ความหลากหลายและศักยภาพด้านโปรไบโอติกของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักและผักดองพื้นบ้านของไทย

Diversity and Probiotic Potential of Microorganisms in Traditional Thai Fermented Meat Products and Pickled Vegetables

ชาเคร ยะมันยะ[1] ชนัญชิดา ถิรารางค์กูล[2] ชนิดาภา วิภูภิญโญ[3] รัตน์ลภัสร์ อิ่มวณิช[4] และ ขวัญชัย ประมูลทรัพย์[5*]

Shakeer Yamanya[1] Chananchida Thirarangkoon[2] Chanidabha Vipupinyo[3] Ratlaphat Imvanish[4] and Khwanchai Pramoonsap[5*]

[1]โรงเรียนดารุลมาอาเรฟมูลนิธิ สตูล 91160 ประเทศไทย

[2]โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย

[3]โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย

[4]โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช อุบลราชธานี 34000 ประเทศไทย

[5]นักวิจัยอิสระ กรุงเทพมหานคร 10400 ประเทศไทย

[1]Darul Maaref Foundation School, Satun 91160, Thailand

[2]Patumwan Demonstration School, Srinakharinwirot University, Bangkok 10330, Thailand

[3]Chulalongkorn University Demonstration Secondary School, Bangkok 10330, Thailand

[4]Benchama Maharat School, Ubon Ratchathani 34000, Thailand

[5]Independent Researcher, Bangkok 10400, Thailand

*E-mail: Khwananight@gmail.com

Received: Jun 15, 2026

Revised: Jul 25, 2026

Accepted: Aug 03, 2026

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักและผักดองพื้นบ้านของไทยเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่อาจมีศักยภาพสำหรับการพัฒนาเป็นโปรไบโอติก แต่หลักฐานเกี่ยวกับความหลากหลาย คุณสมบัติเชิงหน้าที่ ความปลอดภัย และความพร้อมต่อการประยุกต์ใช้ยังไม่เคยได้รับการสังเคราะห์ร่วมกันอย่างชัดเจน บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์และเปรียบเทียบหลักฐานเกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพเป็นโปรไบโอติกจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักและผักดองพื้นบ้านของไทย ตลอดจนประเมินข้อจำกัดและแนวทางการประยุกต์ใช้ การทบทวนวรรณกรรมเชิงพรรณนาดำเนินการระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2569 โดยสืบค้นเอกสารภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่เผยแพร่ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2568 จากฐานข้อมูล PubMed, Scopus, Google Scholar และ ThaiJO รวมทั้งตรวจสอบรายการอ้างอิงของเอกสารที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลได้รับการสังเคราะห์ตามประเภทผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโปรไบโอติก และระดับหลักฐาน โดยใช้กรอบนิยามของสมาคมวิทยาศาสตร์นานาชาติเพื่อโปรไบโอติกและพรีไบโอติก จากการทบทวนพบว่า *Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Limosilactobacillus fermentum* ได้รับการรายงานในผลิตภัณฑ์หลายประเภท บางสายพันธุ์แสดงความสามารถในการทนกรด ทนน้ำดี และยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค ขณะที่สายพันธุ์ที่คัดเลือกบางชนิดมีศักยภาพเป็นกล้าเชื้อเพื่อควบคุมกระบวนการหมักและเพิ่มความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม หลักฐานส่วนใหญ่เป็นการทดลองนอกสิ่งมีชีวิตหรือการศึกษาระดับผลิตภัณฑ์ และยังไม่เพียงพอสำหรับยืนยันประสิทธิผลในมนุษย์ คุณสมบัติและความปลอดภัยต้องพิจารณาในระดับสายพันธุ์ โดยเฉพาะ *Enterococcus faecium* ซึ่งไม่สามารถสรุปความปลอดภัยจากข้อมูลระดับชนิดได้ อาหารหมักไทยจึงเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่ควรศึกษาต่อ แต่ไม่ควรจัดว่าเป็นผลิตภัณฑ์โปรไบโอติกโดยอัตโนมัติ การวิจัยในอนาคตควรให้ความสำคัญกับการระบุระดับสายพันธุ์ การประเมินความปลอดภัย การตรวจสอบความคงตัวและจำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ และการศึกษาทางคลินิกที่ออกแบบอย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: โปรไบโอติก แบคทีเรียกรดแลคติก อาหารหมักไทย ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมัก ผักดอง

Abstract

Traditional Thai fermented meat products and pickled vegetables contain microorganisms that may have potential for probiotic development. However, evidence concerning their diversity, functional properties, safety, and readiness for application has not been clearly integrated. This article aimed to synthesize and compare evidence on microorganisms with probiotic potential isolated from traditional Thai fermented meat products and pickled vegetables and to assess their limitations and possible applications. A narrative review was conducted between February and May 2026. Thai- and English-language publications issued between 2013 and 2025 were identified through PubMed, Scopus, Google Scholar, and ThaiJO, supplemented by reference-list screening. Evidence was synthesized according to product category, probiotic-related properties, and level of evidence and interpreted using the framework of the International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics. *Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, and *Limosilactobacillus fermentum* were reported across several fermented products. Some strains demonstrated acid and bile tolerance and inhibition of pathogenic microorganisms, while selected strains showed potential as starter cultures for controlling fermentation and improving product consistency. Most evidence, however, was derived from in vitro or product-level studies and was insufficient to establish efficacy in humans. Functional properties and safety must be evaluated at the strain level, particularly for *Enterococcus faecium*, for which safety cannot be inferred from species-level identification. Traditional Thai fermented foods therefore represent sources of microorganisms for investigation but should not automatically be classified as probiotic products. Future studies should prioritize strain-level identification, safety assessment, verification of microbial stability and viable counts in products, and appropriately designed clinical trials.

Keywords: Probiotics, Lactic acid bacteria, Thai fermented foods, Fermented meat products, Pickled vegetables

1. บทนำ

อาหารหมักพื้นบ้านของไทยเป็นผลผลิตจากภูมิปัญญาการถนอมอาหารที่สืบทอดมาอย่างยาวนาน โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบจากเนื้อสัตว์ ปลา และผัก ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและสร้างลักษณะทางประสาทสัมผัสที่เป็นเอกลักษณ์ [1] ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ยังเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่อาจมีศักยภาพเป็นโปรไบโอติก (Probiotics) โดยเฉพาะแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria; LAB) ซึ่งได้รับความสนใจด้านการส่งเสริมสุขภาพและการพัฒนาอาหารฟังก์ชัน (Functional foods) [2], [3]

การศึกษาที่ผ่านมารายงานจุลินทรีย์หลายชนิดจากอาหารหมักพื้นบ้านของไทย ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมัก เช่น แหนม ปลาส้ม และปลาร้า พบ *Lactiplantibacillus plantarum*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Enterococcus faecium* [4]-[6] ส่วนผลิตภัณฑ์ผักดอง เช่น ผักเสี้ยนดอง ผักกาดดอง และหน่อไม้ดอง พบแบคทีเรียกรดแลคติกหลายสายพันธุ์ที่สามารถทนกรด ทนน้ำดี และยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคภายใต้สภาวะทดลอง [7]-[9] นอกจากนี้มีการนำจุลินทรีย์บางสายพันธุ์มาใช้เป็นกล้าเชื้อบริสุทธิ์เพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอ คุณภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารหมัก [5], [10]

อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโปรไบโอติกเป็นคุณสมบัติเฉพาะสายพันธุ์ การระบุจุลินทรีย์เพียงระดับชนิดจึงไม่เพียงพอสำหรับยืนยันประสิทธิผลและความปลอดภัย เนื่องจากสายพันธุ์ภายในชนิดเดียวกันอาจแตกต่างกันด้านคุณสมบัติเชิงหน้าที่ ยีนก่อความรุนแรง และการดื้อยาปฏิชีวนะ ประเด็นนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อ *E. faecium* ซึ่งมีทั้งสายพันธุ์ที่แสดงคุณสมบัติเบื้องต้นสอดคล้องกับเกณฑ์การคัดเลือกโปรไบโอติกและสายพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อในมนุษย์ ดังนั้น ผลการทนกรด ทนน้ำดี หรือยับยั้งเชื้อก่อโรคในห้องปฏิบัติการควรตีความว่าเป็นหลักฐานเบื้องต้น และไม่ควรใช้ยืนยันสถานะโปรไบโอติกโดยปราศจากการประเมินความปลอดภัยระดับสายพันธุ์และหลักฐานประโยชน์ต่อสุขภาพ [2], [11]

หลักฐานเกี่ยวกับจุลินทรีย์จากอาหารหมักไทยยังมีข้อจำกัด เนื่องจากงานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งศึกษาผลิตภัณฑ์หรือ

จุลินทรีย์เฉพาะกลุ่ม ใช้วิธีประเมินคุณสมบัติเชิงหน้าที่แตกต่างกัน และรายงานผลในระดับหลักฐานที่ไม่เท่ากัน จึงยังขาดการสังเคราะห์ร่วมกันระหว่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักและผักดองในด้านความหลากหลายของจุลินทรีย์ คุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโปรไบโอติก ความปลอดภัย และความพร้อมต่อการประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ หลักฐานส่วนใหญ่ยังเป็นการศึกษานอกสิ่งมีชีวิต ขณะที่ข้อมูลจากการประเมินระดับผลิตภัณฑ์และการศึกษาทางคลินิกในมนุษย์ยังมีจำกัด [2], [11]

บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและสังเคราะห์หลักฐานเกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพเป็นโปรไบโอติกจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักและผักดองพื้นบ้านของไทย เปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงหน้าที่และระดับหลักฐานระหว่างผลิตภัณฑ์ ตลอดจนประเมินข้อจำกัดด้านความปลอดภัยและแนวทางการประยุกต์ใช้เป็นกล้าเชื้อ อาหารฟังก์ชัน และผลิตภัณฑ์ส่งเสริมสุขภาพในอนาคต

2. ระเบียบวิธีการศึกษา

บทความนี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมเชิงพรรณนา (Narrative review) ดำเนินการระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2569 โดยมุ่งศึกษาความหลากหลายและคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพด้านโปรไบโอติกของแบคทีเรียกรดแลคติกที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักและผักดองพื้นบ้านของไทย

2.1. กลยุทธ์การสืบค้นและแหล่งข้อมูล

สืบค้นเอกสารจากฐานข้อมูล PubMed, Scopus, Google Scholar และ ThaiJO รวมทั้งเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องซึ่งเผยแพร่ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2568 (ค.ศ. 2013-2025) คำค้นภาษาอังกฤษประกอบด้วย “probiotics,” “lactic acid bacteria,” “Thai fermented foods,” “meat fermentation” และ “pickled vegetables” ส่วนคำค้นภาษาไทยประกอบด้วย “โปรไบโอติก” “แบคทีเรียกรดแลคติก” “อาหารหมักไทย” “การหมักเนื้อสัตว์” และ “ผักดอง” นอกจากนี้ ยังตรวจสอบรายการอ้างอิงของเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อค้นหาเอกสารเพิ่มเติม

2.2. เกณฑ์การคัดเลือกวรรณกรรม

เกณฑ์การคัดเข้าประกอบด้วยบทความวิจัยและบทความปริทัศน์ที่ผ่านการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์จากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักหรือผักดองพื้นบ้านของไทย และรายงานชนิด สายพันธุ์ หรือคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพด้านโปรไบโอติกอย่างชัดเจน เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ เอกสารที่ไม่เกี่ยวข้องกับบริบทของอาหารหมักไทย ไม่ระบุแหล่งที่มาของจุลินทรีย์อย่างชัดเจน หรือมีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการสังเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของบทความ

2.3. การสังเคราะห์ข้อมูลและกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี

ข้อมูลได้รับการวิเคราะห์และสังเคราะห์เชิงเนื้อหาโดยจัดหมวดหมู่ตามประเภทผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมัก เช่น แหนม ปลาส้ม และปลาร้า และผักดอง เช่น ผักกาดดอง หน่อไม้ดอง และผักเสี้ยนดอง ประเด็นที่สังเคราะห์ประกอบด้วยชนิดหรือสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ การทนกรด การทนน้ำดี การยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค และการประยุกต์ใช้เป็นกล้าเชื้อ แถลงการณ์ฉันทามติของสมาคมวิทยาศาสตร์นานาชาติเพื่อโปรไบโอติกและพรีไบโอติก (International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics; ISAPP) ใช้เป็นกรอบในการนิยามและตีความคุณสมบัติของจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพเป็นโปรไบโอติก [2]

2.4. ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมเชิงพรรณนา จึงไม่ได้ดำเนินการตามกระบวนการของการทบทวนอย่างเป็นระบบ ไม่ได้ใช้แนวทาง PRISMA และไม่ได้ประเมินความเสี่ยงจากอคติของการศึกษาอย่างเป็นทางการ นอกจากนี้ ความแตกต่างด้านผลิตภัณฑ์ สายพันธุ์จุลินทรีย์ วิธีทดลอง และเกณฑ์ประเมินคุณสมบัติโปรไบโอติกอาจจำกัดการเปรียบเทียบผลระหว่างการศึกษา ดังนั้น ข้อค้นพบควรตีความเป็นการสังเคราะห์ภาพรวมของหลักฐาน ไม่ใช่การยืนยันประสิทธิผลหรือความปลอดภัยของจุลินทรีย์แต่ละสายพันธุ์

3. ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมัก

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักของไทยเป็นแหล่งของแบคทีเรียกรดแลคติกหลายชนิด เนื่องจากสภาวะความเป็นกรดและการแข่งขันระหว่างจุลินทรีย์ระหว่างการหมักเอื้อต่อการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าวได้ [5], [12] อย่างไรก็ตาม การตรวจพบจุลินทรีย์ในอาหารหมักหรือการแสดงคุณสมบัติทนกรดและยับยั้งเชื้อก่อโรคยังเป็นเพียงหลักฐานเบื้องต้น และไม่เพียงพอสำหรับยืนยันสถานะโปรไบโอติกหรือประโยชน์ต่อสุขภาพในมนุษย์ [2]

แหนมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการศึกษาค่อนข้างมาก โดยพบแบคทีเรียกรดแลคติกในระดับสูงระหว่างกระบวนการหมัก [5]

จุลินทรีย์ที่มีรายงานจากแหนมในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ได้แก่ *Lactiplantibacillus plantarum*, *Levilactobacillus namurensis*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Lactococcus lactis* [4], [6], [13] โดยเฉพาะ *L. plantarum* บางสายพันธุ์แสดงความสามารถในการทนกรด ทนน้ำดี และสร้างสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ คุณสมบัติเหล่านี้สนับสนุนการคัดเลือกเป็นสายพันธุ์ผู้สมัครโปรไบโอติกและการศึกษาต่อยอดเป็นกล้าเชื้อ แต่ยังต้องประเมินความปลอดภัยและประสิทธิผลในระดับสายพันธุ์เพิ่มเติม [5]

Dowdell et al. รายงานว่า *Enterococcus faecium* และ *Lactococcus lactis* ที่แยกได้จากแหนมสามารถยับยั้ง *Clostridioides difficile* ภายใต้สภาวะทดลอง [4] อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าวไม่สามารถใช้สรุปว่า *E. faecium* ทุกสายพันธุ์มีความปลอดภัยหรือมีสถานะเป็นโปรไบโอติก เนื่องจากจุลินทรีย์ชนิดนี้มีความหลากหลายทางพันธุกรรม และบางสายพันธุ์อาจมียีนก่อความรุนแรงหรือยีนดื้อยาปฏิชีวนะ การพิจารณานำสายพันธุ์ไปใช้จึงต้องอาศัยการระบุระดับสายพันธุ์ การประเมินความปลอดภัย และหลักฐานประโยชน์ต่อสุขภาพตามกรอบนิยามของ ISAPP [2]

องค์ประกอบของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักยังแตกต่างกันตามวัตถุดิบ สูตรการผลิต สภาพแวดล้อม และพื้นที่ผลิต [14] อาหารหมักพื้นบ้านภาคใต้มีรายงานการพบ *Lactiplantibacillus pentosus*, *L. plantarum* และ *E. faecium* บางสายพันธุ์ที่สามารถสร้างแบคเทอริโอซินหรือยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคภายใต้สภาวะทดลอง [14] ผลการศึกษาเหล่านี้แสดงถึงความหลากหลายของสายพันธุ์ผู้สมัคร แต่หลักฐานส่วนใหญ่ยังจำกัดอยู่ในระดับการทดลองนอกสิ่งมีชีวิต จึงควรหลีกเลี่ยงการสรุปว่าจุลินทรีย์ดังกล่าวเป็นโปรไบโอติกที่ได้รับการยืนยันแล้ว

การหมักตามธรรมชาติช่วยสร้างลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ แต่ความแตกต่างของวัตถุดิบ สัดส่วนส่วนผสม และสภาวะการผลิตอาจทำให้คุณภาพและองค์ประกอบของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอ รวมทั้งเพิ่มความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน [12] การใช้กล้าเชื้อบริสุทธิ์จึงได้รับการศึกษาเพื่อควบคุมกระบวนการหมักและเพิ่มความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น การใช้ *L. plantarum* ในการผลิตปลาส้มและแหนมช่วยควบคุมการหมักและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ [5], [10] อย่างไรก็ตาม การใช้จุลินทรีย์เป็นกล้าเชื้อไม่ได้หมายความว่าสายพันธุ์นั้นมีสถานะเป็นโปรไบโอติกโดยอัตโนมัติ การกล่าวอ้างด้านสุขภาพยังต้องมีหลักฐานความปลอดภัยและประสิทธิผลที่เพียงพอ ชนิดของจุลินทรีย์ คุณสมบัติที่รายงาน รูปแบบการศึกษา และระดับหลักฐานจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักของไทย ดังสรุปไว้ใน Table 1

เมื่อเปรียบเทียบหลักฐานใน Table 1 พบว่าการศึกษาส่วนใหญ่มุ่งคัดกรองคุณสมบัติเชิงหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ ขณะที่มีหลักฐานระดับผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการใช้ *L. plantarum* เป็นกล้าเชื้อในปลาส้ม [10] ช่องว่างสำคัญจึงไม่ใช่การขาดสายพันธุ์ผู้สมัคร แต่เป็นการขาดการระบุระดับสายพันธุ์ การประเมินความปลอดภัยอย่างเป็นระบบ และการศึกษาประโยชน์ต่อสุขภาพในมนุษย์ การพัฒนาในระยะต่อไปควรมุ่งคัดเลือกกล้าเชื้อที่ให้ทั้งความสม่ำเสมอของการหมักและความปลอดภัย โดยแยกการกล่าวอ้างด้านคุณภาพอาหารออกจากการกล่าวอ้างด้านโปรไบโอติกอย่างชัดเจน [5], [10]

4. ผลิตภัณฑ์ผักดอง

ผลิตภัณฑ์ผักดองพื้นบ้านของไทยเป็นแหล่งของแบคทีเรียกรดแลคติกหลายชนิดที่อาจมีศักยภาพสำหรับการคัดเลือกเป็นสายพันธุ์ผู้สมัครโปรไบโอติก [3] ระหว่างการหมักตามธรรมชาติ ความเป็นกรดและความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้นทำหน้าที่เป็นแรงคัดเลือกให้จุลินทรีย์ที่ปรับตัวต่อสภาวะดังกล่าวสามารถเจริญและกลายเป็นประชากรเด่น จุลินทรีย์เหล่านี้มีส่วนต่อการควบคุมจุลินทรีย์ที่ไม่พึงประสงค์ คุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ [6]

การศึกษาผักดองพื้นบ้านของไทย ได้แก่ ผักกาดดอง ผักเสี้ยนดอง และหน่อไม้ดอง รายงานการพบ *Lactiplantibacillus plantarum*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Levilactobacillus brevis* และ *Pediococcus pentosaceus* [7]-[9], [15] จุลินทรีย์บางสายพันธุ์แสดงความสามารถในการทนกรด ทนน้ำดี ใช้สารตั้งต้นบางชนิด และยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคภายใต้สภาวะทดลอง คุณสมบัติเหล่านี้สนับสนุนการคัดกรองเบื้องต้น แต่ยังไม่เพียงพอสำหรับยืนยันสถานะโปรไบโอติก เนื่องจากหลักฐานส่วนใหญ่เป็นการทดลองนอกสิ่งมีชีวิต (In vitro) และยังมีข้อมูลจำกัดด้านความปลอดภัยระดับสายพันธุ์และประโยชน์ต่อสุขภาพในมนุษย์ [2], [11]

การตีความหลักฐานต้องคำนึงว่าคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโปรไบโอติกเป็นคุณสมบัติเฉพาะสายพันธุ์ จุลินทรีย์ต่างสายพันธุ์ภายในชนิดเดียวกันอาจแตกต่างกันด้านการทนต่อสภาวะในระบบทางเดินอาหาร การยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค และ

Table 1 Diversity, probiotic-related properties, and levels of evidence of microorganisms from traditional Thai fermented meat products

Products	Reported microorganisms	Reported properties or applications	Study design and level of evidence	References
Thai fermented pork sausages (Nham)	*Enterococcus faecium*, *Lactococcus lactis*	Inhibited *Clostridioides difficile* under experimental conditions	In vitro; preliminary evidence, probiotic status not established	[4]
Thai fermented pork sausages (Nham)	*Lactiplantibacillus plantarum*	Acid and bile tolerance and production of antimicrobial substances; candidate starter culture	In vitro and preliminary functional assessment	[5]
Fermented fish (Pla-som)	*Lactiplantibacillus plantarum*	Used as a defined starter culture to control fermentation and improve product consistency	Product-level study; no clinical benefit established	[10]
Thai fermented pork sausages (Nham)	*Levilactobacillus namurensis*, *Pediococcus pentosaceus*	Enhanced gamma-aminobutyric acid production and fermentation quality	In vitro or fermentation-process study	[13]
Southern Thai traditional fermented foods	*Lactiplantibacillus pentosus*, *L. plantarum*, *E. faecium*	Bacteriocin production and pathogen inhibition	In vitro; strain-specific safety assessment required	[14]

Note: Most microorganisms in the table were evaluated in laboratory or fermented-food product studies. The evidence supports only the identification of candidate strains or probiotic-related properties and is insufficient to establish probiotic status under ISAPP criteria because strain-specific safety and efficacy data in humans remain limited [2], [11].

ความปลอดภัย ดังนั้น การรายงานเฉพาะระดับสกุลหรือชนิดจึงไม่เพียงพอสำหรับยืนยันประสิทธิผลหรือความเหมาะสมในการนำไปใช้ ควรมีการระบุระดับสายพันธุ์และประเมินลักษณะที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยก่อนพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหรือผลิตภัณฑ์ส่งเสริมสุขภาพ [2], [11]

นอกจากการคัดกรองคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโปรไบโอติกแล้ว จุลินทรีย์จากผักดองยังมีศักยภาพสำหรับการพัฒนาเป็นกล้าเชื้อบริสุทธิ์ ตัวอย่างเช่น การใช้ *L. plantarum* และ *P. pentosaceus* ในการผลิตแหนมหน่อไม้ช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของกระบวนการหมักและควบคุมคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ [16] อย่างไรก็ตาม บทบาทในฐานะกล้าเชื้อควรแยกออกจากสถานะโปรไบโอติกอย่างชัดเจน เนื่องจากความสามารถในการควบคุมการหมักไม่ได้ยืนยันโดยอัตโนมัติว่าสายพันธุ์นั้นมีประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

ความหลากหลายและจำนวนของจุลินทรีย์ในผักดองอาจแปรผันตามชนิดของวัตถุดิบ ปริมาณเกลือ ระยะเวลาการหมัก วิธีการผลิต และสภาพแวดล้อมเฉพาะพื้นที่ [9] ความแปรปรวนดังกล่าวจำกัดการเปรียบเทียบผลระหว่างการศึกษาและอาจส่งผลต่อความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ การพัฒนาต่อยอดจึงควรให้ความสำคัญกับการระบุจุลินทรีย์ระดับสายพันธุ์ การประเมินความปลอดภัย และการทดสอบประสิทธิผลด้วยแบบจำลองที่เหมาะสมก่อนดำเนินการศึกษาทางคลินิก [2], [11] ชนิดของจุลินทรีย์ คุณสมบัติที่รายงาน และระดับหลักฐานจากผลิตภัณฑ์ผักดองพื้นบ้านของไทย ดังสรุปไว้ใน Table 2

เมื่อเปรียบเทียบหลักฐานใน Table 2 พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งประเมินการทนกรด การทนน้ำดี และการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในห้องปฏิบัติการ ขณะที่หลักฐานด้านการประยุกต์ใช้ระดับผลิตภัณฑ์มีจำกัด และยังไม่พบหลักฐานทางคลินิกที่เพียงพอสำหรับยืนยันประโยชน์ต่อสุขภาพ ช่องว่างสำคัญจึงอยู่ที่การระบุระดับสายพันธุ์ การประเมินความปลอดภัย และการเชื่อมโยงคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการกับผลลัพธ์ในมนุษย์ [2], [11]

5. อภิปรายผล

การทบทวนนี้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักและผักดองพื้นบ้านของไทยเป็นแหล่งของแบคทีเรียกรดแลคติกหลายชนิด [1], [3] จุลินทรีย์ที่ได้รับการรายงานในผลิตภัณฑ์หลายประเภท ได้แก่ *Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Limosilactobacillus fermentum* [6], [7], [15] การพบจุลินทรีย์เหล่านี้ในแหนม ปลาส้ม ผักเสี้ยนดอง และหน่อไม้ดองอาจสัมพันธ์กับสภาวะการหมักที่มีเกลือและความเป็นกรด ซึ่งทำหน้าที่เป็นแรงคัดเลือกให้จุลินทรีย์ที่ปรับตัวต่อสภาวะดังกล่าวสามารถเจริญได้ [8], [9] อย่างไรก็ตาม ความถี่ของการตรวจพบไม่ได้ยืนยันว่าจุลินทรีย์ทุกสายพันธุ์ภายในชนิดเดียวกันมีคุณสมบัติหรือความปลอดภัยเท่าเทียมกัน

หลักฐานส่วนใหญ่มุ่งประเมินคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับโปรไบโอติกในการทดลองนอกสิ่งมีชีวิต (In vitro) โดยเฉพาะการทนต่อสภาวะกรด การทนน้ำดี และการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค [4], [5], [9] บางการศึกษารายงานการยับยั้ง *Clostridioides difficile* และ *Salmonella* spp. รวมถึงการสร้างกรดอินทรีย์หรือแบคเทอริโอซิน [4], [12] ผลการศึกษาเหล่านี้มีประโยชน์ในขั้นต้นสำหรับคัดเลือกสายพันธุ์ที่น่าสนใจ แต่ยังไม่เพียงพอที่จะยืนยันว่าจุลินทรีย์ดังกล่าวจะอยู่รอดและให้ผลเช่นเดียวกันในร่างกายมนุษย์ เนื่องจากสภาวะในระบบทางเดินอาหารมีความซับซ้อนกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการ และยังเกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์หลายกลุ่ม [17] ดังนั้น หลักฐานในปัจจุบันจึงยังไม่เพียงพอที่จะสรุปว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์เหล่านี้ส่งผลต่อสุขภาพโดยตรง

เมื่อพิจารณาตามกรอบของสมาคมวิทยาศาสตร์นานาชาติเพื่อโปรไบโอติกและพรีไบโอติก ผลิตภัณฑ์ที่มีจุลินทรีย์มีชีวิตไม่ควรถูกเรียกว่า “อาหารโปรไบโอติก” โดยอัตโนมัติ การกล่าวอ้างดังกล่าวต้องระบุจุลินทรีย์ในระดับสายพันธุ์ มีจำนวนจุลินทรีย์ที่เพียงพอในช่วงเวลาที่บริโภค และมีหลักฐานแสดงประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้รับในปริมาณที่เหมาะสม [2], [11] ดังนั้น คำว่า “จุลินทรีย์ที่มีศักยภาพเป็นโปรไบโอติก” จึงเหมาะสมกับสถานะของหลักฐานปัจจุบันมากกว่าการเรียกจุลินทรีย์เหล่านี้ว่าโปรไบโอติกโดยตรง

ประเด็นด้านความปลอดภัยมีความสำคัญเป็นพิเศษสำหรับ *Enterococcus faecium* แม้ว่าบางสายพันธุ์ที่แยกจากแหนมและอาหารหมักพื้นบ้านจะแสดงความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค แต่ผลดังกล่าวไม่สามารถใช้แทนสายพันธุ์อื่นภายในชนิดเดียวกันได้ [4], [14] *E. faecium* มีความหลากหลายทางพันธุกรรมและครอบคลุมทั้งสายพันธุ์ที่อาจนำไปใช้ประโยชน์และสายพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อในมนุษย์ ก่อนนำมาใช้เป็นกล้าเชื้อหรือจุลินทรีย์โปรไบโอติก จึงควรตรวจสอบเอกลักษณ์ระดับสายพันธุ์ ยีนก่อความรุนแรง ยีนดื้อยาปฏิชีวนะ และความเป็นไปได้ในการถ่ายทอดยีน

Table 2 Diversity, probiotic-related properties, and levels of evidence of microorganisms from traditional Thai pickled vegetable products

Products	Reported microorganisms	Reported properties or applications	Study design and level of evidence	References
Fermented spider weed (Pak-sian dong)	*Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*	Acid and bile tolerance and inhibition of pathogenic microorganisms	In vitro; preliminary screening evidence	[7]
Pickled bamboo shoot (Normai dong)	*Limosilactobacillus fermentum*, *Levilactobacillus brevis*	Utilized xylooligosaccharides as a fermentation substrate and showed preliminary probiotic-related properties	In vitro	[8]
Pickled mustard greens (Pak-kad dong)	*Lactiplantibacillus plantarum*	Acid tolerance and inhibition of pathogenic microorganisms under experimental conditions	In vitro; no clinical evidence	[15]
Fermented pork sausage with bamboo shoot (Naem normai)	*Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*	Used as starter cultures to control fermentation and improve product consistency	Product-level study; probiotic status not established	[16]

Note: Most evidence derives from laboratory or product-level studies and therefore supports only probiotic-related properties or preliminary suitability as starter cultures. It is insufficient to establish probiotic status under international criteria because strain-specific safety assessments and evidence of efficacy in humans are lacking [2], [11].

การทนกรด ทนน้ำดี หรือยับยั้งเชื้อก่อโรคเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับยืนยันความปลอดภัย [2], [11]

หลักฐานด้านการประยุกต์ใช้แสดงให้เห็นบทบาทของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกเป็นกล้าเชื้อในกระบวนการหมัก ตัวอย่างเช่น *L. plantarum* BCC 4352 ได้รับการศึกษาเพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในแหนม ขณะที่ *L. namurensis* NH_2 เกี่ยวข้องกับการเพิ่มการผลิตกรดแกมมา-แอมิโนบิวทิริก (Gamma-aminobutyric acid) หรือกาบา (GABA) [5], [13] นอกจากนี้การใช้จุลินทรีย์ที่คัดเลือกในการผลิตปลาส้มและแหนมหน่อไม้แสดงความเป็นไปได้ในการเพิ่มความสม่ำเสมอและควบคุมคุณภาพของการหมัก [10], [16] หลักฐานเหล่านี้สนับสนุนบทบาทด้านเทคโนโลยีอาหาร แต่ยังไม่ยืนยันประโยชน์ด้านโปรไบโอติก เนื่องจากกล้าเชื้ออาจช่วยควบคุมการหมักได้โดยไม่จำเป็นต้องมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เมื่อเปรียบเทียบระดับหลักฐาน พบว่าการศึกษาส่วนใหญ่ยังอยู่ในขั้นการคัดแยก ระบุชนิด และประเมินคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ ส่วนหลักฐานระดับผลิตภัณฑ์มีจำนวนจำกัด และยังขาดการศึกษาทางคลินิกที่ยืนยันประสิทธิผลในมนุษย์ ความแตกต่างของวัตถุดิบ ปริมาณเกลือ ระยะเวลาการหมัก และสภาพแวดล้อมการผลิตยังทำให้องค์ประกอบและจำนวนจุลินทรีย์มีความแปรปรวน [9] ความแปรปรวนนี้มีผลต่อการกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ที่ผู้บริโภคได้รับ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการยืนยันผลตามกรอบของ ISAPP [2], [18]

ผลการสังเคราะห์จึงชี้ให้เห็นพัฒนาการสองระดับ ระดับแรกคือการเปลี่ยนจากการสำรวจความหลากหลายของจุลินทรีย์ไปสู่การคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ ส่วนระดับที่สองคือการนำสายพันธุ์ที่คัดเลือกไปประเมินเป็นกล้าเชื้อเพื่อควบคุมกระบวนการหมัก อย่างไรก็ตาม หลักฐานยังไม่แสดงการเปลี่ยนผ่านอย่างสมบูรณ์ไปสู่ผลิตภัณฑ์โปรไบโอติกที่ได้รับการยืนยันทางคลินิก การวิจัยในอนาคตควรให้ความสำคัญกับการระบุระดับสายพันธุ์ การประเมินความปลอดภัยด้วยข้อมูลจีโนม การศึกษาความคงตัวและจำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ และการทดลองในมนุษย์ที่ออกแบบอย่างเหมาะสม [2], [11], [17] เทคโนโลยีเมตาโอมิกส์อาจช่วยอธิบายพลวัตของชุมชนจุลินทรีย์ระหว่างการหมัก แต่ควรใช้ร่วมกับการทดสอบด้านความปลอดภัยและประสิทธิผล ไม่ใช่ใช้แทนหลักฐานดังกล่าว

6. บทสรุป

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หมักและผักดองพื้นบ้านของไทยเป็นแหล่งของแบคทีเรียกรดแลคติกหลายชนิด โดยเฉพาะ *Lactiplantibacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* และ *Limosilactobacillus fermentum* ซึ่งบางสายพันธุ์แสดงความสามารถในการทนกรด ทนน้ำดี ยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค หรือสนับสนุนกระบวนการหมัก อย่างไรก็ตาม หลักฐานส่วนใหญ่ยังเป็นการทดลองนอกสิ่งมีชีวิต และไม่เพียงพอสำหรับยืนยันว่าจุลินทรีย์เหล่านี้เป็นโปรไบโอติกที่ปลอดภัยและมีประสิทธิผลในมนุษย์

การสังเคราะห์หลักฐานแสดงให้เห็นว่า ความพร้อมในการประยุกต์ใช้แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ การใช้สายพันธุ์ที่คัดเลือกเป็นกล้าเชื้อเพื่อควบคุมคุณภาพการหมักมีหลักฐานระดับผลิตภัณฑ์บางส่วน [5], [10], [16] แต่การกล่าวอ้างด้านโปรไบโอติกยังต้องอาศัยการระบุระดับสายพันธุ์ การประเมินความปลอดภัย และการยืนยันประโยชน์ต่อสุขภาพตามเกณฑ์ของ ISAPP [2], [11] ประเด็นดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับ *E. faecium* ซึ่งไม่ควรสรุปความปลอดภัยหรือศักยภาพจากข้อมูลระดับชนิดเพียงอย่างเดียว การวิจัยในอนาคตควรเปลี่ยนจากการคัดกรองคุณสมบัติเบื้องต้นไปสู่การศึกษาระดับสายพันธุ์ การประเมินยีนก่อความรุนแรงและยีนดื้อยาปฏิชีวนะ การตรวจสอบความคงตัวและปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ และการศึกษาทางคลินิกที่ออกแบบอย่างเหมาะสม แนวทางดังกล่าวจะช่วยแยกระหว่างจุลินทรีย์ที่เหมาะสำหรับควบคุมการหมักกับสายพันธุ์ที่มีหลักฐานเพียงพอสำหรับพัฒนาเป็นโปรไบโอติก และสนับสนุนการต่อยอดอาหารหมักพื้นบ้านของไทยบนพื้นฐานของหลักฐานทางวิทยาศาสตร์

7. References

[1] Punyauppa-Path, S. and et al. 2022. Diversity of fermentative yeasts with probiotic potential isolated from Thai fermented food products. **AIMS Microbiology.** 8(4): 575-594.

[2] Hill, C. and et al. 2014. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology.** 11(8): 506-514.

[3] Suwannasom, N. and et al. 2025. Lactic acid bacteria from northern Thai (Lanna) fermented foods: A promising source of probiotics with applications in synbiotic formulation. **Foods.** 14(2): 244.

[4] Dowdell, P. and et al. 2020. Probiotic activity of *Enterococcus faecium* and *Lactococcus lactis* isolated from Thai fermented sausages and their protective effect against *Clostridium difficile*. **Probiotics and Antimicrobial Proteins.** 12(2): 641-648.

[5] Kingcha, Y. and et al. 2024. Potential use of *Lactiplantibacillus plantarum* BCC 4352 as a functional starter culture for fermenting Thai pork sausage (Nham). **Fermentation.** 10(3): 145.

[6] Sivamaruthi, B.S. and et al. 2022. The role and significance of Bacillus and Lactobacillus species in Thai fermented foods. **Fermentation.** 8(11): 635.

[7] Pumriw, S., Luang-In, V. and Samappito, W. 2021. Screening of probiotic lactic acid bacteria isolated from fermented Pak-Sian for use as a starter culture. **Current Microbiology.** 78: 2695-2707.

[8] Kanpiengjai, A. and et al. 2022. Isolation of efficient xylooligosaccharides-fermenting probiotic lactic acid bacteria from ethnic pickled bamboo shoot products. **Biology (Basel).** 11(5): 638.

[9] Suwannaphan, S. 2021. Isolation, identification and potential probiotic characterization of lactic acid bacteria from Thai traditional fermented food. **AIMS Microbiology.** 7(4): 431-446.

[10] U-pudtinan, P. and Kuslarak, W. 2020. Study on the properties of lactic acid bacteria probiotics for use as a starter culture in fermented fish (Pla-som) production process. **Naresuan Phayao Journal.** 13(2): 42-50. (*in Thai*)

[11] Marco, M.L. and et al. 2021. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology.** 18(3): 196-208.

[12] Swetwiwathana, A. and Visessanguan, W. 2015. Potential of bacteriocin-producing lactic acid bacteria for safety improvements of traditional Thai fermented meat and human health. **Meat Science.** 109: 101-105.

[13] Ratanaburee, A. and et al. 2013. Enhancement of γ-aminobutyric acid (GABA) in Nham (Thai fermented pork sausage) using starter cultures of *Lactobacillus namurensis* NH2 and *Pediococcus pentosaceus* HN8. **International Journal of Food Microbiology.** 167(2): 170-176.

[14] Srioonnual, S. and et al. 2025. Preliminary assessment of probiotic properties of bacteriocin-producing lactic acid bacteria isolated from southern Thai traditional fermented foods. **Srinakharinwirot University Journal of Science and Technology.** 17(1): 1-13. (*in Thai*)

[15] Wangphikun, S. and Isranuwat, P. 2021. Isolation and selection of lactic acid bacteria with probiotic potential from traditional Thai pickled vegetable products. **RMUTSB Academic Journal.** 9(2): 150-163. (*in Thai*)

[16] Tang-anurat, P. and Charoenchai, C. 2022. Development of fermented pork sausage with bamboo shoot (Naem Normai) using probiotic starter culture. **Journal of Applied Research on Science and Technology.** 21(1): 65-73. (*in Thai*)

[17] Vinderola, G., Burns, P. and Reinheimer, J. 2017. Probiotics in nondairy products. In: Mariotti, F. (ed.) **Vegetarian and Plant-Based Diets in Health and Disease Prevention.** Cambridge: Academic Press.

[18] Grujovic, M.Z. and et al. 2022. Advantages and disadvantages of non-starter lactic acid bacteria from traditional fermented foods: Potential use as starters or probiotics. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.** 21: 1537-1567.