

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากการเก็บและแยกแบคทีเรียกรดแลกติกจากตัวอย่างซึ่งได้รวบรวมตัวอย่างอาหารหมักจากพืชประกอบด้วย น้ำหมักชีวภาพ พืชหมัก ผักดอง ผลไม้ดอง ได้ผลการคัดเลือกจุลินทรีย์จากตัวอย่างอาหารหมักดองที่เก็บรวบรวมมา พบว่าจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ส่วนใหญ่ร้อยละ 97 ของจุลินทรีย์โดยรวมที่แยกได้ คือ แบคทีเรียกรดแลกติก ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีความปลอดภัยในการนำมาใช้ในอาหารหมัก ดังนั้นจึงได้เลือกกลุ่มนี้มาศึกษาคุณสมบัติโปรไบโอติกและคุณสมบัติในการเหนี่ยวนำให้เซลล์ Caco-2 สร้าง cytokine IL-6 และ IL-10 และคัดเลือกแบคทีเรียที่มีความสามารถดังกล่าวเพื่อนำไปเป็นต้นเชื้อในการผลิตนมเปรี้ยวถั่วเหลืองโดยหวังผลเพื่อให้ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวถั่วเหลืองที่ผลิตจากต้นเชื้อโปรไบโอติกที่คัดเลือกนี้สามารถเหนี่ยวนำให้เซลล์สามารถสร้าง cytokine IL-10 ซึ่งเป็น cytokine ชนิดที่มีคุณสมบัติในการต้านการอักเสบได้ จากผลการศึกษานี้คัดเลือกได้แบคทีเรียสายพันธุ์ Libd33 เป็นต้นเชื้อในการผลิตนมเปรี้ยวถั่วเหลือง เปรียบเทียบกับแบคทีเรียสายพันธุ์ Libd92 ซึ่งให้ผลการทดสอบเป็นแบคทีเรียโปรไบโอติกเช่นกัน แต่ตรวจไม่พบความสามารถในการเหนี่ยวนำให้สร้าง cytokine ทั้ง IL-6 และ IL-10 เมื่อเลี้ยงในอาหาร MRS broth ดังนั้น จึงนำมาศึกษาเป็นต้นเชื้อผลิตนมเปรี้ยวถั่วเหลือง ซึ่งคุณสมบัติของแบคทีเรียต้นเชื้อทั้งสองสายพันธุ์สรุปได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 คุณสมบัติของแบคทีเรียกรดแลกติก 2 สายพันธุ์ที่คัดเลือกเป็นต้นเชื้อผลิตนมเปรี้ยวถั่วเหลือง

คุณสมบัติของแบคทีเรีย	Libd33	Libd92
1. แหล่งที่มา	ผักกาดเขียวปลีคองโดยวิธีธรรมชาติ	น้ำหมักชีวภาพมะเฟือง
2. เจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมเกลือน้ำเค็มที่มีความเข้มข้น	ร้อยละ 0.15 และ 0.30 (เจริญได้ดี)	ร้อยละ 0.15 และ 0.30 (เจริญได้ดี)
3. ความสามารถในการเจริญของแบคทีเรียที่ค่าพีเอชทดสอบ	เจริญได้	เจริญได้
4. การยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อินดิเคเตอร์ ได้แก่ แบคทีเรีย <i>E. coli</i> ATCC 25922, <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923, <i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853, <i>Salmonella typhi</i> , <i>Shigella sonnei</i> และยีสต์ <i>Candida albicans</i> ATCC 90028	สามารถยับยั้งการเจริญได้ทุกตัว	สามารถยับยั้งการเจริญได้ทุกตัว
5. ผลจากการเทียบเคียงเชื้อโดยทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี และ PCR ของ 16S rDNA	<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
6. Generation time (นาที) และ Specific growth rate (1/ชม.)	50.06 และ 0.83 ตามลำดับ	58.80 และ 0.71 ตามลำดับ
7. ความสามารถในการเกาะติด	10.48±0.51% การเกาะติด	3.11±0.13% การเกาะติด
8. ความสามารถในการเหนี่ยวนำให้เซลล์มีการสร้าง IL-6 และ IL-10	สร้าง IL-6 และ IL-10	ไม่สร้างเมื่อเลี้ยงใน MRS แต่สร้างเมื่อเลี้ยงในนมถั่วเหลือง

เมื่อนำแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์มาศึกษาเป็นต้นเชื้อผลิตนมเปรี้ยวถั่วเหลือง และทดสอบคุณสมบัติต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่ได้ พบว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวถั่วเหลืองที่ผลิตโดยแบคทีเรียต้นเชื้อทั้งสองสายพันธุ์นี้ มีคุณสมบัติต่างๆใกล้เคียงกัน คือ ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ปนเปื้อนทุกชนิดในผลิตภัณฑ์สุดท้าย (วันที่ 30 ของการหมัก), มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ทดสอบทุกชนิด, แบคทีเรียต้นเชื้อสามารถเจริญได้สูงสุดที่ประมาณ 9 log cycle, ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวถั่วเหลืองที่ได้จากแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์สามารถเหนียวนาให้เซลล์สร้าง cytokine IL-6 และ IL-10 ซึ่งถึงแม้ว่าสายพันธุ์ Libd92 จะตรวจไม่พบการเหนียวนาให้เซลล์สร้าง cytokines เมื่อเลี้ยงในอาหาร MRS แต่ตรวจพบเมื่อนำมาเป็นต้นเชื้อผลิตนมเปรี้ยวถั่วเหลือง ทั้งนี้ผลอาจเนื่องมาจากความสามารถของแบคทีเรียสายพันธุ์ Libd92 นี้ ไปเปลี่ยนสารสำคัญ หรือทำให้ได้สารสำคัญในถั่วเหลืองที่มีฤทธิ์ในการเหนียวนาให้เซลล์สร้าง cytokines ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถของแบคทีเรียสายพันธุ์ Libd92 โดยตรง ส่วนสายพันธุ์ Libd33 ที่มีคุณสมบัติเหนียวนาให้เซลล์สร้างได้ทั้ง IL-6 และ IL-10 นั้น พบว่า เมื่อเลี้ยงในนมถั่วเหลือง สามารถเหนียวนาให้เซลล์สร้าง IL-10 ในปริมาณสูงขึ้น ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับความสามารถของแบคทีเรียโดยตรง ร่วมกับสารสำคัญที่อยู่ในนมเปรี้ยวถั่วเหลืองด้วยเช่นกัน และเมื่อทดสอบความคงสภาพ พบว่าผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวถั่วเหลืองที่ผลิตจากต้นเชื้อทั้งสองสายพันธุ์มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับก่อนทดสอบความคงสภาพ แต่ปริมาณของแบคทีเรียต้นเชื้อทั้งสองสายพันธุ์ Libd33 และ Libd 92 ลดลงจากปริมาณในผลิตภัณฑ์สุดท้าย (วันที่ 30 ของการหมัก) 6.21 log cfu/mL และ 6.28 log cfu/mL เหลือ 4.32 log cfu/mL และ 3.96 log cfu/mL ตามลำดับ หลังการทดสอบความคงสภาพ

เนื่องจาก IL-10 มีผลต่อการควบคุม cytokine ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการอักเสบได้ ดังนั้นจากผลการทดลองนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกแบคทีเรียสายพันธุ์ Libd 33 และ Libd 114 ซึ่งมีความสามารถในการเหนียวนาให้เซลล์ Caco-2 สร้าง IL-10 ได้ ทั้งนี้แบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์นี้ยังมีความสามารถในการเกาะติดเซลล์ Caco-2 ได้สูง จึงอาจเป็นกลไกหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเหนียวนาให้เซลล์สร้างไซโตไคน์ เพื่อตอบสนองต่อระบบภูมิคุ้มกันของเซลล์ได้ จากผลการทดลองนี้ จึงเป็นไปได้ที่จะคัดเลือกแบคทีเรียทั้งสองสายพันธุ์ดังกล่าวเป็นโปรไบโอติกที่มีความสามารถในการด้านการอักเสบ หรือเพื่อเป็นต้นเชื้อในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์ในการด้านการอักเสบของลำไส้ได้ นอกจากแบคทีเรีย 2 สายพันธุ์ที่ตรวจพบว่ามีสามารถในการเหนียวนาให้เซลล์สร้าง cytokine IL-6 และ IL-10 เมื่อทดสอบนั้น สายพันธุ์แบคทีเรียโปรไบโอติกอื่นๆที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติในการทดลองนี้ อาจสามารถเป็นต้นเชื้อในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการเหนียวนาให้เซลล์สร้าง cytokine IL-6 และ IL-10 ได้เช่นกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชวัตถุดิบ อย่างเช่นสายพันธุ์ Libd92 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ ตรวจไม่พบการเหนียวนาให้เซลล์สร้าง cytokines เมื่อเลี้ยงในอาหารมาตรฐาน MRS แต่ตรวจพบเมื่อนำมาเป็นต้นเชื้อผลิตนมเปรี้ยวถั่วเหลือง อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงความสามารถและประสิทธิภาพของแบคทีเรียโปรไบโอติกที่คัดเลือกเป็นต้นเชื้อผลิตนมเปรี้ยวถั่วเหลือง ซึ่งมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ในเชิงส่งเสริมสุขภาพและอาจนำไปสู่การปรับสมดุลของระบบภูมิคุ้มกันผู้บริโภคได้ ซึ่งอาจเป็นแนวทางในการ

นำแบคทีเรียโปรไบโอติกไปใช้ประโยชน์ในทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ และวิทยาศาสตร์การแพทย์ในการด้านการอักเสบ และในการบำบัดโรคหรือความบกพร่องที่เกิดจากร่างกายสร้าง cytokine IL-10 ไม่เพียงพอได้ อาจนำไปสู่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพในระดับอุตสาหกรรม เพื่อลดการขาดดุลในการนำเข้าเวชภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์สุขภาพชนิดเดียวกันนี้จากต่างประเทศได้ รวมทั้งอาจช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการรักษาอาการที่เกิดจากภาวะการอักเสบของระบบทางเดินอาหาร เช่น ลำไส้อักเสบ ลำไส้แปรปรวนได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากงานศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาในระดับหลอดทดลอง แต่เพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนที่น่าเชื่อถือมากขึ้น และเป็นการยืนยันความสามารถในการเป็น โปรไบโอติก ความสามารถในการเกาะติดกับผนังลำไส้ และสามารถเหนี่ยวนำให้เซลล์สร้าง cytokines ได้จริง และมีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวถั่วเหลืองและสายพันธุ์แบคทีเรียโปรไบโอติกต่อในระดับสัตว์ทดลอง (In vivo) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น และเพื่อให้ได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวถั่วเหลืองในการส่งเสริมสุขภาพ ควรได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณของสารสำคัญในผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม เช่น ปริมาณ Isoflavones ในนมถั่วเหลือง และผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวถั่วเหลืองซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมฤทธิ์ในการเหนี่ยวนำให้มีการสร้าง cytokines ของผลิตภัณฑ์นมถั่วเหลืองได้

จากผลงานวิจัยครั้งนี้ สามารถก่อให้เกิดประโยชน์กับองค์กรต่างๆ ดังนี้

1. ประเทศ/ภาครัฐ

เพิ่มมูลค่าของถั่วเหลือง และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากถั่วเหลืองโดยการผลิตเป็นนมเปรี้ยวถั่วเหลืองผสมโปรไบโอติกสามารถต่อต้านการอักเสบของระบบทางเดินอาหาร และป้องกันปัญหาสุขภาพที่เชื่อมโยงกับภาวะการอักเสบของระบบทางเดินอาหารได้ ซึ่งจะสามารถลดงบประมาณรายจ่ายด้านสาธารณสุขในการดูแลและรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาในระบบทางเดินอาหาร ได้อีกทางหนึ่ง

2. ภาคสังคม/ชุมชน

เป็นการส่งเสริมการปลูกถั่วเหลืองและแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า ซึ่งเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร

3. ภาคเอกชน/อุตสาหกรรม

ได้ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพที่มีส่วนประกอบถั่วเหลืองที่ผ่านการแปรรูปเป็นนมเปรี้ยวด้วยแบคทีเรียโปรไบโอติก ซึ่งมีฤทธิ์ต่อต้านการอักเสบของระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งสามารถผลิตและจำหน่ายได้จริงในเชิงพาณิชย์ และอาจนำไปสู่การพัฒนาารูปแบบของผลิตภัณฑ์สุขภาพต่อยอดได้ เช่น การทำให้นมเปรี้ยวถั่วเหลืองผสมโปรไบโอติกที่ได้อยู่ในรูปผงแห้งบรรจุแคปซูลหรือผงสำหรับชง เป็นต้น

ซึ่งข้อมูลต่างๆที่อาจได้จากการศึกษาเพิ่มเติมจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากการต่อยอดทางภูมิปัญญาของคนไทยที่มีคุณภาพทัดเทียมกับต่างประเทศลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพในกลุ่มเดียวกัน และประกอบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้เป็นที่ยอมรับระดับเชิงพาณิชย์ต่อไป