

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
2.1 สีย้อม	4
2.2 การจำแนกประเภทสีย้อม	4
2.3 การจำแนกสีย้อมตั้งเคราะห์	5
2.4 ความเป็นพิษของสีย้อม	7
2.5 ความเป็นพิษของสีย้อมเอโซ	8
2.6 กลไกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปของสีย้อมเอโซ	8
2.7 เทคโนโลยีและวิธีการในการย่อยสลายสีย้อมเอโซ	10
2.8 การย่อยสลายสีย้อมเอโซโดยแบคทีเรีย	10
2.9 กลไกในการย่อยสลายสีย้อมโดยแบคทีเรีย	11
2.10 ปัจจัยที่มีผลต่อแบคทีเรียในการย่อยสลายสีย้อมเอโซ	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา	17
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	17
3.2 วิธีการศึกษา	19
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา	24
4.1 ผลการศึกษาระยะเวลาเจริญและจำนวนเชื้อเริ่มต้นที่เหมาะสมของแบคทีเรีย	24
4.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิและพีเอชที่เหมาะสมในการย่อยสลายลีสต์มอเอโซ บนอาหารแข็ง DSM	25
4.3 ผลการทดสอบความเข้มข้นสีเริ่มต้นในการย่อยสลายลีสต์มอเอโซในอาหารเหลว DSM	27
4.4 ผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยสลายลีสต์มอเอโซในอาหารเหลว DSM	32
4.5 ผลการศึกษาพีเอชที่เหมาะสมในการย่อยสลายลีสต์มอเอโซในอาหารเหลว DSM	39
4.6 ผลทางสถิติวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการย่อยสลายลีสต์มอเอโซโดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 และ <i>B. subtilis</i> JH642 ในอาหารเหลว DSM	46
4.7 ผลการศึกษานิคของเอนไซม์เอรีดักเทส (AzoR1) ที่สร้างจาก <i>Bacillus subtilis</i> ORB7106 ในการย่อยสลายลีสต์มอเอโซ	46
4.8 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของลีสต์มอเอโซในการชักนำการสร้างเอนไซม์	48
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	51
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก ก การเตรียมอาหารและสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์	59
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายลีสต์มอเอโซ	62
ภาคผนวก ค ผลของสภาวะต่างๆ (ความเข้มข้นสี อุณหภูมิและพีเอช) ในการย่อยสลาย ลีสต์มอเอโซ	66
ภาคผนวก ง กราฟมาตรฐาน	76
ประวัติผู้เขียน	78

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลของอุณหภูมิในการย่อยสลายสีข้อมเอโซบนอาหารแข็ง DSM ที่พีเอชเท่ากับ 7 โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	26
4.2	ผลของพีเอชในการย่อยสลายสีข้อมเอโซบนอาหารแข็ง DSM ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โดย <i>Bacillus subtilis</i> ORB7106 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง	26
4.3	ผลของความเข้มข้นสีเริ่มต้น อุณหภูมิและพีเอช ต่อการย่อยสลายสีข้อมเอโซ ชนิด Azobenzene (AZ), Methyl red (MR), Orange G (OG) และ Congo red (CR) โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 และ <i>B. subtilis</i> JH642 ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง จากค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ (\pm SD)	31
4.4	ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการย่อยสลายสีข้อมเอโซ โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 และ <i>B. subtilis</i> JH642 ในอาหารเหลว DSM	46

Prince of Songkla University
Pattani Campus

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	โครโมฟอร์และออกโซโครมของสีย้อม	5
2.2	ตัวอย่างโครงสร้างสีย้อมเอโซ	6
2.3	โครงสร้างที่สำคัญในโมเลกุลของสีย้อมแอนทราควิโนน	6
2.4	กลไกการสลายสีโดยเซลล์แบคทีเรีย	9
2.5	ขั้นตอนการสลายตัวของพันธะเอโซทำให้ความเข้มสีลดลง	11
2.6	การย่อยสลายสีย้อมเอโซชนิด Methyl Red โดยเอนไซม์เอโซรีดักเทส	14
4.1	ระยะเวลาเจริญของเชื้อ <i>B. subtilis</i> ORB7106 ในอาหารเหลว DSM เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง	24
4.2	ผลการย่อยสลายสีย้อมเอโซ โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 บนอาหารแข็ง DSM ที่ผสมสีย้อมเอโซแต่ละชนิด ได้แก่ Azobenzene, Methyl red, Orange G และ Congo red ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (พีเอช 7) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง	25
4.3	ผลการย่อยสลายสีย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH7) โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 ที่อุณหภูมิ 25°C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	28
4.4	ผลการย่อยสลายสีย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH7) โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 ที่ อุณหภูมิ 37°C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	29
4.5	ผลการย่อยสลายสีย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH7) โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 ที่อุณหภูมิ 45°C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	30
4.6	ผลของอุณหภูมิในการย่อยสลายสีย้อมเอโซที่ความเข้มข้น 50 mg/L ในอาหารเหลว DSM (pH7) โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	34
4.7	ผลการย่อยสลายสีย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH7) โดย <i>B. subtilis</i> JH642 เป็นที่อุณหภูมิ 25°C ระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	35

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.8	ผลการย่อยสลายลีสัย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH7) โดย <i>B. subtilis</i> JH642 ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	36
4.9	ผลการย่อยสลายลีสัย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH7) โดย <i>B. subtilis</i> JH642 ที่อุณหภูมิ 45°C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	37
4.10	ผลของอุณหภูมิในการย่อยสลายลีสัย้อมเอโซที่ความเข้มข้น 50 mg/L ในอาหารเหลว DSM (pH7) โดย <i>B. subtilis</i> JH642 เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	38
4.11	ผลการย่อยสลายลีสัย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH5) โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	40
4.12	ผลการย่อยสลายลีสัย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH9) โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	41
4.13	ผลของพีเอชในการย่อยสลายลีสัย้อมเอโซที่ความเข้มข้น 50 mg/L ในอาหารเหลว DSM (37°C) โดย <i>B. subtilis</i> ORB7106 เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	42
4.14	ผลการย่อยสลายลีสัย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH5) โดย <i>B. subtilis</i> JH642 ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	43
4.15	ผลการย่อยสลายลีสัย้อมเอโซที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในอาหารเหลว DSM (pH9) โดย <i>B. subtilis</i> JH642 ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	44
4.16	ผลของพีเอชในการย่อยสลายลีสัย้อมเอโซที่ความเข้มข้น 50 mg/L ในอาหารเหลว DSM (37°C) โดย <i>B. subtilis</i> JH642 เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แสดงค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ	45

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.17	<p>ผลการศึกษาชนิดของเอนไซม์เอโซรีดักเทส ในการย่อยสลายสีซ้อมเอโซชนิด Methyl Red ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (ก) ประสิทธิภาพการย่อยสลาย (ข) กิจกรรมเอนไซม์เอโซรีดักเทส ชนิด Extracellular enzyme และ Intracellular enzyme จาก <i>B. subtilis</i> ORB7106 ที่มี NADH 200 (■) และ 400 (■) ไมโครโมลาร์</p>	48
4.18	<p>ประสิทธิภาพของสีซ้อมเอโซในการชักนำการสร้างเอนไซม์ (ก) การย่อยสลายสีซ้อมเอโซ ชนิด Methyl Red ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เต็มและไม่เต็ม NADH 400 ไมโครโมลาร์ โดย <i>B. subtilis</i> JH642 ที่เลี้ยงในอาหาร DSM ในสภาวะที่มีชักนำและไม่มีการชักนำเป็นระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง (ข) กิจกรรมเอนไซม์ ที่มี NADH 400 ไมโครโมลาร์ โดย <i>B. subtilis</i> JH642 ในสภาวะที่มีการชักนำและไม่มีการชักนำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง</p>	50