

การศึกษากิจกรรมไฮโดรไลติกเอนไซม์จากแอคติโนมัยซีททะเล เพื่อบำบัดชีโอดีในน้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน

Study of hydrolytic enzyme activity from marine actinomycetes for COD treatment in cassava wastewater

พัฒน สิลปชัย¹, มะลิวัลย์ กุตะโค¹, รวิวรรณ วัฒนดิolk² และ จันทรจักรัส วัฒนชะติ^{2*}

Pattana Sillapachai¹, Maliwan Kutako¹, Rawiwan Watanadilok² and Janjarus Watanachote^{2*}

บทคัดย่อ: น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูงทำให้ต้องมีการบำบัดก่อนที่
จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ งานวิจัยนี้ต้องการศึกษากิจกรรมไฮโดรไลติกเอนไซม์จากเชื้อแอคติโนมัยซีททะเลใน
การลดค่า Chemical oxygen demand (COD) จากการตรวจวัดกิจกรรมเอนไซม์พบว่าแอคติโนมัยซีท RY3-37 สามารถ
ผลิตไฮโดรไลติกเอนไซม์ได้ดีที่สุด การนำเชื้อมาบำบัดน้ำเสียทำได้โดยเลี้ยงหัวเชื้อในอาหารเหลวสูตร Oatmeal Yeast
extract Carboxymethyl cellulose (OYC) ความเค็ม 17 ppt ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.2 ± 0.5 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 3 วัน น้ำเสียจากโรงงานแป้งมันโดยมีค่า COD เริ่มต้น 234,665 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.2 และ
น้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้น 31,207.87 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใช้อัตราส่วนหัวเชื้อร้อยละ 10 เติบโตอากาศตลอดระยะเวลาการทดลอง
วัดค่า COD ทุกวัน เป็นเวลา 16 วัน พบว่าแอคติโนมัยซีท RY3-37 มีอัตราการบำบัด COD ในน้ำเสียได้ดีกว่าชุดควบคุม
ในวันที่ 11 โดยสามารถลดค่า COD ได้ร้อยละ 75 และมีค่า COD เป็น 58,666 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแตกต่างจากชุดควบคุม
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: แอคติโนมัยซีททะเล, ไฮโดรไลติกเอนไซม์, ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD), น้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน

ABSTRACT: Wastewater from the production line of cassava starch factory had high organic matter making requires
treatment before discharge into water resource. In this research, the hydrolytic enzyme activity from marine
actinomycete to reduce the COD was investigated. The result found that the actinomycete, RY3-37 can produce
hydrolytic enzymes. RY3-37 which was cultured in Oatmeal, Yeast extract and Carboxymethyl cellulose broth media
(OYC) at salinity 17 ppt, pH 6.2 ± 0.5 and temperature 30 °C for 3 days. Wastewater from cassava starch factory
had COD 234,665 mg/l pH 4.2 and reducing sugar 31,207.87 mg/ml. The ten percent of inoculum was added to the
wastewater. The air was continuously supplied during the trial period. Water samples were daily collected for COD
analysis throughout 16 days of experiment. The COD removal rate of actinomycete isolate RY3-37 had higher than
control units. Especially in day 11 of the experiment, actinomycete isolate RY3-37 can be reduced COD at 75%
which was significantly different from control unit ($p < 0.05$).

Keywords: marine actinomycetes, hydrolytic enzyme, COD, cassava wastewater treatment

¹ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี จ.จันทบุรี

Burapha University Chanthaburi campus, Chanthaburi

² สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี

Institute of Marine Science, Burapha University, Chonburi

* Corresponding author: janjarus@buu.ac.th

บทนำ

น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังเป็นน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์สูง (สุนทร บุญบำรุง, 2552) โดยมีค่า Chemical oxygen demand (COD) 13,000-19,300 มิลลิกรัมต่อลิตร, Biochemical oxygen demand (BOD) 6,465-12,645 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.75-6.33 (โสภิตา บุญอเนกทรัพย์ และคณะ, 2540)

โดยกรดที่เกิดขึ้นเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ในกลุ่ม Lactic acid bacteria ในการย่อยสลายแป้งที่อยู่ในน้ำเสีย ได้แก่ กรดแลคติก และกรดอะซิติก เป็นต้น (Tosungnoen et al., 2014) การบำบัดน้ำเสียมีอยู่หลากหลายวิธีการ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีข้อดีข้อเสียต่างกันออกไป กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ได้รับคามนิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยมีปัจจัยสำคัญคือจุลินทรีย์ ซึ่งทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสียมักมีประสิทธิภาพไม่สูงพอที่จะบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือบางกรณีอาจจะมีความจุลินทรีย์ไม่เพียงพอที่จะบำบัดน้ำเสียเหล่านั้น จึงต้องเติมจุลินทรีย์ให้กับระบบ (พรชนก วงศ์ดุงเกียรติ, 2553) ซึ่งแอดดิโนมายซีท์ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ เพราะเอนไซม์ชนิดต่างๆ ที่แอดดิโนมายซีท์ผลิตขึ้นนั้นมีหลากหลายสูง และเนื่องจากแอดดิโนมายซีท์เป็นผู้ย่อยสลายตามธรรมชาติ จึงสามารถนำมาใช้ในการบำบัดของเสียอินทรีย์ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจนำเชื้อแอดดิโนมายซีท์ที่แยกได้จากดินตะกอนป่าชายเลนและมีความสามารถในการสร้างสารเมแทบอลิต์ที่มีกิจกรรมการย่อยสลาย เช่น เซลลูเลส และอะไมเลส ทั้งนี้เพื่อจะได้ทราบถึงความสามารถในการย่อยเซลลูเลสและแป้งในน้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยจะเป็นแนวทางในการนำเชื้อแอดดิโนมายซีท์ไปประยุกต์ใช้ในการลดค่า COD ของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแป้งจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญและการผลิตเอนไซม์ของแอดดิโนมายซีท์

นำเชื้อแอดดิโนมายซีท์ RY3-37 ที่แยกได้จากดินตะกอนป่าชายเลนแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง (รัตนกรรณ, 2558) มาเลี้ยงในอาหารเหลวที่มีแหล่งคาร์บอนแตกต่างกัน 5 ชนิด ได้แก่ ISP3, Cassava starch, Carboxymethyl cellulose (CMC), Soluble starch และ Oat meal Yeast extract Carboxymethyl cellulose (OYC) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่มีความเค็ม 17 ppt ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.2 ± 0.5 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อัตราการเขย่า 110 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 วัน (พัฒน์, 2559) เมื่อครบกำหนดวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นด้วยวิธี Dinitrosalicylic acid (Wood and Bhat, 1988) และปริมาณโปรตีนตามวิธีของแบรดฟอร์ด (Bradford, 1976) และนำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) เพื่อคัดเลือกอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญและการผลิตเอนไซม์ เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

การคัดเลือกเชื้อแอดดิโนมายซีท์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสับสเตรตได้ดี

นำเชื้อแอดดิโนมายซีท์ที่คัดเลือกไว้ทั้งหมด 10 ไอโซเลต ที่แยกได้จากดินตะกอนป่าชายเลน (จังหวัดระยอง รหัส RY จังหวัดชุมพร รหัส A CP และ SK) (รัตนกรรณ, 2558) เลี้ยงในอาหารเหลว OYC ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ ความเค็ม 17 ppt ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.2 ± 0.5 ในตู้บ่มเชื้อที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อัตราการเขย่า 110 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 วัน เมื่อครบกำหนดเก็บตัวอย่างแยกส่วนน้ำเลี้ยงออกจากตะกอนโดยการปั่นเหวี่ยง นำส่วนน้ำเลี้ยงวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณโปรตีนนำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) (พัฒน์, 2559) เพื่อนำมาคัดเลือกเชื้อที่ดีที่สุด และศึกษาอัตราการเปลี่ยนสารตั้งต้นให้เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ในเชื้อที่มีกิจกรรมเอนไซม์ที่ดีที่สุด

การศึกษาผลของเวลาต่อการเปลี่ยนสารตั้งต้นให้เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ของเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37 เลี้ยงในอาหาร OYC ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ความเค็ม 17 ppt ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.2 ± 0.5 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในตู้บ่มเชื้อที่มีอัตราการเขย่า 110 รอบต่อนาที เมื่อครบกำหนดนำส่วนน้ำเลี้ยงวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณโปรตีน ทุกวันเป็นเวลา 9 วัน และนำค่าที่ได้คำนวณเป็นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) เพื่อนำมาหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีนรายวัน

การศึกษาผลของค่าความเป็นกรด-ด่างและความเค็มต่อกิจกรรมของเอนไซม์ของเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37 เลี้ยงในอาหาร OYC ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 4.0 ± 0.5 , 6.2 ± 0.5 และ 10 ± 0.5 ตามลำดับ ค่าความเค็มที่แตกต่างกัน 3 ระดับ 0, 17 และ 35 ppt เลี้ยงเชื้อในอาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเค็มต่างกัน บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในตู้บ่มเชื้อที่มีอัตราการเขย่า 110 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 วัน เมื่อครบกำหนดวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณโปรตีน และนำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) เพื่อนำมาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอนไซม์

การศึกษาอัตราการบำบัดน้ำเสียโดยวัดอัตราการลดลงของ COD

นำเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37 เลี้ยงในอาหาร OYC ความเค็ม 17 ppt ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.2 ± 0.5 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ในตู้บ่มเชื้อที่มีอัตราการเขย่า 110 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 วัน เมื่อครบกำหนดนำมาใช้เป็นหัวเชื้อสำหรับการบำบัดน้ำเสีย โดยใช้หัวเชื้อร้อยละ 10 ของน้ำเสียที่ต้องการบำบัด การทดลองแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่ไม่ใส่หัวเชื้อแอคติโนมัยซีท โดยมีปริมาตรน้ำเสีย 5,000 มิลลิลิตร และกลุ่มทดสอบเป็นกลุ่มที่มีปริมาตรหัวเชื้อแอคติโนมัยซีท 500 มิลลิลิตร และปริมาตรน้ำเสีย

4,500 มิลลิลิตร เติบโตอากาศตลอดระยะเวลาการทดลอง เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวัดค่า COD (มันลินตันทูลเวสท์, 2540) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และน้ำตาลรีดิวซ์ทุกวัน เป็นเวลา 16 วัน ในวันที่ 10 เติบโตเชื้อได้ความเค็ม 17 ppt

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการทดลองทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลสถิติโดย (1) การเจริญและการผลิตเอนไซม์ของ RY3-37 ใช้ t test (2) อัตราการเปลี่ยนสารตั้งต้นให้เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ในเชื้อจำนวน 10 ไอโซเลต ใช้ One way anova (3) ค่าความเป็นกรด-ด่างและความเค็มต่อกิจกรรมของเอนไซม์ของเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37 วิเคราะห์ความแปรปรวน (anova) และทำการเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ (4) เปรียบเทียบอัตราการบำบัด COD ในน้ำเสียจากชุดควบคุมและชุดทดลอง โดยใช้ t test จากโปรแกรม R version 3.3.1 (Ihaka and Gentleman, 1996)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญและการผลิตเอนไซม์ของเชื้อแอคติโนมัยซีท

จากการเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีแหล่งคาร์บอนแตกต่างกัน พบว่าสามารถเปลี่ยนแหล่งคาร์บอนที่ใช้เป็นสับสเตรตได้ดีที่สุดในอาหารสูตร OYC ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีน คือ 40,539.22 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม (Figure 1A) และมีความสามารถในการผลิตเอนไซม์อะไมเลสและเซลลูเลสเมื่อใช้อาหารเหลว Soluble starch และ CMC เป็นสับสเตรตของเอนไซม์ โดยมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีนคือ 39,077.94 และ 23,508.34 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงเชื้อคืออาหารสูตร OYC เพราะมีแหล่งสับสเตรตของเอนไซม์ที่เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส และแหล่งไนโตรเจนที่สามารถช่วยกระตุ้นให้เชื้อมีการผลิตเอนไซม์ได้ดีที่สุด

ผลการคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยซีทที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายได้ดี

จากการเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท 10 ไอโซเลต พบว่าแอคติโนมัยซีททั้งหมดมีความสามารถในการผลิตไฮโดรไลติกเอนไซม์ (Figure 1B) โดยที่แอคติโนมัยซีท RY3-37 แสดงค่าการทำงานของไฮโดรไลติกเอนไซม์ได้ดีที่สุดมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีนคือ 12,035.42 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อแอคติโนมัยซีททั้ง 9 ไอโซเลต ($p < 0.01$) ดังนั้นจึงเลือกแอคติโนมัยซีท RY3-37 เพื่อนำไปเลี้ยงเป็นหัวเชื้อสำหรับทดลองบำบัดน้ำเสียต่อไป ซึ่งจากงานวิจัยของรัตนภรณ์ ศรีวิบูลย์ (2558) ที่ได้ศึกษาลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37 พบว่าอยู่ในจีนัส *Micromonospora* ซึ่งจีนัสนี้สามารถผลิตเอนไซม์อะไมเลสได้ (Das, 1996) และอีกทั้งยังสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้ (Malfait et.al, 1984)

ผลของสภาวะในการเลี้ยงหัวเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37 สำหรับบำบัดน้ำเสีย

จากการเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37 ในค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความเค็มแตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่แสดงค่าการทำงานของไฮโดรไลติกเอนไซม์ได้ดีที่สุดคือ 6.2 โดยมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีนคือ 14,955.84 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม และค่าความเค็มที่แสดงค่าการทำงานของไฮโดรไลติกเอนไซม์ได้ดีที่สุดคือ 17 ppt โดยมีค่าน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีนคือ 14,955.84 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม เมื่อศึกษาการเปลี่ยนสารตั้งต้นให้เป็นน้ำตาลรีดิวซ์ตามวัน พบว่ามีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่อปริมาณโปรตีนสูงสุดในวันที่ 4 คือ 21,589.62 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม แต่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด ณ วันที่ 3 คือ 2,241.82 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ฉะนั้นจากผลการทดลองนี้ในการเตรียมหัวเชื้อสำหรับใช้บำบัดน้ำเสีย จึงได้เลี้ยงเชื้อ RY3-37 ในอาหาร OYC ความเป็นกรด-ด่าง 6.2 ± 0.5 น้ำทะเลธรรมชาติที่นำมาใช้เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อมีความเค็ม 17 ppt เป็นเวลา 3 วัน เพราะเป็นช่วงที่มีกิจกรรมที่เกิดจากการย่อยสลายสับสเตรตสูงสุด

ผลอัตราการบำบัดน้ำเสียโดยวัดอัตราการลดลงของ COD

ค่า COD เริ่มต้นในชุดควบคุมมีค่า 234,665 มิลลิกรัม/ลิตร และชุดทดลองมีค่า 232,000 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 4.2 และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 31,207.87 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ผลจากการเติมเชื้อ RY3-37 ลงในถังปฏิกรณ์จำนวน 3 ถัง พบว่าในช่วงวันที่ 1-2 ของการทดลอง มีค่า COD คงที่เนื่องจากเชื้ออยู่ในระยะพักตัว ในช่วงวันที่ 3-7 พบว่าถังที่มีการบำบัดด้วยเชื้อแอคติโนมัยซีทมีอัตราการลดลงของน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าชุดควบคุม เนื่องจากร้อยละการลดลงของค่า COD มีค่าที่สูงขึ้น (Figure 1C) แสดงว่าเชื้อมีการนำน้ำตาลไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตและผลิตเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อย และการลดลงของค่า COD ก่อนข้างคังที่ในวันที่ 8-9 ดังนั้นในวันที่ 10 จึงได้ทดลองเติมเกล็ดลงในถังปฏิกรณ์ทั้งชุดควบคุมและชุดทดสอบเนื่องจากเชื้อแอคติโนมัยซีทที่นำมาใช้ทดลองเป็นเชื้อที่แยกได้จากทะเล ผลจากการเติมเกล็ดให้มีความเค็ม 17 ppt พบว่าความเค็มสามารถกระตุ้นให้เชื้อมีการบำบัดสารอินทรีย์ได้ จนทำให้ค่า COD มีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 11 ($p < 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการต้องการความเค็มเพื่อให้มีสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อ และหลังจากวันที่ 11 เป็นต้นไปพบค่า COD ไม่มีความแตกต่างไปจากชุดควบคุม ทั้งนี้เนื่องมาจากการอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียมีปริมาณน้อย การเจริญของเชื้อลดลงจึงส่งผลให้เชื้อไม่สามารถผลิตเอนไซม์ได้มากพอที่จะลดค่า COD ให้มีความแตกต่างจากชุดควบคุมได้อีก ในส่วนของค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าเชื้อ RY3-37 สามารถปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ที่ 7 ได้เร็วกว่าชุดควบคุม 3 วัน เนื่องจากแอคติโนมัยซีทสามารถที่จะนำกรดแลกติกไปใช้สำหรับเป็นแหล่งพลังงานเพื่อการเจริญได้ (Thippayarat et.al, 2015) ผลจากการทดลองชี้ให้เห็นว่าเชื้อแอคติโนมัยซีท RY3-37 นี้สามารถนำไปบำบัดแหล่งน้ำเสียที่มีความเค็มได้ เช่น น้ำเสียจากโรงงานน้ำตาลหรือโรงงานชีวะ เป็นต้น นอกจากนี้การใช้เชื้อ RY3-37 บำบัดน้ำเสียทำให้ค่า

ความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มขึ้นเร็วกว่าชุดควบคุม จากคุณสมบัตินี้อาจนำเชื้อ RY3-37 ไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานที่มีความเป็นกรดสูง นอกจากนี้ตะกอนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดสามารถที่จะนำไปเป็นปุ๋ยสำหรับพืชได้ (Mirjana et.al, 2006) เนื่องจากยังคงมีธาตุอาหารที่เกิดจากกระบวนการบำบัดหลงเหลืออยู่ และด้วยคุณสมบัติของแอคติโนมัยซีท RY3-37 ที่อยู่ในจีโนม *Micromonospora* สามารถสร้างสารยับยั้งเชื้อ

รา (antifungal) ได้ (Shafiee, 2001) อีกทั้งไม่ถูกจัดเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคในคนและสัตว์ ตามเอกสารเรื่องเชื้อโรคและระดับความเสี่ยงโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2552 (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 2555) จึงมีความน่าสนใจในการนำเชื้อไปใช้ประโยชน์ด้านการรักษาโรคพืชได้ซึ่งจะได้มีการวิจัยต่อไป

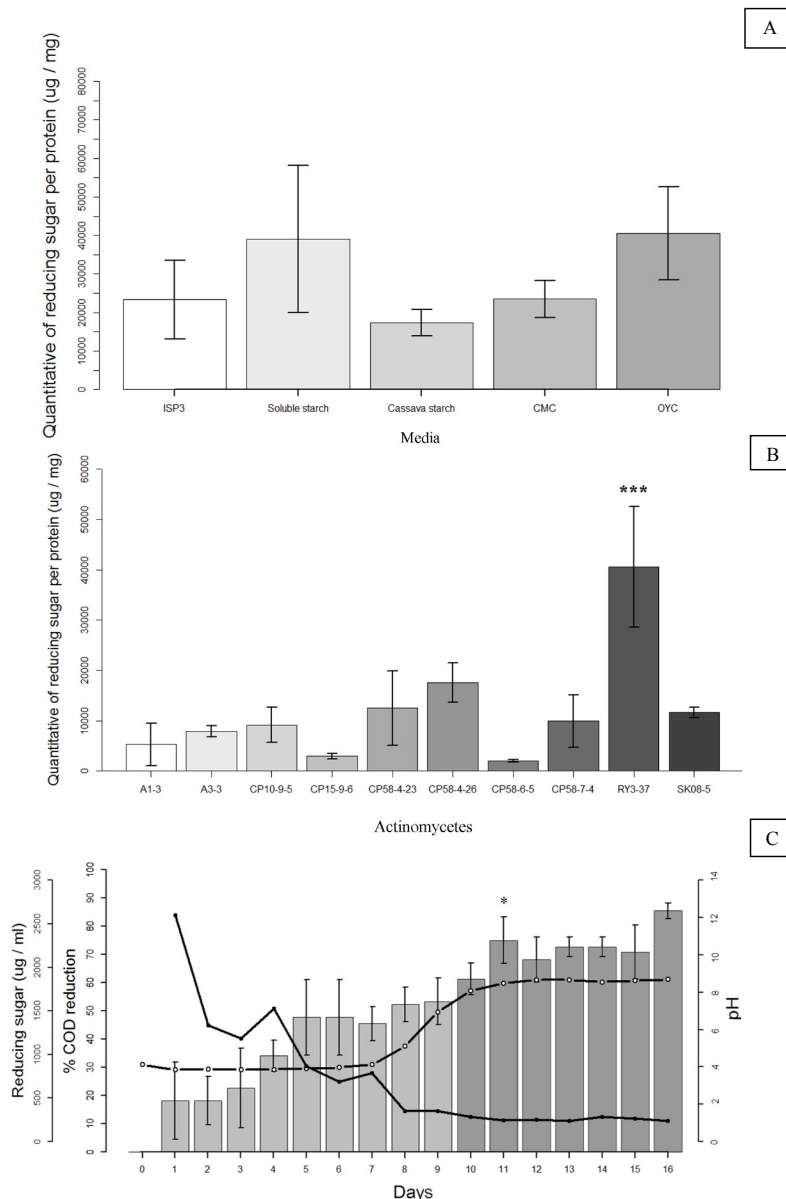


Figure 1 The activity of hydrolytic enzyme present in the term of reducing sugar production from marine actinomycetes and cassava wastewater treatment A) effect of media B) screening of actinomycetes C) COD reduction (%) (■ Salinity 0 ppt. ■ Salinity 17 ppt. ● Reducing sugar (ug/ml). ○ pH).

สรุปและข้อเสนอแนะ

เชื้อแอคติโนมัยซีททะเลทั้ง 10 ไอโซเลต ที่นำมาศึกษาตรวจพบว่ามิกิจกรรมไฮโดรไลติกเอนไซม์ซึ่งเกิดจากการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส และเซลลูเลส โดยพบว่าแอคติโนมัยซีท RY3-37 มิกิจกรรมไฮโดรไลติกเอนไซม์เปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีน 1 มิลลิกรัม มากที่สุด เมื่อนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน พบว่ามีประสิทธิภาพในลดค่า COD ได้ร้อยละ 85.45 ใน 16 วัน แต่ไม่แตกต่างจากเชื้อที่มีอยู่ตามธรรมชาติซึ่งเป็นชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อมีการเติมเกลือ (17 ppt) เข้าสู่ระบบบำบัดเชื้อสามารถทำให้ค่า COD ลดลงได้อีกและแตกต่างจากชุดควบคุม ($p < 0.05$) การนำตะกอนที่ได้จากการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมันไปใช้ประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าของของเสียจะได้มีการวิจัยและตรวจสอบความปลอดภัยของเชื้อแอคติโนมัยซีทนี้ต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2558 สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านแผนงานวิจัย จุลินทรีย์ทะเล : แหล่งใหม่ของสารตัวยาและผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

- พรชนก วงศ์ผดุงเกียรติ. 2553. จุลินทรีย์ทางการค้าในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโรงงานปลาป่น. ปรินญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัฒน ศิลปชัย. 2559. ประสิทธิภาพของแอคติโนมัยซีททะเลในการผลิตไฮโดรไลติกเอนไซม์เพื่อบำบัดน้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน. ปรินญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีทางทะเล. คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.
- มันสิน ตันทุลเทศ. 2540. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- รัตนภรณ์ ศรีวิบูลย์ และจันทร์จรัส วัฒนะโชติ. 2558. การพัฒนาการผลิตสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากแอคติโนมัยซีทและการผลิตเซลล์ปริมาณมาก. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2555. แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่หรือพันธุวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 7, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. สำนักพิมพ์ พี.เอ. ลีฟวิ่ง, กรุงเทพฯ.
- โสภิตา บุญเอกทรัพย์, จิระพันธุ์ เนื่องจากนิล, ลินี่ จิระเสาวภาคย์, สุวิทย์ เตีย และวราวุธ เตีย. 2540. การจัดการน้ำในโรงงานแป้งมันสำปะหลัง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- สุนทร บุญบำรุง. 2552. การใช้ประโยชน์น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังเพื่อการปลูกข้าว. ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- Bradford, M. M. 1976. A dye binding assay for protein. Anal. Biochem. 72: 248-254.
- Das, K.D. 1996. Introductory soil science. Kalyani Publisher. New Delhi, India.
- Ihaka, R. and R. Gentleman. 1996. "R: A Language for Data Analysis and Graphics". J Comput Graph Stat. 5: 299-314.
- Malfait, M., B. Godden, and M.J. Penninckx. 1984. Growth and cellulose production of *Micromonospora chalciae* and *Pseudonocardia thermophile*. Ann. Inst. Pasteur. Mic. 135: 79-89.
- Mirjana, J., R. Protic., S. Jankovic, and J. Colo. 2006. Response of wheat to Azotobacter-Actinomycetes inoculation and nitrogen fertilizers. Romagric. Res. 23: 37-42.
- Shafiee, A., G. Harris, H. Motamedi, M. Rosenbach, T. Chen, D. Zink, and B. Heimbuch. 2001. Microbial hydroxylation of rustmicin (galbonolide A) and galbonolide B, two antifungal products produced by *Micromonospora* sp. J. Mol. Catal. B-Enzym. 11: 237-242.
- Thippayarat, A., N. Sombatsompop, and B. Prapagdee. 2015. Selection of a *Pseudonocardia* sp. RM423 that accelerates the biodegradation of poly(lactic) acid in submerged cultures and in soil microcosms. Int. Biodeterbiodegr. 99: 23-30.
- Tosungnoen, S., K. Chookietwattana, and S. Dararat. 2014. Lactic acid production from repeated-batch and simultaneous saccharification and Fermentation of cassava starch wastewater by amylolytic *Lactobacillus plantarum* MSUL 702. APCBEE procedia. 8: 204-209.
- Wood, T. M., and K. M. Bhat. 1988. Methods for measuring cellulose activity. Method Enzymol. 160: 87-112.