial starter cultures]. Journal of Agriculture. 1995;11(1):69-81. Thai.
5. Praditsrigul N, Buasanit A, Namhong T, Pokom S, Jangmongkol S. The product development of fermented grey oyster mushroom (*Pleurotus sajorcaju*). The 1st Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi National Conference; 2016 Jun 22; Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. Phra Nakhon Si Ayutthaya; 2006. p. 480-92.
6. Tanganurat P, Prathummuan T. Patchimbut Y. Production lactic acid bacteria starter powder using foam-mat drying. The 6th International conference on fermentation of value-added agricultural products, (Proceeding); 2015. pp. 218-23.
7. Anuthed C, Sontipeampun W, Konbanggerd T, Chansangsri P. [Optimum conditions in lemongrass instant powder production by foam-mat drying]. The Journal of KMUTNB. 2010;20(3):524-33. Thai.
8. Songsanan P, Charoenrat S. [Effect of lactic acid bacteria as starter cultures on physical, chemical, microbiological, and sensory qualities of soft pork ribs nham]. KKU Science Journal. 2018;46(3):445-54. Thai.
9. Tanganurat P, Chareonchai C. Production of pickled mustard by freeze-dried starter isolated from fermented vegetables and fruit and evaluation of its quality. Proceeding of the 29th annual meeting of the Thai society for biotechnology and international

conference; 2017 Nov 23 – 25; Khon Kaen; 2017. p. FA-23-32.

10. Maneesri J. Fermented food technology. 2nd Edition. Bangkok: Fourface. 2008. pp. 247.

11. Zhang W, Xiao S, Samaraweera H, Ahn DE. Improving functional value of meat products. Meat Sci. 2010;86:15-31.

12. Suwannasaksin P, Chantarapapont W. Study effect of addition *Lactobacillus plantarum* TISTR1331, *Lactobacillus fermentum* TISTR937 and commercial starter on quality of Thai fermented sausage (Nham) product. The proceedings of 55th Kasetsart university annual conference; 2017 Jan-Feb 31-3; Kasetsart University. Bangkok; 2017. p. 697-702.

13. Jedwanna P, Pilasombut K, Limsupwanich R, Swetwiwat A, Setthakul J. [Study of quality and microbiology of beef Nham using *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* P2 and Sb2 as starter culture in Nham fermentation]. King Mongkut's Agricultural Journal. 2011;29(3):46-54. Thai.