

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 คนไทยกับการดื่มสุรา	4
2.2 สถิติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของคนไทย	4
2.3 นิยามและมาตรฐานของสาโท	6
2.4 การผลิตสาโท	8
2.5 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสาโท	13
2.6 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตสาโท	16
2.7 กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวเคมีที่สำคัญในการผลิตสาโท	21
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	32
3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	32
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	34
บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล	42
4.1 การทดสอบหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าว	42
4.2 การศึกษาราแดง <i>M. purpureus</i> ที่เหมาะสมในการผลิตสาโทแดง	43
4.3 การทดสอบประสิทธิภาพการย่อยแป้งของรา 5 สายพันธุ์	60
4.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบในข้าวเหนียว เพื่อคัดเลือกชนิด ที่เหมาะสมในการผลิตสาโทแดง	61
4.5 การผลิตสาโทแดงโดยใช้ข้าวเหนียวดำและราแดงสายพันธุ์ที่ คัดเลือกได้	64

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.6 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาวในการผลิตสาโทแดง	70
4.7 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคของสาโทแดง	77
4.8 การทดสอบทางประสาทสัมผัส	84
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	87
5.1 การทดสอบหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าว	87
5.2 การศึกษาราคาแดง <i>M. purpureus</i> ที่เหมาะสมในการผลิตสาโทแดง	87
5.3 การทดสอบประสิทธิภาพการย่อยแป้งของรา 5 สายพันธุ์	88
5.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบในข้าวเหนียว เพื่อคัดเลือกชนิดที่เหมาะสมในการผลิตสาโทแดง	88
5.5 การผลิตสาโทแดงโดยใช้ข้าวเหนียวดำและราแดงสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้	88
5.6 การหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างข้าวเหนียวดำต่อข้าวเหนียวขาวในการผลิตสาโทแดง	89
5.7 การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคของสาโทแดง	89
5.8 การทดสอบทางประสาทสัมผัส	90
5.9 ข้อเสนอแนะ	90
เอกสารอ้างอิง	91
ภาคผนวก	96
การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์	110
ประวัติผู้เขียน	111

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงปริมาณการผลิตและนำเข้าเครื่องคั้นแอลกอฮอล์ในปริมาณแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ต่อคนต่อปีระหว่าง พ.ศ. 2538 – 2552 จำแนกตามประเภทเครื่องคั้นแอลกอฮอล์	5
ตารางที่ 2.2 แสดงชื่อท้องถิ่นของลูกแป้งจากแหล่งต่างๆ และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ลูกแป้งจากแหล่งนั้นๆ	7
ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวดำ ข้าวหอมมะลิ ข้าวกล้อง (ข้าว) และข้าวมันปู	14
ตารางที่ 2.4 คุณลักษณะของจุลินทรีย์ที่ต้องการและไม่ต้องการในกระบวนการผลิตสาโท	21
ตารางที่ 3.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	33
ตารางที่ 3.2 สภาพการทดลองผลิตสาโทแดง จากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ โดยแปรผันราแดง 4 สายพันธุ์	35
ตารางที่ 3.3 แสดงชุดทดลองเพื่อเลือกสายพันธุ์ข้าวเหนียวดำและราที่เหมาะสมในการผลิตสาโทแดง	38
ตารางที่ 3.4 แสดงชุดทดลอง ของการทดลองการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างข้าวเหนียวดำ จาก จ. ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาวพันธุ์ กข.6 ในการผลิตสาโทแดง	39
ตารางที่ 4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดข้าวเหนียวขาว กข.6 และเมล็ดข้าวเหนียวดำ จาก 3 แหล่งปลูก ที่แช่น้ำ เป็นเวลาเวลา 0-24 ชั่วโมง	42
ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำคัวย ที่เกิดจากการย่อยแป้งในข้าวเหนียวขาว กข.6 และข้าวเหนียวดำจาก จ. เพชรบูรณ์ โดยใช้รา 5 สายพันธุ์ได้แก่ <i>M. purpureus</i> TISTR 3002, 3385, 3541, 3090 และ <i>R. oryzae</i>	44
ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณสารแกมมาไฮโดรออกซีแอนโทราโนล สารแอนติออกซิแดนท์ และสารประกอบฟีนอลิก ในสาโทแดงที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002, 3385, 3541, 3090 และ <i>R. oryzae</i>	53
ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณ สารสีแดง สีส้ม สีเหลือง และ Color intensity ในสาโทแดง ที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002, 3385, 3541, 3090 และ <i>R. oryzae</i>	57
ตารางที่ 4.5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใสบน glutinous rice starch agar ของ <i>M. purpureus</i> TISTR 3002, 3385, 3541, 3090 และ <i>R. oryzae</i>	60
ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณสารแกมมาไฮโดรออกซีแอนโทราโนล สารแอนติออกซิแดนท์ สารประกอบฟีนอลิก และสารแอนโธไซยานิน ในข้าวเหนียวจาก 5 แหล่งปลูก	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำค้อย ที่ผลิตได้จากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ โดยใช้รา 2 สายพันธุ์ได้แก่ <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i>	66
ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณสารแกมมาโอไรซานอล สารแอนด็อกซิแดนท์ และสารประกอบ ฟีนอลิก ในสาโทที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i>	67
ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณ สารสีแดง สีส้ม สีเหลือง และ Colour intensity ในสาโทแดงที่ผลิต จากข้าวเหนียวขาว และข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i>	69
ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำค้อย สารแกมมาโอไรซานอล สารแอนด็อกซิแดนท์ และสารประกอบ ฟีนอลิกในสาโทที่ผลิตจากการ แปรรูปอัตราส่วนระหว่าง ข้าวเหนียวดำจาก จ.ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาว กข.6 ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i>	72
ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณสารสีแดง สีส้ม สีเหลือง และ Colour intensity ในสาโทแดงที่ผลิต จากการแปรรูปอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำจาก จ. ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาว กข.6 ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i>	75
ตารางที่ 4.12 แสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (เซนติเมตร) จากการทดสอบ ประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคของสาโทแดงที่ผลิตได้	77
ตารางที่ 4.13 แสดงตัวอย่างสาโทที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส และการให้รหัสตัวอย่าง	84
ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของสาโท	85

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 กราฟแสดงอัตราการบริโภคแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ต่อคนต่อปีของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1961-2004	5
ภาพที่ 2.2 แผนภูมิกระบวนการผลิตสาโทแบบดั้งเดิม	9
ภาพที่ 2.3 แผนภูมิแสดงการผลิตสาโทจากเชื้อบริสุทธิ์	10
ภาพที่ 2.4 แผนภูมิการผลิตสาโทที่ดัดแปลงจากวิธีดั้งเดิม	11
ภาพที่ 2.5 แผนภูมิกระบวนการผลิตสาโทโดยทั่วไป	12
ภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะเมล็ดข้าวเหนียวขาวและเมล็ดข้าวเหนียวดำ	13
ภาพที่ 2.7 โครงสร้างทางเคมีของแอนโทไซยานิน	15
ภาพที่ 2.8 โครงสร้างทางเคมีของสารแกมมาโอไรซานอล	15
ภาพที่ 2.9 ภาพแสดงลักษณะโคโลนีของรา <i>R. oryzae</i> เมื่ออายุอ่อนมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้น จะมีสีดำ และลักษณะสปอร์ของรา <i>R. oryzae</i>	17
ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะโคโลนีของรา <i>M. purpureus</i> เมื่ออายุอ่อนมีสีขาว เมื่ออายุมากขึ้น จะมีสีเหลือง อมส้ม และลักษณะสปอร์ของรา <i>M. purpureus</i>	17
ภาพที่ 2.11 การเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาล	22
ภาพที่ 2.12 การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอล	22
ภาพที่ 2.13 เมแทบอลิซึมของยีสต์ภายใต้สภาวะการหายใจ โดยใช้อากาศ และการหมักโดยไม่ใช้อากาศ	23
ภาพที่ 2.14 สมดุลของการเปลี่ยนกลูโคสเป็นเอทานอลและการบั่นไดออกไซด์	24
ภาพที่ 2.15 วิธีการย่อยสลายกลูโคสเป็นกลีเซอรอล ซัคซินเนทและสารประกอบอื่นๆ โดยยีสต์ ในสภาวะที่ไม่ใช้อากาศ	26
ภาพที่ 2.16 กระบวนการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ไปเป็นกรดแอซิดิกโดยแบคทีเรียในกลุ่ม แอซิดิกแอสิดแบคทีเรีย	27
ภาพที่ 2.17 กระบวนการเปลี่ยนกรดมาลิกไปเป็นกรดแลคติกโดยแบคทีเรียในกลุ่ม แลคติกแอสิดแบคทีเรีย	27
ภาพที่ 3.1 แสดงตัวอย่างแบบประเมินที่ใช้ในการประเมินคุณภาพสาโท ทางด้านประสาท สัมผัส	41
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา ในการแช่ข้าว	43
ภาพที่ 4.2 แสดงลักษณะของรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i> 1 สายพันธุ์ ที่เลี้ยงบนเมล็ดข้าวเหนียวขาว กข.6 ได้แก่ <i>M. purpureus</i> TISTR 3002, 3385, 3541, 3090 และ <i>R. oryzae</i>	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะของรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i> 1 สายพันธุ์ ที่เลี้ยงบนเมล็ดข้าวเหนียวดำจาก จ.เพชรบูรณ์ ได้แก่ <i>M. purpureus</i> TISTR 3002, 3385, 3541, 3090 และ <i>R. oryzae</i>	45
ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาว ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	46
ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	46
ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวขาวร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. Oryza</i>	47
ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวดำร่วมกับ รา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	47
ภาพที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวขาว ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	48
ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	48
ภาพที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเซลล์ยีสต์ในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวขาว ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	49
ภาพที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเซลล์ยีสต์ในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	49
ภาพที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเอทานอลในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวขาว ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i> 50	
ภาพที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเซลล์ยีสต์ในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจาก ข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	50
ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำตาลทั้งหมดในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาว ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	51
ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำตาลทั้งหมดในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. Oryzae</i>	51
ภาพที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจากข้าวเหนียวขาว ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	52
ภาพที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ในระหว่างการหมักสาโท ที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำ ร่วมกับรา <i>M. purpureus</i> 4 สายพันธุ์ และรา <i>R. oryzae</i>	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.18 แสดงตัวอย่างบริเวณโซนไฮสที่เกิดจากการย่อยแป้งใน glutinous rice starch agar ของรา <i>M. purpureus</i>	60
ภาพที่ 4.19 ภาพแสดงลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าวเหนียวขาวพันธุ์ กข.6 และเมล็ดข้าวเหนียวดำจาก 4 แหล่งปลูก	62
ภาพที่ 4.20 แสดงสารสกัด ที่ได้จากการสกัดสารแอนโธไซยานิน สารแอนติออกซิแดนซ์ และสารประกอบฟีนอลิก ในข้าวเหนียวขาวพันธุ์ กข.6 และข้าวเหนียวดำจาก 4 แหล่งปลูก	63
ภาพที่ 4.21 แสดงลักษณะของข้าวเหนียวเมื่อถูกย่อยด้วยรา <i>R. oryzae</i> และ <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 โดย R ₁ , R ₂ และ R ₃ คือข้าวเหนียวขาวพันธุ์ กข.6 ข้าวเหนียวดำจาก จ.ร้อยเอ็ด และข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มข. ที่ถูกย่อยด้วยรา <i>R. oryzae</i> และ M ₁ , M ₂ และ M ₃ คือข้าวเหนียวขาว กข.6 ข้าวเหนียวดำจาก จ.ร้อยเอ็ด และข้าวเหนียวดำจากคณะเกษตรศาสตร์ มข. ที่ถูกย่อยด้วยรา <i>M. Purpureus</i> TISTR 3002	65
ภาพที่ 4.22 แสดงการเลี้ยงรา <i>R. oryzae</i> บนเมล็ดข้าวเหนียว โดยแปรผันอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำจาก จ.ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาว กข.6 ในอัตราส่วน 0:100, 100:0, 85:15, 70:30 และ 55:45 เปรอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	71
ภาพที่ 4.23 แสดงการเลี้ยงรา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 บนเมล็ดข้าวเหนียวโดยแปรผันอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำจาก จ.ร้อยเอ็ดต่อข้าวเหนียวขาว กข.6 ในอัตราส่วน 0:100, 100:0, 85:15, 70:30 และ 55:45 เปรอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	71
ภาพที่ 4.24 แสดงตัวอย่างบริเวณโซนไฮสที่เกิดจากการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคของสาโทแดง เมื่อทดสอบกับ <i>B. cereus</i> , <i>E. aerogenes</i> TISTR 1540 และ <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27533	78
ภาพที่ 4.25 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย <i>B. cereus</i> ที่เกิดจากสาโทแดง ที่ผลิตโดยใช้ข้าวเหนียวดำ ในอัตราส่วน 0, 55, 70, 85 และ 100 เปรอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i>	79
ภาพที่ 4.26 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย <i>S. aureus</i> TISTR 029 ที่เกิดจากสาโทแดง ที่ผลิตโดยใช้ข้าวเหนียวดำในอัตราส่วน 0, 55, 70, 85 และ 100 เปรอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i>	80

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.27	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27533 ที่เกิดจากสาโทแดงที่ผลิตโดยใช้ข้าวเหนียวดำในอัตราส่วน 0, 55, 70, 85 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i> 81
ภาพที่ 4.28	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย <i>E. coli</i> TISTR 073 ที่เกิดจากสาโทแดงที่ผลิตโดยใช้ข้าวเหนียวดำในอัตราส่วน 0, 55, 70, 85 และ 100 % เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i> 82
ภาพที่ 4.29	แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย <i>E. aerogenes</i> TISTR 1540 ที่เกิดจากสาโทแดงที่ผลิตโดยใช้ข้าวเหนียวดำในอัตราส่วน 0, 55, 70, 85 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ร่วมกับการใช้รา <i>M. purpureus</i> TISTR 3002 และ <i>R. oryzae</i> 83
ภาพที่ 4.30	แสดงตัวอย่างสาโทที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 6 ตัวอย่าง 85