บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

จากผลการย่อยสลายสีย้อมเอโซชนิด Azobenzene, Methyl red, Orange G และ Congo red ที่ความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตรโดย *B. subtilis* ORB7106 ในสภาวะคงที่ (static condition) พบว่า *B. subtilis* ORB7106 สามารถย่อยสลายสีย้อมเอโซได้ดีกว่า *B. subtilis* JH642 ในทุกชนิดสี ทุกความเข้มข้นและทุกสภาวะของอุณหภูมิและพีเอชโดย *B. subtilis* ORB7106 และ *B. subtilis* JH642 มีการดูดซับสีเข้าสู่เซลล์และมีการสร้างเอนไซม์เอโซรีดักเทส (AzoR1) จากภายในเซลล์ในการย่อยสลายสีย้อมเอโซ โดยสามารถย่อยสลายสีย้อมเอโซทั้ง 4 ชนิดได้ดีแปรผันตามความเข้มข้นของสีที่เพิ่มขึ้นจากความเข้มข้น 10, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

ผลการย่อยสลายสีย้อมเอโซทั้ง 4 ชนิด พบว่า *B. subtilis* ORB7106 สามารถย่อยสลายสีย้อม Methyl red ได้ดีที่สุด โดยย่อยสลายได้ถึงร้อยละ 81.86-98.28 ย่อยสลายสี Congo red ได้ร้อยละ 81.10-94.25 สำหรับ สี Azobenzene และ Orange G ย่อยสลายได้เพียงเล็กน้อย ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ความสามารถในการย่อยสลายสีย้อมเอโซที่อุณหภูมิแตกต่างกัน พบว่า *B. subtilis* ORB7106 สามารถย่อยสลายสีย้อมเอโซได้ ที่ทุกสภาวะของอุณหภูมิ โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 37 และ45 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสีย้อมเอโซดีที่สุด ความสามารถในการย่อยสลายสีย้อมเอโซที่พีเอชแตกต่างกันคือ 5, 7 และ 9 พบว่า *B. subtilis* ORB7106 สามารถย่อยสลายสีย้อมเอโซแต่ละชนิด ที่ทุกค่าของพีเอช ได้ไม่แตกต่างกัน

การศึกษาชนิดของเอนไซม์เอโซรีดักเทส (AzoR1) พบว่า เอนไซม์เอโซรีดักเทส (AzoR1) จาก *B. subtilis* ORB7106 ในการย่อยสลายสีย้อมเอโซ เป็นชนิด Intracellular enzyme ที่ต้องการ NADH เป็นโคแฟคเตอร์ จึงสรุปได้ว่า *B. subtilis* ORB7106 สร้างเอนไซม์เอโซรีดักเทส (AzoR1) ย่อยสลายสีย้อมเอโซภายในเซลล์

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสีย้อมเอโซในการชักนำการสร้างเอนไซม์ โดย *B. subtilis* JH642 ในอาหารเหลว DSM ที่เติมและไม่เติมสี Methyl Red ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า เมื่อเลี้ยง *B. subtilis* JH642 ในอาหารเหลว DSM ที่ไม่เติมสี Methyl Red (ไม่มีการชักนำ) และเมื่อนำเอนไซม์จากสภาวะที่ไม่มีการชักนำมาทดสอบการย่อยสลายสี Methyl Red ทั้งที่มีการเติมและไม่เติม NADH พบว่า มีการย่อยสลายเกิดขึ้นเล็กน้อย

แสดงว่า แบคทีเรียมีการสร้างเอนไซม์เอโซรีดักเทสและเอนไซม์ชนิดอื่นร่วมด้วย ในการเจริญและการสร้างเอนไซม์เพื่อการย่อยสลายสารอาหาร แต่เมื่อเลี้ยง *B. subtilis* JH642 ในอาหารเหลว DSM ที่เติมสี Methyl Red (มีการชักนำ) และเมื่อนำเอนไซม์จากสภาวะที่มีการชักนำมาทดสอบการย่อยสลายสี Methyl Red ทั้งที่มีการเติมและไม่เติม NADH พบว่า มีการย่อยสลายเพิ่มมากขึ้น แสดงว่า สี Methyl Red เป็นตัวชักนำให้เกิดการเหนี่ยวนำในการสร้างเอนไซม์เอโซรีดักเทสมากยิ่งขึ้น และจากการศึกษากิจกรรมเอนไซม์เอโซรีดักเทส พบว่า ในสภาวะที่มีการชักนำโดยการเติมสี Methyl Red ในการเลี้ยงเซลล์ทำให้เซลล์มีการสร้างเอนไซม์เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เมื่อเทียบกับสภาวะที่ไม่มีการชักนำ จากผลการศึกษาทำให้สรุปได้ว่า เมื่อมีการเติมสี Methyl red ทำให้ยีน *azoR1* ถูกชักนำให้มีการแสดงออกมากยิ่งขึ้น และจากผลการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ที่เกิดขึ้นเมื่อถูกชักนำ พบว่า เป็นเอนไซม์เอโซรีดักเทส (AzoR1)

Prince of Songkla University
Pattani Campus

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการย่อยสลายสีย้อมเอโซ โดยเอนไซม์เอโซรีดักเทส จากแบคทีเรีย *B. subtilis* ORB7106 ภายในห้องปฏิบัติการ หากนำ *B. subtilis* ORB7106 ไปประยุกต์ใช้ในการย่อยสลายสีย้อมเอโซในพื้นที่จริง ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาการย่อยสลายในสภาวะที่มีการผสมของสีย้อมมากกว่าหนึ่งชนิด เนื่องจากในสภาพจริงน้ำเสียจากโรงงานอาจมีสีย้อมหลายชนิดปะปนอยู่

2. ศึกษาการย่อยสลายโดยใช้น้ำทิ้งสีย้อมจากโรงงาน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายสีย้อมที่แท้จริงของ *B. subtilis* ORB7106

3. ศึกษาสารพิษที่ได้จากการย่อยสลายสีย้อมเอโซ โดย *B. subtilis* ORB7106 เพื่อจะทำให้ทราบว่าผลจากการย่อยสลายมีสารพิษชนิดใดเกิดขึ้นบ้าง

4. ศึกษาอิทธิพลของสารปนเปื้อนอื่นในน้ำทิ้งสีย้อมว่ามีผลต่อความสามารถในการย่อยสลายสีย้อมของ *B. subtilis* ORB7106 หรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการนำ แบคทีเรียดังกล่าว ไปใช้ได้จริงในระบบบำบัดน้ำทิ้งสีย้อม

Prince of Songkla University
Pattani Campus