บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 การทดสอบประสิทธิภาพการย่อยแป้งของรา 5 สายพันธุ์

การทดลองนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพการย่อยแป้งของรา *M. purpureus* 4 สายพันธุ์ (*M. purpureus* TISTR 3002 3385 3541 และ 3090) และ รา *R. oryzae* ผลการทดลองพบว่ารา *R. oryzae* สามารถย่อยแป้งใน glutinous rice starch agar ได้ดีที่สุด และสำหรับราแดง พบว่า *M. purpureus* TISTR 3002 สามารถย่อยแป้งใน glutinous rice starch agar ได้ดีที่สุด และ *M. purpureus* TISTR 3002 3090, 3385 และ 3541 สามารถย่อยแป้งใน glutinous rice starch agar ได้น้อยที่สุด จากผลการทดลอง ดังกล่าว จึงเลือกใช้รา *R. oryzae* และ *M. purpureus* TISTR 3002 สำหรับผลิตสาโทแดง

5.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบในข้าวเหนียว เพื่อคัดเลือกชนิดที่เหมาะสมในการผลิตสาโทแดง

การทดลองนี้เป็นการทดสอบหาองค์ประกอบที่สำคัญในข้าวเหนียวดำจาก 4 แหล่งปลูก (ข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มข. จ.นครราชสีมา จ.เชียงราย และ จ.ร้อยเอ็ด) และข้าวเหนียวขาว 1 สายพันธุ์ ได้แก่ข้าวเหนียวขาว กข.6 โดยวิเคราะห์ปริมาณสารแกมมาโอไรซานอล สารแอนติออกซิแดนท์ สารประกอบฟีนอลลิก และสารแอนโธไซยานิน ผลการทดลองพบว่าข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มข. และข้าวเหนียวดำจาก จ. ร้อยเอ็ด มีปริมาณสารสำคัญสูงที่สุด รองลงมาเป็นข้าวเหนียวดำจาก จ. นครราชสีมาและ จ.เชียงราย ในขณะที่ข้าวเหนียวขาวมีปริมาณสารสำคัญเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณต่ำมาก จากผลการทดลองดังกล่าว สรุปได้ว่าข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มข. และข้าวเหนียวดำจาก จ. ร้อยเอ็ด มีศักยภาพสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตสาโทแดง

5.3 การผลิตสาโทแดงโดยใช้ข้าวเหนียวดำและราแดงสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้

จากผลการทดลองที่ 5.1 และ 5.2 สามารถเลือกสายพันธุ์ราที่มีประสิทธิภาพการย่อยแป้ง ได้แก่ รา *R. oryzae* และ *M. purpureus* TISTR 3002 และสายพันธุ์ข้าวเหนียวที่มีปริมาณสารสำคัญสูง ได้แก่ ข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มข. และข้าวเหนียวดำจาก จ. ร้อยเอ็ด ผลการทดลอง พบว่า สาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มข. และ ข้าวเหนียวดำจาก จ. ร้อยเอ็ด ร่วมกับรา *R. oryzae* ยังคงทำให้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงมีปริมาณสารสำคัญ และสารสีสูงที่สุด รองลงมาเป็นสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มข. และข้าวเหนียวดำจาก จ. ร้อยเอ็ด ร่วมกับรา *M. purpureus* TISTR 3002 ในขณะที่สาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาวมีปริมาณสารสำคัญและสารสีต่ำที่สุด

เนื่องจากรา *M. purpureus* TISTR 3002 ยังไม่สามารถย่อยข้าวเหนียวดำได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจทำให้ปริมาณสารสำคัญในสาโทแดงที่ผลิตจากรา *M. purpureus* TISTR 3002 มีปริมาณน้อยกว่าสาโทแดงที่ผลิตจากรา *R. oryzae* จึงได้ทำการทดลองต่อ โดยทำการแปรผันอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว ใน

อัตราส่วน 0:100 55:45 70:30 85:15 และ 100:0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักโดยรา *M. purpureus* TISTR 3002 และ *R. oryzae*

5.4 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาวในการผลิตสาโทแดง

การทดลองนี้เป็นทดลองแปรผันอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำจาก จ.ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาว กข.6 ในอัตราส่วน 0:100 55:45 70:30 85:15 และ 100:0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักโดยใช้รา 2 สายพันธุ์ได้แก่ *M. purpureus* TISTR 3002 และ *R. oryzae* เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว ว่ามีผลต่อปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์สาโทแดงแดง หรือไม่

ผลการทดลอง พบว่า ที่อัตราส่วน 55:45 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักโดยใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 ทำให้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงมีปริมาณสารแกมมาโอไรซานอล และสารประกอบฟีนอลลิก สูงกว่าการใช้รา *R. oryzae* เมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำจาก จ.ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาว 55:45 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เท่ากัน ในขณะที่ปริมาณสารประกอบฟีนอลลิกในสาโทแดงมีปริมาณใกล้เคียงกันเมื่อใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 และรา *R. oryzae*

เช่นเดียวกับการใช้อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำจาก จ.ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาว 70:30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทำให้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงที่ผลิตโดยใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 และรา *R. oryzae* มีปริมาณสารสำคัญใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาปริมาณสารสีแดง สีส้ม สีเหลือง และปริมาณ colour intensity ในสาโทแดง พบว่าสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว ในอัตราส่วน 100:0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับรา *R. oryzae* ยังคงทำให้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงมีปริมาณสารสีและ colour intensity สูงที่สุด และสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว ในอัตราส่วน 55:45 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทำให้สาโทแดงที่ผลิตโดยใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 และรา *R. oryzae* มีปริมาณสารสีแดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองดังกล่าว สามารถกล่าวได้ว่า สาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำจาก จ.ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาว กข.6 ในอัตราส่วน 100:0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับรา *R. oryzae* ทำให้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงมีปริมาณสารสำคัญและสารสี สูงที่สุด และสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว ในอัตราส่วน 55:45 และ 70:30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทำให้สาโทแดงที่ผลิตโดยใช้รา *R. oryzae* และ *M. purpureus* TISTR 3002 มีปริมาณสารสำคัญใกล้เคียงกัน ดังนั้นสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาว ในอัตราส่วน 55:45 และ 70:30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตสาโทแดงร่วมกับรา *M. purpureus* TISTR 3002

5.5 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคของสาโทแดง

ทำการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *B. Cereus S. aureus* TISTR 029 *P. aeruginosa* ATCC 27533 *E. coli* TISTR 073 และ *E. aerogenes* TISTR 1540 โดยใช้วิธี agar diffusion assay พบว่า ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 5 สายพันธุ์ ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวขาว:ข้าวเหนียวดำ มีผลในการผลิตสารยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 5 สายพันธุ์ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดอยู่ในช่วง 55:45 และ 70:30 เปอร์เซ็นต์โดย

น้ำหนัก ยกเว้นเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* TISTR 073 ที่มีอัตราส่วนที่เหมาะสมอยู่ที่ 0:100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดังนั้นสาโทแดงที่ผลิตจากการใช้ข้าวเหนียวดำร่วมกับรา *M. purpureus* TISTR 3002 และ *R. oryzae* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในทางเดินอาหารได้ ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค หลังจากนั้นคัดเลือกตัวอย่างสาโทแดงที่มีปริมาณสารสำคัญและมีคุณสมบัติการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส

5.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างสาโทแดงที่คัดเลือกมาจำนวน 5 ตัวอย่าง และตัวอย่างสาโททางการค้า 1 ตัวอย่าง โดยทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบ ผลการทดลองพบว่า สาโทแดงที่ผลิตได้มีคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงกว่า สาโททางการค้า ทั้งทางด้านกลิ่น รสชาติ และคะแนนความชอบโดยรวม ในขณะที่คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี และ ความใส สาโทแดงที่ผลิตได้ มีคะแนนความชอบใกล้เคียงกับสาโททางการค้า

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 และสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาว 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา *R. oryzae* มีคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ และ คะแนนความชอบโดยรวมสูงเป็นอันดับที่หนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นตัวอย่างสาโทแดงที่ผู้เข้าร่วมทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความพึงพอใจมากที่สุด

จากผลการทดลอง สรุปได้ว่าสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 และสาโทที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาว 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา *R. oryzae* ถึงแม้จะไม่ใช่ตัวอย่างสาโทแดงที่มีปริมาณสารสำคัญ และปริมาณสารสีสูงที่สุด แต่ก็เป็นตัวอย่างสาโทแดงที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความพึงพอใจสูงที่สุด

5.7 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการผลิตสาโทแดงจากข้าวเหนียวดำ ร่วมกับการใช้ราแดง *M. purpureus* ผลการทดสอบทางประสารสัมผัสพบว่าสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำ 100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา *M. purpureus* TISTR 3002 ถูกใจผู้บริโภคมากที่สุด และมีสาระสำคัญรวมทั้งคุณสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในระดับพอสมควร แต่อย่างไรก็ตาม ราแดง *M. purpureus* นั้นมีประสิทธิภาพต่ำในการย่อยข้าวเหนียวดำเมื่อเทียบกับการใช้รา *R. oryzae* เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อย จึงควรศึกษา และหาแนวทางในการใช้และเตรียมวัตถุดิบ (ข้าวเหนียวดำ) เพื่อให้วัตถุดิบอยู่ในสภาพที่เหมาะสม พร้อมที่จะเอื้อให้ราแดง *M. purpureus* สามารถย่อยข้าวเหนียวดำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การใช้ข้าวหักเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต อาจช่วยทำให้ราแดง *M. Purpureus* ย่อยข้าวเหนียวดำได้ดีขึ้น หรือปรับปรุง *M. purpureus* สายพันธุ์ที่มีความแข็งแรง ทนทาน สามารถใช้ย่อยเมล็ดข้าวเหนียวดำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ใช้เวลาในการผลิตสั้น รวมทั้งได้ผลิตภัณฑ์สาโทแดงที่มีทั้งประโยชน์ต่อผู้บริโภค มีลักษณะทางกายภาพ และรสชาติที่ถูกใจผู้บริโภค