

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในการประยุกต์ใช้สารเคมีที่ให้ความเป็นกรด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แก่ กรดแลคติก และ GDL (glucono delta lactone) ร่วมกับหัวเชื้อผสม 3 สกูล อันได้แก่ Micrococcus varians, Lactobacillus plantarum และ Pediococcus cerevisiae ในผลิตภัณฑ์หมัก จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงผลกระทบของสารเคมิดังกล่าว ต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมหลักของเชื้อแต่ละสกูล ในสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญมากที่สุด หรือในอาหารเลี้ยงเชื้อ (model system) ที่เฉพาะเจาะจงกับเชื้อแต่ละสกูลก่อน โดยการแปรปริมาณสารเคมิดังกล่าวในปริมาณต่างๆเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และพิจารณาว่าความเข้มข้นระดับใดของสารเคมีแต่ละชนิดมีผลกระทบต่อเชื่อน้อยที่สุด ซึ่งจากการศึกษาพบว่า สารเคมีที่ให้ความเป็นกรดร้อยละ 0.25 เป็นระดับที่มีความเหมาะสม โดยที่ GDL จะมีผลกระทบต่อเชื่อน้อยกว่ากรดแลคติกอย่างเห็นได้ชัด และทำให้เชื้อทั้ง 3 สกูล ดำเนินกิจกรรมต่างๆที่จำเป็นต่อการผลิตหมักไปได้ด้วยดี

สารเคมีที่ให้ความเป็นกรดแต่ละชนิดในระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์หมักที่มีการใช้หัวเชื้อผสม เปรียบเทียบกับชุดควบคุมและชุดที่ใช้เชื้อ M. varians เพียงชนิดเดียว ซึ่งพบว่าการใช้เชื้อ M. varians เพียงชนิดเดียรร่วมกับสารเคมีที่ให้ความเป็นกรดจะให้การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ที่ไม่แตกต่างจากการใช้หัวเชื้อผสม สำหรับสิ่งทดลองที่ใช้กรดแลคติกไม่ว่าจะใช้ร่วมกับเชื้อ M. varians หรือหัวเชื้อผสม พบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ให้โทษแก่ร่างกายได้มากกว่าสิ่งทดลองที่ใช้ GDL และชุดควบคุม เพราะสามารถลดค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ได้มากในช่วงต้นของการหมัก จึงยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้นได้ อีกทั้งสามารถลดปริมาณสารไนไตรท์ลงได้มาก เพราะที่ pH ต่ำสามารถเร่งการเกิดสารไนตริกออกไซด์ ซึ่งจะช่วยในด้านสีแดงของผลิตภัณฑ์ในช่วงเริ่มต้นของการหมักได้ด้วย แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มหรือมีความแน่นเนื้อน้อยกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ ทั้งนี้สิ่งทดลองที่พบว่ามีเหมาะสมที่สุดในการทดลองส่วนนี้คือ สิ่งทดลองที่ใช้ GDL ร่วมกับหัวเชื้อผสม ซึ่งนอกจากจะตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ให้โทษแก่ร่างกายพวก Enterobacteriaceae, Salmonella และ Staphylococcus aureus ในปริมาณต่ำแล้ว ยังพบว่า

มีอัตราการลดลงของสารไนเตรทและสารไนไตรท์เร็วกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และปริมาณสารดังกล่าวที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จึงน่าจะมีความปลอดภัยค่อนข้างสูงต่อการบริโภค นอกจากนี้ยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคใกล้เคียงกับชุดควบคุม แสดงว่า GDL ที่เติมลงไปนั้น ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์หมักที่มีคุณลักษณะต่างๆ ด้านสี ความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำ และความเปรี้ยว ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติมากที่สุด และยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเป็นอย่างดีด้วย

จากข้อสรุปดังกล่าว จึงนำมาใช้ในการศึกษาปริมาณสารไนเตรทและสารไนไตรท์ที่เหมาะสม โดยแปรปริมาณสารทั้งสองเป็น 2 ระดับ ซึ่งจากการทดลองพบว่าสิ่งทดลองที่ใช้สารดังกล่าวในระดับสูงคือ 500 และ 200 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคโดยเฉพาะเชื้อในกลุ่ม Enterobacteriaceae ได้มากที่สุด ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย ทั้งนี้ปริมาณเชื้อดังกล่าวขึ้นกับปริมาณสารไนไตรท์ที่เติมลงไปและเวลาที่ใช้ในการหมัก นอกจากนี้ในสิ่งทดลองดังกล่าวพบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อ S.aureus และ Salmonella sp. ลงได้เร็วกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ ดังนั้นโอกาสเสี่ยงต่อพิษของ enterotoxin ของเชื้อ S.aureus จึงลดลง ประกอบกับได้ตรวจพบปริมาณสารไนเตรทและสารไนไตรท์ที่เหลือในผลิตภัณฑ์สุดท้ายในปริมาณต่ำ ทำให้มีความปลอดภัยในการบริโภคมากขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามการแปรปริมาณสารไนเตรทและสารไนไตรท์ในระดับดังกล่าวข้างต้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะสีชมพูแดงที่ต้องการศึกษาในผลิตภัณฑ์

ดังนั้นในการทำผลิตภัณฑ์หมักนอกเหนือจากการสุกัภิบาลโรงงาน การฆ่าสุกร และการเก็บเนื้อสุกรดิบที่ถูกต้องแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการผลิต ซึ่งทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคจำพวก Enterobacteriaceae, S.aureus และ Salmonella sp. ได้คือการใช้สารเคมีที่ให้ความเป็นกรด ซึ่งจากผลงานวิจัยนี้ สารที่เหมาะสมที่สุดคือ GDL โดยใช้ร่วมกับหัวเชื้อผสมของ Lactobacillus plantarum, Pediococcus cerevisiae และ Micrococcus varians ใช้สารไนเตรทในระดับ 500 และสารไนไตรท์ในระดับ 200 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งให้ผลในด้านสีและลักษณะปรากฏที่ดี มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่เกาะตัวกันและมีความฉ่ำน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค และให้ความปลอดภัยในการบริโภคมากกว่าชุดควบคุมที่อาศัยการหมักตามธรรมชาติ

อย่างไรก็ตามสิ่งที่ผู้บริโภครอคำนึงถึงอีกประการหนึ่งในการบริโภคผลิตภัณฑ์ดังกล่าวคือ อันตรายอันเนื่องมาจากพยาธิ รวมถึงไข่ของพยาธิเหล่านั้น ซึ่งถ้ามีการปนเปื้อนในส่วนของวัตถุดิบแล้วจะยากต่อการกำจัดออกจากผลิตภัณฑ์ การปนเปื้อนดังกล่าวจะเนื่องมาจากการสุขาภิบาลโรงงานที่ไม่ดีพอ ซึ่งสำหรับสาขาวิชาที่การศึกษาความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพยาธิเหล่านั้นยังเป็นไปได้ยาก เพราะต้องเริ่มศึกษาตั้งแต่การเจริญเติบโตของสุกรและอาจต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางสัตวบาลค่อนข้างมาก แต่ถ้าสามารถควบคุมปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วย สามารถควบคุมการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการผลิตตามงานวิจัยในครั้งนี้ได้ ก็จะสามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้คงที่แน่นอนและเป็นการสร้างความมั่นใจในด้านความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

ถ้าเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตอย่างคร่าวๆ ระหว่างกรรมวิธีการผลิตในงานวิจัยครั้งนี้กับการผลิตที่อาศัยการหมักตามธรรมชาติซึ่งใช้กันอยู่ในปัจจุบัน พบว่าการผลิตในงานวิจัยดังกล่าวมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่า เพราะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในด้านการเตรียมหัวเชื้อบริสุทธิ์ทั้งสามชนิดและสารเคมีที่ให้ความเป็นกรด (GDL) แต่ทั้งนี้อาจแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้โดยการเพิ่มราคาต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น และเพิ่มการประชาสัมพันธ์ในด้านความสะอาดปลอดภัยต่อการบริโภคไว้บนฉลาก ซึ่งผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย (ระดับที่มีการศึกษา) ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญแก่สุขภาพมากขึ้น จึงไม่น่าจะมีปัญหาในการจำหน่าย แต่อย่างไรก็ตามถ้ามีการผลิตดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จำเป็นต้องมีการลงทุนในระยะต้นค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านเครื่องมือการผลิตและเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมหัวเชื้อผสม ซึ่งจำเป็นต้องมีการพิจารณาในส่วนนี้อย่างละเอียดต่อไป