ASTC 2023

Academic Science & Technology Conference

ASTC 2023

PROCEEDINGS

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระหว่างสถาบัน (ASTC) ครั้งที่ 9

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืน

SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR SUSTAINABILITY

วันศุกร์ที่ 9 มิถุนายน 2566 (รูปแบบ ONLINE)

ณ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพ

การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 9

(The 9th Academic Science and Technology Conference 2023)

“วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืน”

วันศุกร์ที่ 9 มิถุนายน 2566
ณ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ผู้จัดหลัก : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ผู้จัดร่วม : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
คณะการแพทย์บูรณาการ และ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
คณะวิทยาศาสตร์ และ วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยรังสิต
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ร่วมกับ

สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย
ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
ASSOCIATION OF PRIVATE HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS OF THAILAND
UNDER THE PATRONAGE OF HER ROYAL HIGHNESS PRINCESS MAHACHAKRI SIRINDHORN

AIAT

สนับสนุนโดย

UNC YOUR NATURAL CREATION

NUUI

		หน้า
P_AS_P_0045	ผลของแสงแอลอีดีต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของต้นม่วงเทพรัตน์ในสภาพปลอดเชื้อ	353
P_AS_P_0057	การศึกษาแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน : การจัดจำแนกเบื้องต้นแบคทีเรียกรดแลคติก	359
P_AS_P_0077	ผลของการใช้เนื้อมันแกวทดแทนไขมันปลาดุกต่อคุณภาพของไส้อั่ว	367
P_AS_P_0080	ผลของชีวภัณฑ์แบคทีเรียบาซิลลัสต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรือง	375
P_AS_P_0103	ประสิทธิภาพการปลูกพืชด้วยแสงเทียมต่อการเจริญเติบโตของ Crystal Lettuce	382
P_AS_P_0109	ผลการยับยั้งของสารกลุ่มปลอดภัยกรดอินทรีย์และเกลืออนินทรีย์ต่อเชื้อรา Aspergillus niger ที่คัดแยกได้จากพริกขี้หนู (Capsicum frutescens Linn.)	389
P_AS_P_0124	การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำไตปลาปรุงรส	398
P_AS_P_0126	การพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตปลา	408
	กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Health Science : HS)	
P_HS_O_0001	ความพึงพอใจจาการใช้ยาพอกเข่า ลดอาการปวดเข่าในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม โรงพยาบาลการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ผสมผสาน เขตสุขภาพที่ 9 จังหวัดสุรินทร์	416
P_HS_O_0007	การตรวจสอบคุณภาพขมิ้นชันแคปซูลด้วยการวิเคราะห์การผันแปรของน้ำหนักและการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินอยด์ : กรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์จากวิสาหกิจชุมชนแห่งหนึ่งและโรงงานมาตรฐานแห่งหนึ่ง	424
P_HS_O_0090	การจัดทำแผนที่เสียงและผลของการดำเนินมาตรการอนุรักษ์การได้ยินภายในบริษัทแปรรูปผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่นแห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	434
P_HS_O_0099	ประสิทธิภาพและอายุการใช้งานของ Lysinibacillus sphaericus ที่เพาะเลี้ยงด้วยสิ่งเหลือทิ้งในครัวเรือนต่อการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ (Culex quinquefasciatus)	444
P_HS_O_0123	การผันแปรเชิงพื้นที่ที่ส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของ PM2.5, PM10 และอัตราส่วน PM2.5 / PM10 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร	452
P_HS_P_0030	คุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเมนูแกงจากการนำรูปแบบการจัดบริการอาหารตามหลักโภชนาการโดยใช้เครื่องมืออาหารแลกเปลี่ยน	460
P_HS_P_0058	การประเมินวิธี sCIM กับ mCIM ในการตรวจหา Enterobacterales ที่ผลิตคาร์บาพีนีเมสในโรงพยาบาลสมุทรปราการ	466
P_HS_P_0070	การแสดงออกต่ำของโปรตีน mismatch repair (MMR) สัมพันธ์กับผลลัพธ์ที่แย่ลง ในผู้ป่วยมะเร็งท่อน้ำดี	473
P_HS_P_0097	การประเมินความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารทำลายเชื้อและการปฏิบัติทำความสะอาดโทรศัพท์มือถือของนิสิตระดับปริญญาตรี คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี	483
	กลุ่มสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT)	
P_IT_O_0012	การพยากรณ์การขายสินค้าโดยใช้การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา บริษัทกรีนฟู้ดส์ เมเนจเมนท์ จำกัด	494
P_IT_O_0019	การพัฒนาระบบสนทนาอัตโนมัติเพื่อจำหน่ายสินค้า : กรณีศึกษา ร้านเครื่องสำอางเกศรา ออฟฟิเชียล	505

การศึกษาแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน : การจัดจำแนกเบื้องต้นแบคทีเรียกรดแลคติก

Study of Bacteria Isolated from Fermented Juice of *Millettia utilis* Dunn.: Preliminary Identification of Lactic Acid Bacteria

อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์* ญาณิน ทับทิม จิตตรานนท์ เสือโต อธิษฐาน เจริญพร และกาญจนา มหัทธนทวี
Ampun Chaikulsareewath*, Yanin Tubtim, Jittranon Sueto, Atisthan Charoenporn and Kanjana Mahattanatawee
ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
ผู้ประสานงานหลัก อีเมล: ampun.cha@siam.edu

บทคัดย่อ

น้ำหมักผักสะทอน (*Millettia utilis* Dunn.) เป็นน้ำปรุงรสที่ได้จากการหมักใบสะทอน ซึ่งรสชาติที่ได้จะออกหวานธรรมชาติและเค็มเล็กน้อย ใช้แทนน้ำปลาหรือน้ำปลาร้า และมีคุณค่าทางอาหาร ได้แก่ โปรตีน วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการจัดจำแนกเบื้องต้นแบคทีเรียกรดแลคติกจากน้ำหมักผักสะทอน บนอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS ผสมแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) พบว่าสามารถคัดแยกแบคทีเรียกรดแลคติกได้ 11 จาก 13 ไอโซเลต และเมื่อตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่าแบคทีเรียทุกไอโซเลตติดสีแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ โดยมีรูปร่างท่อน จำนวน 8 ไอโซเลต ได้แก่ S3 S6 S10 S13 S14 S17 M2 และ M3 รูปร่างกลมจำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ S1 S2 S4 S9 และ S15 เมื่อทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีบางประการ พบว่าสามารถจำแนกแบคทีเรียได้เป็นสามกลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 1 *Enterococcus* spp. ได้แก่ S1 กลุ่ม 2 *Tetragenococcus* spp. ได้แก่ S2 S4 S9 และ S15 และ กลุ่ม 3 *Brochothrix* spp. ได้แก่ S6 S13 S14 S17 M2 และ M3 จากนั้นศึกษาการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบสามชนิด *Bacillus subtilis Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* จากน้ำเลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกใน MRS พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบได้ทั้งหมด 8 ไอโซเลต ยกเว้น S4 S13 และ M3 โดยที่ S15 สามารถยับยั้ง *E. coli* และ *B. subtilis* ได้ดีที่สุด และ S14 ยับยั้ง *S. aureus* ได้ดีที่สุด ซึ่งแบคทีเรียกรดแลคติกที่คัดแยกได้จะมีประโยชน์ต่อไป หากนำมาใช้เป็นหัวเชื้อในการหมัก ซึ่งจะเป็นการเพิ่มคุณภาพให้กับน้ำผักสะทอน

คำสำคัญ: *แบคทีเรียกรดแลคติก น้ำหมักผักสะทอน ทดสอบทางชีวเคมี*

Abstract

The fermented juice of "Sathorn" (*Millettia utilis* Dunn.) is a food condiment obtained from the fermentation of Sathon leaves. Naturally sweet and slightly salty tastes of the condiment were used instead of fish sauce or pickled fish with nutritional values, protein, vitamins, and minerals. Microorganisms play a vital role in making this condiment. Therefore, preliminary identification of lactic acid bacteria isolated from fermented vegetable juice "Sathorn" was conducted. Eleven from 13 isolates were identified as lactic acid bacteria on MRS plus $CaCO_3$ media. The morphology by gram strain was conducted. All the 11 isolates were gram positive and non-spore forming bacteria. Eight isolates were bacilli (S3, S6, S10, S13, S14, S17, M2 and M3) and 5 isolates were cocci (S1, S2, S4, S9 and S15). Certain biochemical tests were performed and found that 11 isolates of bacteria could be classified into three groups: 1. *Enterococcus* spp. (S1) 2. *Tetragenococcus* spp. (S2, S4, S9 and S15) and 3. *Brochothrix* spp. (S14, S17, M2 and M3). The MRS culture media of lactic acid bacteria were studied for their ability to inhibit 3 test bacteria, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The results

showed that 8 isolates except S4, S13 and M3 could inhibit the test bacteria, where S15 could best inhibit *E. coli* and *B. subtilis* and S14 could best inhibit *S. aureus*. The isolated lactic acid bacteria will be useful as the starter in the fermentation to improve the quality of "Sathon".

Keywords: *lactic acid bacteria, fermented juice of Millettia utilis Dunn., biochemical tests*

บทนำ

สะทอน หรือ สะทอนวัว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Millettia utilis* Dunn. เป็นพรรณไม้ในวงศ์ Leguminosae[1] ที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นและมีอายุยืนนานหลายร้อยปี ชอบขึ้นบริเวณเชิงเขา พบในเขตอำเภอด่านซ้าย อำเภอนาแห้ว อำเภอท่าลี่ รวมทั้งพื้นที่ใกล้เคียงในจังหวัดเลย น้ำผักสะทอน ซึ่งเกิดขึ้นมาด้วยภูมิปัญญาดั้งเดิม ใช้สำหรับปรุงอาหารประเภทแกงอ่อม แกงซั้ว ส้มตำ พบว่าน้ำผักสะทอนมีคุณค่าทางอาหารที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย ได้แก่ โปรตีน แคลเซียม ป้องกันท้องอืด ท้องเฟ้อ[2] เริงนภรณ์ โม้พวงและคณะ (2550)[3] ได้ศึกษาปริมาณสารอาหารและแร่ธาตุในใบสะทอนและน้ำสะทอนที่ไม่ปรุงรส และทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ พบว่าน้ำสะทอนที่ไม่ปรุงรสมีปริมาณโปรตีนสูง ขณะเดียวกันกลับมีปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตเล็กน้อย เมื่อเทียบกับใบสะทอน นอกจากนี้ ยังพบแร่ธาตุ Ca, Fa, K, Na และ P ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่สำคัญต่อร่างกาย ดังนั้น คุณสมบัติของน้ำผักสะทอนดังกล่าวสามารถนำไปเป็นอาหารเสริมด้านโปรตีน หรือใช้แทนเครื่องปรุงรสอย่างผงชูรสได้ จากการศึกษาของจิณห์นิภา (2556)[4] พบว่ามีจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมักน้ำหมักผักสะทอน ซึ่งจำแนกตามลักษณะโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย พบว่าเซลล์มีรูปร่างทั้งกลม และท่อน โดยใช้เวลาในการหมัก 3 วัน เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการหมักมากขึ้น จำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นพร้อมๆ กับมีค่า pH ลดลง อีกทั้งยังพบกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทั้ง 8 ชนิด และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นอีกชนิด รวมถึงกรดอะมิโนที่เพิ่มรสชาติในปริมาณที่สูง ได้แก่ กรดกลูตามิก ถึง 944.03 mg/100 ml ซึ่งเป็นสาระสำคัญที่มีผลในการเพิ่มรสชาติกลมกล่อมให้แก่อาหาร[4] จุลินทรีย์ที่มีบทบาทหลักในการหมักน้ำหมักผักสะท้อน น่าจะเป็นจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในผักสะทอนอยู่แล้ว ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าจะเป็นแบคทีเรียกรดแลคติก โดยที่แบคทีเรียกรดแลคติกจัดเป็นจุลินทรีย์ชนิดอิงอาศัย (epiphytic bacteria) สามารถพบได้ทั่วไปตามผิวด้านนอกชิ้นส่วนต่างๆ ของพืช ในระหว่างการหมักพืช แบคทีเรียกรดแลคติกต้องมีการแข่งขันกับแบคทีเรียชนิดอื่นๆ โดยจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติกจะมีจำนวนมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะของพืช ปริมาณของวัตถุแห้ง รวมทั้งปริมาณและองค์ประกอบของน้ำตาลที่มีอยู่ในพืช[5] แบคทีเรียกรดแลคติกอยู่ใน Family Lactobacillaceae เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ และสามารถหมักน้ำตาลแล้วให้กรดแลคติกเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย แบคทีเรียกรดแลคติกสามารถจัดกลุ่มออกเป็น 12 สกุล ได้แก่ *Pediococcus, Streptococcus, Lactococcus, Carnobacterium, Enterococcus, Lactobacillus, Vagococcus, Aerococcus, Oenococcus, Tetragenococcus*, *Weissella* และ *Leuconostoc* แบคทีเรียเหล่านี้มีความต้องการอาหารที่ซับซ้อน เช่น วิตามินต่างๆ กรดอะมิโน และไพริมิดีน (pyrimidine) สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในบริเวณที่มีออกซิเจน ไม่มีออกซิเจน และมีออกซิเจนน้อย อุณหภูมิที่เชื้อสามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 2–53 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 30-40 องศาเซลเซียส ส่วนช่วงค่า pH ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 5.58-6.20 แต่โดยทั่วไปเจริญได้ที่ค่า pH น้อยกว่า 5[6]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สนใจศึกษาการจัดจำแนกแบคทีเรียกรดแลคติกที่ได้จากน้ำหมักผักสะทอน และศึกษาความสามารถของแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตสารยับยั้งเชื้อทดสอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาน้ำหมักจากผักสะทอนให้คุณภาพดีขึ้นต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน

นำตัวอย่างเชื้อที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน 13 ไอโซเลต จากงานวิจัยของจิณห์นิภา (2556)[4] มาเลี้ยงบนอาหาร Nutrient agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีที่เจริญบนจานเพาะเชื้อ จากนั้นนำโคโลนีของเชื้อมาตรวจสอบลักษณะสัณฐานและการติดสีแกรม ตามวิธีของดวงพร (2550)[7]

2. ศึกษาคุณสมบัติการเป็นแบคทีเรียกรดแลคติกจากแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน

นำแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน 13 ไอโซเลต จากงานวิจัยของจิณห์นิภา (2556)[4] มา streak บนอาหาร de Man Regosa Sharpe (MRS) agar ที่ผสมแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ความเข้มข้น ร้อยละ 1 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง คัดเลือกโคโลนีที่บริเวณโดยรอบเกิดเป็นวงใส (clear zone) ที่จัดเป็นแบคทีเรียกรดแลคติกมาศึกษาต่อ ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าจาก 13 ไอโซเลต ที่แยกมา มีเพียง 11 ไอโซเลต ที่เป็นแบคทีเรียกรดแลคติกที่นำมาศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีบางประการ ตามวิธีของปิโยรส และวิชัย (2558)[8] ได้แก่

1) การทดสอบการสร้างเอนไซม์คะตะเลส (catalase)
2) การทดสอบการสร้างก๊าซ ในอาหาร MRS broth ที่มีหลอดดักก๊าซ
3) การเคลื่อนที่ของแบคทีเรีย ในอาหาร SIM medium
4) การเจริญที่อุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 10, 37 และ 45 องศาเซลเซียส
5) การทดสอบความทนเกลือ โดยเลี้ยงในอาหาร MRS broth ที่ผสมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 6.5 และ 18
6) การเจริญที่ค่า pH ต่างๆ โดยเลี้ยงในอาหาร MRS broth ที่มีค่า pH 3, 4.4, 6, 9.6 และ 12

3. ศึกษาความสามารถของแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตสารยับยั้งเชื้อทดสอบ[9]

3.1 การเตรียมเชื้อทดสอบ

เตรียมเชื้อทดสอบ 3 ชนิด ได้แก่ *Bacillus subtilis, Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* โดยเลี้ยงเชื้อในอาหาร Nutrient broth ปริมาตร 50 มิลลิลิตร บ่มไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการเจือจางเชื้อทดสอบด้วย Nutrient broth ให้เชื้อเริ่มต้นมีค่าความขุ่น (Optical density; OD) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร เท่ากับ 0.2 ซึ่งมีปริมาณเชื้อ เท่ากับ 10^8 CFU/ml (นิศารัตน์, 2560)[9]

3.2 การเตรียมสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทดสอบที่ผลิตจากแบคทีเรียกรดแลคติก

นำแบคทีเรียกรดแลคติกที่คัดแยกได้เลี้ยงในอาหารเหลว MRS broth ปริมาตร 50 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเจือจางเชื้อทดสอบด้วย MRS broth จนมีค่าความขุ่น เท่ากับ 0.5 ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร ซึ่งมีปริมาณเชื้อ เท่ากับ 10^8 CFU/ml (นิศารัตน์, 2560)[9] จากนั้นกรองให้ปราศจากเชื้อโดยใช้กระดาษกรอง membrane filter ที่มีขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร

3.3 การทดสอบความสามารถของแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตสารยับยั้งเชื้อทดสอบ ด้วยวิธี agar well diffusion assay[10]

นำแบคทีเรียทดสอบที่เตรียมจากข้อ 3.1 ซึ่งมีค่า OD_{600} เท่ากับ 0.2 (ปริมาณเชื้อ 10^8 CFU/ml) มาเลี้ยงเชื้อบนจานเพาะเชื้อ ด้วยวิธี spread plate โดยปิเปตเชื้อทดสอบ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Nutrient agar เกลี่ยเชื้อให้กระจายบนจานเพาะเชื้อ เจาะวุ้นด้วย cork border เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร ปิเปตน้ำเลี้ยงแบคทีเรียกรดแลคติกที่ผ่านการกรองจากข้อ 3.2 ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ใส่ลงในช่องที่เจาะวุ้นออก นำมาบ่มไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24–48 ชั่วโมง ทำการทดลอง

จำนวน 4 ซ้ำ สังเกตการเกิดบริเวณใสรอบๆ หลุม (clear zone) วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางการเกิดวงใส คำนวณประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบตามสูตร (สมใจ และคณะ)[10]

ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญ = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงใสรอบหลุม (มิลลิลิตร) – ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลุม (มิลลิลิตร) ของแบคทีเรียทดสอบ (มิลลิลิตร)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน

ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน จากเชื้อเริ่มต้นจำนวน 13 ไอโซเลต คือ S1, S2, S3, S4, S6, S9, S10, S13, S14, S15, S17, M2 และ M3 โดยศึกษาลักษณะของโคโลนีบนจานอาหาร Nutrient agar ตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยาด้วยการย้อมสีแกรม พบแบคทีเรียทั้งหมด 13 ไอโซเลต มีลักษณะโคโลนีสีขาวขุ่น และใส ลักษณะของขอบคือมีทั้ง ขอบเรียบ และขอบหยัก ผิวมันวาว และผิวนูน ทุกไอโซเลตติดสีแกรมบวก พบว่ามีรูปร่างท่อน ไม่สร้างสปอร์ จำนวน 8 ไอโซเลต ได้แก่ S3, S6, S10, S13, S14, S17, M2 และ M3 และรูปร่างกลม จำนวน 5 ไอโซเลต ได้แก่ S1, S2, S4, S9 และ S15

2. ผลการศึกษาคุณสมบัติการเป็นแบคทีเรียกรดแลคติกจากแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน

ศึกษาคุณสมบัติการเป็นแบคทีเรียกรดแลคติก โดยนำจุลินทรีย์ ทั้ง 13 ไอโซเลต มาเลี้ยงบนอาหาร MRS agar ผสม $CaCO_3$ ความเข้มข้น ร้อยละ 1 สังเกตการเกิด clear zone รอบโคโลนี พบว่ามีจุลินทรีย์ 11 ไอโซเลต ที่เจริญบนอาหาร MRS agar ผสม $CaCO_3$ และเกิด clear zone รอบๆ โคโลนีของเชื้อ ซึ่งจัดเป็นแบคทีเรียกรดแลคติก ได้แก่ S1, S2, S4, S6, S9, S13, S14, S15, S17, M2 และ M3 ส่วนแบคทีเรีย S3 และ S10 ไม่สามารถเจริญบนอาหาร MRS agar ซึ่งไม่จัดเป็นแบคทีเรียกรดแลคติก แบคทีเรียกรดแลคติกที่คัดแยกได้สามารถเจริญบนอาหาร MRS agar ผสม $CaCO_3$ แล้วเกิดวงใสรอบโคโลนี เนื่องจากเชื้อผลิตกรดออกมาแล้วมีผลในการย่อยสลายแคลเซียมคาร์บอเนตที่เป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อ[10]

แบคทีเรียกรดแลคติกที่มีในพืช จะมีจำนวนผันแปรตามชนิดของพืช แปลงพืช และฤดูกาล เป็นต้น ซึ่งจะอิงอาศัยอยู่บนผิวด้านนอกในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ลำต้น ใบ ดอก เป็นต้น และพบในส่วนของใบพืชน้อยกว่าในส่วนที่เป็นโครงสร้างของดอกและผล และมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น[11] มีรายงานวิจัยค้นพบแบคทีเรียกรดแลคติกในพืช จากงานวิจัยของวิภา และเนตรนภา (2561)[12] ที่ได้ศึกษาการคัดแยกและคัดเลือกแบคทีเรียกรดแลคติกจากน้ำหมักใบบอนบ้านนาป่าหนาด อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย จากน้ำหมักทั้งหมด 20 ตัวอย่าง โดยเพาะเลี้ยงบนอาหาร *Lactobacillus* MRS Agar ที่เติมแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ร้อยละ 1 และโบรโมเครซอล กรีน (bromocresol green) ร้อยละ 0.004 ซึ่งพบแบคทีเรียกรดแลคติก ทั้งหมด 40 ไอโซเลต เมื่อตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยา พบว่าเป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม จำนวน 15 ไอโซเลต และรูปร่างท่อน จำนวน 25 ไอโซเลต การจัดเรียงตัวมีทั้งแบบ single, pairs, chain และ cluster

จากนั้นนำเชื้อทั้ง 11 ไอโซเลต มาศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีบางประการของแบคทีเรียกรดแลคติก และเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของงานวิจัยต่างๆ (ตารางที่ 1) พบว่า แบคทีเรียไอโซเลต S1 มีความเป็นไปได้ว่าเป็น *Enterococcus* spp. เนื่องจากเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลม ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างเอนไซม์คะตะเลส เป็น homofermentative lactic acid bacteria สามารถเจริญได้ดีในโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 4 และ 6.5 ที่ค่า pH 9.6 และอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส[13] ส่วน S2, S4, S9 และ S15 มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะเป็นเชื้อ *Tetragenococcus* spp. เนื่องจากเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างกลม ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างเอนไซม์คะตะเลส เป็น homofermentative lactic acid bacteria สามารถเจริญได้ดีในโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 1-25 เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 15-40 องศาเซลเซียส ช่วงค่า pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 7.5-9.6[14] และ S6, S13, S14, S17, M2 และ M3 น่าจะเป็นเชื้อ *Brochothrix* spp. เนื่องจากเป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างท่อน ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนที่

บางสายพันธุ์สามารถสร้างคะตะเลสเทียม (pseudocatalase) หรือไม่สร้าง เป็น homofermentative lactic acid bacteria เจริญได้ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส[15-16]

3. ผลการศึกษาความสามารถของแบคทีเรียกรดแลคติกในการผลิตสารยับยั้งเชื้อทดสอบ

ศึกษาความสามารถของแบคทีเรียกรดแลคติกในการยับยั้งเชื้อทดสอบด้วยวิธี agar well diffusion assay โดยเตรียมแบคทีเรียทดสอบ 3 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli, Bacillus subtilis* และ *Staphylococcus aureus* (ทำการเจือจางโดยให้เชื้อเริ่มต้นมีค่าความขุ่นที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร เท่ากับ 0.2) เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient broth ด้วยวิธี spread plate จากนั้นนำส่วนใสที่ได้จากการกรองของแบคทีเรียกรดแลคติกทั้ง 11 ไอโซเลต นำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อทดสอบ ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 2 จากตารางพบว่าจากการศึกษาความสามารถของน้ำเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติก ทั้ง 11 ไอโซเลต ในการยับยั้งการเจริญของ *Bacillus subtilis, Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* พบว่าแบคทีเรียสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบได้ทั้งหมด 8 ไอโซเลต ยกเว้นเชื้อ S4, S13 และ M3 ที่ไม่มีผลในการยับยั้งเชื้อทดสอบ

ตารางที่ 1 การจัดจำแนกแบคทีเรียแลคติก

คุณสมบัติ	[13] *Enterococcus* spp.	[14] *Tetragenococcus* spp.	[15] *Brochothrix* spp.	[16] *Brochothrix* spp.	เชื้อที่ตรวจสอบ										
					S1	S2	S4	S6	S9	S13	S14	S15	S17	M2	M3
รูปร่างเซลล์	C	C	R	R	C	C	C	R	C	R	R	C	R	R	R
Catalase test	-	+/-	+/-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+
เจริญที่ 4% NaCl	+	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
เจริญที่ 6.5 % NaCl	+	+	NA	NA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
เจริญที่ 18 % NaCl	NA	+	NA	NA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
เจริญที่อุณหภูมิ 10°C	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เจริญที่อุณหภูมิ 37°C	NA	+	NA	NA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
เจริญที่อุณหภูมิ 45°C	+	+	+	NA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
การเคลื่อนที่	-	-	-	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Homofermentation	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
การเจริญที่ pH 3	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
การเจริญที่ pH 4.4	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
การเจริญที่ pH 6	NA	+	NA	NA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
การเจริญที่ pH 9.6	+	+	NA	NA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
การเจริญที่ pH 12	NA	NA	NA	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ NA หมายถึง ไม่ได้ทำการทดสอบ

ที่มา : RoushanZadeh และคณะ (2014) [13] Holzapel และคณะ (2006) [14] Orla – Jensen (1919) [15] Holzapfel และคณะ (2001) [16]

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญแบคทีเรียทดสอบของแบคทีเรียกรดแลคติก 11 ไอโซเลต

รหัส	ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ (มิลลิเมตร)		
	Escherichia coli	*Bacillus subtilis*	*Staphylococcus aureus*
S1	-	-	2.0±0.0
S2	2.1±0.9	-	-
S4	-	-	-
S6	2.6±0.3	-	-
S9	-	-	1.5±0.4
S13	-	-	-
S14	-	-	3.8±1.9
S15	2.7±0.3	2.1±0.5	-
S17	-	1.0±0.0	1.1±0.9
M2	2.4±0.3	-	1.6±0.5
M3	-	-	-

จากผลการทดลองพบว่าไอโซเลต S15 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ได้สูงสุด เท่ากับ 2.7±0.3 มิลลิลิตร และมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *Bacillus subtilis* ได้สูงสุด เท่ากับ 2.1±0.5 มิลลิลิตร ส่วนไอโซเลต S14 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ได้สูงสุด เท่ากับ 3.8±1.9 มิลลิลิตร ความสามารถในการยับยั้งเชื้อทดสอบที่แตกต่างกัน เนื่องจากแบคทีเรียกรดแลคติกสามารถสร้างสารยับยั้งจุลินทรีย์ได้หลายชนิด ได้แก่ กรดแลคติก ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แบคทีริโอซิน และไดอะเซทิล แบคทีริโอซินมีกลไกในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้แตกต่างกัน โดยทั่วไปมักออกฤทธิ์ต่อเยื่อหุ้มเซลล์ มีแอคติวิตีต่อเชื้อในกลุ่มแกรมบวกเป็นส่วนใหญ่ โดยการยับยั้งการงอกของสปอร์ของ *Bacillus* spp. และ *Clostridium* spp. ในทางกลับกันแลคโตคอกซิน A (lactococcin A) มีฤทธิ์ค่อนข้างแคบ สามารถยับยั้งเฉพาะกลุ่มแลคโตคอกคัส แบคทีริโอซินจะเข้าสู่เยื่อหุ้มเซลล์เป้าหมายโดยอาศัยแรง electrostatic และแบคทีริโอซินส่วนใหญ่จะเหนี่ยวนำให้เกิดรูบนเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์เป้าหมาย โดยกลไกการออกฤทธิ์ของแบคทีริโอซินที่มีการศึกษามากที่สุดคือ ไนซิน ซึ่งไนซินจะทำให้เกิดรู และขัดขวางกระบวนการ proton motive force รวมทั้งรบกวนสมดุลของค่า pH เป็นผลให้เกิดการรั่วไหลของไอออน และการสลายตัวของ ATP ทำให้เซลล์เกิดการตายที่สุด นอกจากนี้ยังมีแลนตีไบโอติก (lantibiotic) ที่ทำให้เกิดรูบนเยื่อหุ้มเซลล์ แบคทีริโอซิน จะออกฤทธิ์โดยการสร้างรูบนเยื่อหุ้มเซลล์เช่นกัน เป็นผลให้เกิดการแยกตัวของเยื่อหุ้มเซลล์เกิดการรั่วไหลของกรดอะมิโนและไอออน รวมทั้ง ATP ภายในเซลล์[17] จากผลงานวิจัยนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Holzapfel และคณะ (2003)[18] พบว่าเชื้อแบคทีเรียกรดแลคติกในกิมจิสามารถสร้างสารยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคได้ เช่น *Pediococcus cerevisiae* และ *Leuconostoc* sp. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรค *E. coli, S. aureus* และ *B. cereus* แบคทีเรีย *Lactobacillus brevis* สามารถสร้างแบคทีริโอซินยับยั้งทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ในช่วงค่า pH 4-9 นอกจากนี้แบคทีเรียกรดแลคติกในกิมจิยังทำหน้าที่เป็นโพรไบโอติก การรับประทานกิมจิจะช่วยลด *E. coli* ในลำไส้ และช่วยเพิ่มปริมาณแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Lactobacilli* และ *Leuconostoc* ในส่วนของลำไส้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Luo และคณะ (2011)[19] ที่ได้ทำการคัดเลือกหาแบคทีเรียแลคติกที่สามารถผลิตแบคทีริโอซินจาก kurut ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากนมที่เป็นอาหารพื้นเมืองของชาวทิเบต โดยเก็บตัวอย่างมาจาก Qinghai-Tibet Plateau พบแบคทีเรียแลคติก 5 สายพันธุ์ ดังนี้ คือ *Lactobacillus case*i (strain T1, T11 และ S9) *Lb. lactis* (strain S2) และ *Leuconostoc lactis* (strain T14) ที่แสดงสมบัติในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia aerogenes* ได้ แต่สมบัติดังกล่าวจะหายไปเมื่อมีการเติมเอนไซม์โปรติเนสเค (proteinase K) เปปซิน (pepsin) และ ทริปซิน (trypsin) ลงไป แสดงให้เห็นว่าสารที่มีสมบัติในการยับยั้งเชื้อก่อโรคทั้งสองชนิดมีสมบัติเป็นโปรตีน

สรุปผลการวิจัย

น้ำผักสะทอน เกิดจากกระบวนการหมักด้วยเชื้อในธรรมชาติ ซึ่งเกิดขึ้นมาด้วยภูมิปัญญาดั้งเดิม ใช้สำหรับปรุงอาหาร และมีคุณค่าทางอาหารที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย ในการวิจัยนี้จึงได้สนใจศึกษาการจัดจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ โดยการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน จำนวน 13 ไอโซเลต พบว่าแบคทีเรียทั้งหมดติดสีแกรมบวก โดยที่มีรูปร่างท่อน ไม่สร้างสปอร์ จำนวน 8 ไอโซเลต และมีรูปร่างกลม จำนวน 5 ไอโซเลต และเมื่อนำแบคทีเรียที่แยกได้จากน้ำหมักผักสะทอน มาเลี้ยงบนอาหาร MRS agar ผสม $CaCO_3$ ความเข้มข้น ร้อยละ 1 พบว่ามีจุลินทรีย์ 11 ไอโซเลต ที่จัดเป็นแบคทีเรียกรดแลคติก ได้แก่ S1, S2, S4, S6, S9, S13, S14, S15, S17 M2 และ M3 และเมื่อนำทั้ง 11 ไอโซเลต มาทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี พบว่าเชื้อทุกไอโซเลตจัดเป็น homofermentative lactic acid bacteria มีความเป็นไปได้ว่าแบคทีเรียไอโซเลต S1 จะเป็น *Enterococcus* spp. ส่วน S2, S4, S9 และ S15 มีความเป็นไปได้ว่าเป็น *Tetragenococcus* spp. และ S6, S13, S14, S17, M2 และ M3 น่าจะเป็นเชื้อ *Brochothrix* spp. และเมื่อศึกษาความสามารถของแบคทีเรียกรดแลคติก ในการผลิตสารยับยั้งเชื้อ 3 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* และ *Staphylococcus aureus* ด้วยวิธีการทำ agar well diffusion assay พบว่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งเชื้อทดสอบ *E. coli* ได้แก่ S15 ได้ 2.7 มิลลิเมตร ส่วนการยับยั้ง *B. subtilis* ได้สูงสุดคือ S15 ได้ 2.1 มิลลิเมตร และที่ยับยั้ง *S. aureus* ได้สูงสุดคือ S14 ได้ 3.8 มิลลิเมตร พบว่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบอย่างเดียว คือ S2 และ S6 เชื้อที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกอย่างเดียว คือ S1, S9, S14 และ S17 ส่วนเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ทั้งแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบ คือ S15 และ M2 จากการศึกษาพบว่าเชื้อที่คัดแยกได้จากน้ำผักสะทอน เป็นแบคทีเรียกรดแลคติกและมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อทดสอบ ดังนั้นหากสามารถนำเชื้อที่คัดแยกได้ไปเป็นหัวเชื้อในการหมักน้ำผักสะทอนต่อไป ก็จะเป็นการเพิ่มคุณภาพให้กับน้ำผักสะทอน เนื่องจากแบคทีเรียกรดแลคติกสามารถผลิตสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่จะทำให้อาหารเน่าเสียและก่อให้เกิดโรคได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ที่ให้การสนับสนุนทั้งงบประมาณ สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Huo X, Zhang L, Gao L, Guo Y, Zhang L, Li L, Si J, Cao L. Anti-inflammatory and analgesic activities of ethanol extract and isolated compounds from *Millettia pulchra*. Biol Pharm Bull 2015; 38:1328-36.
2. ธนาธิป รักศิลป์. องค์ประกอบทางเคมีจากกิ่งสะทอน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2018; 28:587-95.
3. เริงนภรณ์ โม้พวง, วชิระ สิงห์คง, คชรัตน์ ทองฟัก, มัทนา อุ่นแก้ว, สุรัตน์ บุญผ่อง. ปริมาณสารอาหารและแร่ธาตุในใบกระทอนและน้ำกระทอนที่ไม่ปรุงรส. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2550; 4(2):188-94.
4. จิณห์นิภา หมู่แก้ว. น้ำซอสปรุงรสผักสะทอน: คุณค่าทางโภชนาการและกลิ่น [ภาคนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม; 2556.
5. อารีรัตน์ ลุนผา. “แลคติดแอซิดแบททีเรีย” ทางเลือกใหม่ในการเพิ่มคุณภาพของพืชหมัก [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต] อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี; 2546.
6. ฐาปนี จิตภักดี, ศิริกานต์ กันทาใจ. 2543. การคัดเลือกแบคทีเรียแลคติกที่ผลิตสารยับยั้งแบคทีเรีย. [ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2543.
7. ดวงพร คันธโชติ. อนุกรมวิธานของแบคทีเรียและปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์; 2550.

8. ปิโยรส หงษาชาติ, วิชัย เสริมผล. การคัดแยกและศึกษาคุณลักษณะของแบคทีเรียกรดแลคติกที่คัดแยกได้จากปลาส้มในจังหวัดหนองคาย. ใน: รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 45 ประจำปี 2558; มหาวิทยาลัยภูเก็ต; 2558.

9. นิศารัตน์ สุขาบูรณ์. การคัดแยกแบคทีเรียกรดแลคติกที่สร้างสารยับยั้งแบคทีเรียจากน้ำพริก [ภาคนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม; 2560.

10. สมใจ ศิริโภค, ประวัติ อังประภา, พรชัย ขจีนาฎ, โพธิเวชกุล, อรอนงค์ พริ้งศุลกะ. การคัดเลือกและจำแนกชนิดของแบคทีเรียที่สร้างแบคทีรีโอซินได้จากอาหารหมัก และการศึกษาคุณสมบัติของแบคทีรีโอซินที่ผลิตได้. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 2550; 23(2):92-114.

11. เสมอใจ บุรีนอก. การใช้แบคทีเรียกรดแลคติกในน้ำพืชหมักเป็นสารเสริมชนิดใหม่ในพืชหมักเขตร้อน. แก่นเกษตร 2554; 39:85-8.

12. วิภา คุ้มคำ, เนตรนภา เกล็ดจีน. การคัดแยกและคัดเลือกแบคทีเรียกรดแลคติกจากน้ำหมักใบบอน บ้านนาป่าหนาด อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย. ใน: รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏเลยวิชาการ ประจำปี 2561; วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2561; มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย; 2561.

13. RoushanZadeh S, Eskandari MH, Shekarforoush SS, Hosseini A. 2014. Phenotypic and genotypic diversity of dominant lactic acid bacteria isolated from traditional yoghurts produced by tribes of Iran. Iran J Vet Res 2014; 15(4): 347-52.

14. Holzapfel WH, Franz CMAP, Ludwig W, Back W Dicks LMT. The genera *Pediococcus* and *Tetragenococcus*. In (ed.) Stackebrandt E and Holzapfel WH The prokaryotes. New York: Springer; 2006.

15. Orla-Jensen S. The Lactic Acid Bacteria. Copenhagen: Anhr Fred Host and Son; 1919.

16. Holzapfel WH, Haberer P, Geisen R, Björkroth J, Schillinger U. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. Am J Clin Nutr 2001; 73(suppl): 365S–73S.

17. อรอนงค์ พริ้งศุลกะ. แบคทีรีโอซินที่สร้างจากแบคทีเรียแลคติก. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2550; 23(2):145-60.

18. Holzapfel W, Schillinger U, Buckenhüskes HJ, Sauerkraut. In Farnworth ER (ed). Handbook of fermented functional foods. BocaRaton: CRC press; 2003.

19. Luo F, Sun Q, Xiang W, Zhao J, Zhang J, Yang Z. Screening for bacteriocin-producing lactic acid bacteria from kurut, a traditional naturally fermented yak milk from Qinghai-Tibet Plateau. Food Control 2011; 22: 50-3.

ASTC 2023

ASTC 2023

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระหว่างสถาบัน (ASTC) ครั้งที่ 9

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืน

SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR SUSTAINABILITY

วันศุกร์ที่ 9 มิถุนายน 2566

ณ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย กรุงเทพ

ผู้สนับสนุน

YOUR NATURAL CREATION

NUUI