

ประสิทธิภาพของแอคติโนมัยซีททะเลในการลดค่าซีโอดี ในน้ำเสียสังเคราะห์แป้งมันสำปะหลัง

Efficiency of marine actinomycetes for COD treatment in synthetic cassava starch wastewater

ณิชา สिरานนท์ธนา¹, มะลิวัลย์ कुตะโค², พัฒน สิลปชัย¹ และ จันทรจักร วัฒนะโชติ^{1*}

Nisa Siranonthana¹, Maliwan Kutako², Pattana Sillapachai¹ and
Janjarus Watanachote^{1*}

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของแอคติโนมัยซีททะเลในการลดค่าซีโอดีในน้ำเสียสังเคราะห์แป้งมันสำปะหลัง ได้ทดลองคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยซีทที่ผลิตเอนไซม์อะไมเลสและเซลลูเลส โดยคัดเลือกเชื้อจาก 30 ไอโซเลต ในอาหารเหลว ISP2 ความเค็ม 17 ppt. ค่าความเป็นกรดต่าง 6.2 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีท NS56-4-6 แสดงกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสและเซลลูเลสดีที่สุด สภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยงเชื้อคือใช้อาหารสูตร ISP2 ความเค็มและค่าความเป็นกรดต่างไม่ส่งผลต่อกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส สภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยงเชื้อให้ได้กิจกรรมเซลลูเลสดีคือเลี้ยงด้วยอาหาร ISP2 ที่ความเค็ม 35 ppt และค่าความเป็นกรดต่าง 10 เมื่อนำเชื้อไปบำบัดซีโอดีน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแป้งมันสำปะหลังเป็นองค์ประกอบ พบว่าสามารถลดค่าซีโอดีลงได้ร้อยละ 69.40 ภายในเวลา 11 วัน ดังนั้นเชื้อแอคติโนมัยซีท NS56-4-6 จึงมีศักยภาพที่สามารถพัฒนาไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานที่มีแป้งหรือเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ

คำสำคัญ: แอคติโนมัยซีททะเล, ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD), น้ำเสียสังเคราะห์แป้งมันสำปะหลัง

ABSTRACT: In this study, efficiency of marine actinomycetes for COD treatment in synthetic cassava starch wastewater was evaluated. Screening of actinomycetes producing enzymes amylase and cellulase was performed. Thirty isolates of actinomycetes were cultured in ISP2 medium. Salinity and pH of medium was 17 ppt and 6.2, respectively. Cultures were incubated at 30°C for 4 days. The results revealed that isolate NS56-4-6 had the maximum amylase and cellulase activities. The ISP2 medium was the optimized media for enhances amylase and cellulase activities in actinomycetes isolate NS56-4-6. Amylase activity was not affected by salinity and pH. The optimal condition for culture isolate NS56-4-6 to enhanced cellulase activity was using ISP2 medium (35 ppt) and adjusted pH to 10. Thereafter, treatment of COD in synthetic cassava starch wastewater was carried out by actinomycetes isolate NS56-4-6. It was founded that COD removal of 69.40% was obtained within 11 day. This result indicated that actinomycetes isolate NS56-4-6 could be use efficiently for treatment of wastewater which consists with cassava starch or cellulose.

Keywords: marine actinomycetes, COD, cassava wastewater treatment

¹ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา อ. เมือง ชลบุรี

Institute of Marine Science, Burapha University, Chonburi

² หน่วยวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา อ. ท่าใหม่ จันทบุรี

Marine Biotechnology Research Unit, Faculty of Marine Technology, Burapha University, Chanthaburi

* Corresponding author: janjarus@buu.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยมีโรงงานแปรรูปมันสำปะหลังจำนวนมากมีผลผลิตเป็นอันดับ 3 ของโลก ผลผลิตประมาณ 22.95 ล้านตัน ในปี 2554 มีผลผลิตเฉลี่ยรวมทั้งประเทศต่อไร่ 3.05 ตัน (สวลี และคณะ, 2555) ทำให้มีน้ำเสียจำนวนมากที่ต้องบำบัดโดยในกระบวนการผลิตแป้ง 1 ตัน จะมีน้ำเสียเกิดขึ้นประมาณ 20-35 ลบ.ม. ซึ่งเป็นน้ำเสียที่มีค่าบีโอดี (BOD: Biochemical Oxygen Demand) และซีโอดี (COD: Chemical Oxygen Demand) สูงมาก (เสวียน, 2554) การบำบัดน้ำเสียมีอยู่หลากหลายวิธีการ ซึ่งมีข้อดีข้อเสียต่างกันออกไป กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ได้รับการนิยมนำมาใช้แพร่หลาย โดยมีปัจจัยสำคัญในการบำบัดคือจุลินทรีย์ ซึ่งทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสียมักมีประสิทธิภาพไม่สูงพอที่จะบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือบางกรณีอาจจะมีปริมาณจุลินทรีย์ไม่เพียงพอที่จะบำบัดน้ำเสียเหล่านั้น จึงต้องเติมจุลินทรีย์ให้กับระบบ (พรชนก, 2553) โดยแอกติโนมายซีท์ก็เป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากแอกติโนมายซีท์เป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ตามธรรมชาติ อีกทั้งยังมีการผลิตเอนไซม์ที่หลากหลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้ต้องการหาสายพันธุ์แอกติโนมายซีท์ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการย่อยสลายน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแป้งมันสำปะหลังเป็นองค์ประกอบหลักเพื่อต้องการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้อย่างปลอดภัย และเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาศักยภาพการบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังต่อไป

วิธีการศึกษา

การคัดเลือกเชื้อแอกติโนมายซีท์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายได้ดี

นำเชื้อแอกติโนมายซีท์จำนวน 30 ไอโซเลต จากตะกอนดินป่าชายเลนที่เก็บรักษาในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา เกลี่ยกระจายบนอาหารแข็ง ISP2 (Atlas, 2010) ความเค็ม 17 พีพีที ค่าความเป็นกรด – ด่าง 6.2 ± 0.5 ให้ทั่วจานเพาะเชื้อ บ่มในตู้บ่มเชื้อที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเจาะขึ้นอาหาร

เลี้ยงเชื้อเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. เลี้ยงในอาหารเหลว ISP2 ปริมาตร 20 มล. ที่มีความเค็ม 17 พีพีที ค่าความเป็นกรด – ด่าง 6.2 ± 0.5 บ่มในตู้บ่มเชื้อที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อัตราการเขย่า 110 รอบ/นาที่ เป็นเวลา 4 วัน เมื่อครบกำหนดแยกส่วนของน้ำเลี้ยงออกจากเซลล์ นำน้ำเลี้ยงวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ โดยในการวัดกิจกรรมอะไมเลสและเซลลูเลสใช้น้ำแป้งและ Carboxymethyl cellulose (CMC) เป็นสับสเตรต ตามลำดับ (พัฒน์ และคณะ, 2561)

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงเชื้อแอกติโนมายซีท์

การศึกษาอาหารที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมเอนไซม์

นำสายพันธุ์แอกติโนมายซีท์ที่มีประสิทธิภาพจากการทดลองข้างต้น มาขีด (streak) บนอาหารแข็ง ISP2 มาเจาะขึ้นรู้นเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. เลี้ยงในอาหารเหลวแตกต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ ISP2, ISP2+Starch, ISP2+CMC (Carboxymethyl cellulose) และ OYC (Oat Yeast extract Carboxymethyl cellulose) ที่มีปริมาตร 100 มล. สภาวะเช่นเดียวกับการคัดเลือกเชื้อแอกติโนมายซีท์ข้างต้น บ่มเป็นเวลา 10 วัน และเก็บตัวอย่างทุกวันเพื่อตรวจหากิจกรรมเอนไซม์

ผลของค่าความเป็นกรด – ด่าง และความเค็มต่อกิจกรรมของเอนไซม์

นำสายพันธุ์แอกติโนมายซีท์ที่มีประสิทธิภาพจากการทดลองข้างต้น เลี้ยงในอาหาร ISP2 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 พีพีที โดยเจาะขึ้นรู้นเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. ใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มล. สภาวะเดียวกับการคัดเลือกเชื้อแอกติโนมายซีท์ข้างต้น เก็บส่วนน้ำเลี้ยงวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ทันที โดยวางแผนการทดลองแบบกลุ่มสมบูรณ์ (Factorial design)

การศึกษาอัตราการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ แป้งมันสำปะหลังโดยวัดอัตราการลดลงของค่า COD

นำสายพันธุ์แอกติโนมายซีท์ที่มีประสิทธิภาพจากการทดลองข้างต้นมาใช้เป็นหัวเชื้อสำหรับการ

บำบัดน้ำเสีย โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่ไม่ใส่หัวเชื้อ โดยมีปริมาตรน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีแอมโมเนียสำหรับเลี้ยงเชื้อ 0.5 ตัดแปลงจากวิธีของ (สุภาพร, 2559) ซึ่งคุณสมบัติคล้ายน้ำเสียจากกระบวนการผลิตแอมโมเนียสำหรับปริมาตร 4,500 มล. และอาหารเลี้ยงเชื้อ ISP2 ปริมาตร 500 มล. กลุ่มทดสอบจะเติมหัวเชื้อ ปริมาตร 500 มล. ลงในน้ำเสีย 4,500 มล. ซึ่งการเตรียมหัวเชื้อในกลุ่มทดสอบทำได้โดยเลี้ยงเชื้อในอาหาร ISP2 ที่ความเค็ม 17 พีพีที ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.2 ± 0.5 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน ทั้งนี้ในระหว่างการทดลองบำบัดน้ำเสียได้เติมอากาศตลอดระยะเวลา 18 วัน และเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวัดค่า COD (มันสิน, 2540), ค่าความเป็นกรด-ด่าง, น้ำตาลรีดิวซ์ (Wood and Bhat, 1988), น้ำหนักตะกอนแขวนลอย (TSS), ความเค็ม, อุณหภูมิและค่าออกซิเจนละลายน้ำทุกวัน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) **การวิเคราะห์ข้อมูล**

นำผลจากการทดลองคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยซีท การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท (ความเค็มและความเป็นกรด-ด่าง) และอัตราการบำบัด COD มาวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ

โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติโดยวิธี Duncan's multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรม R version 3.3.1 (Ihaka and Gentleman, 1996)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการคัดเลือกเชื้อแอคติโนมัยซีทที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายได้ดี

จากการเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท 30 ไอโซเลต ในอาหารเหลว ISP2 พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีท NS56-4-6 มีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส และเซลลูเลสดีที่สุด คือ $3.33 \pm 0.15 \times 10^{-2}$ และ $2.50 \pm 0.45 \times 10^{-2}$ ยูนิต/มล. (Figure 2) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อแอคติโนมัยซีททั้ง 29 ไอโซเลต ($P < 0.05$) ดังนั้นจึงได้เลือกเชื้อ NS56-4-6 มาใช้ทดลองการบำบัด COD ในน้ำเสียสังเคราะห์แอมโมเนียสำหรับเลี้ยงเชื้อ ซึ่งจากงานวิจัยของ รัตนภรณ์ (2558) ที่ได้ศึกษาลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซีท NS56-4-6 พบว่าเป็น *Streptomyces indiensis* ที่สามารถผลิตเอนไซม์อะไมเลสได้ (Das, 1996) และเซลลูเลสได้ (Malfait et al., 1984)

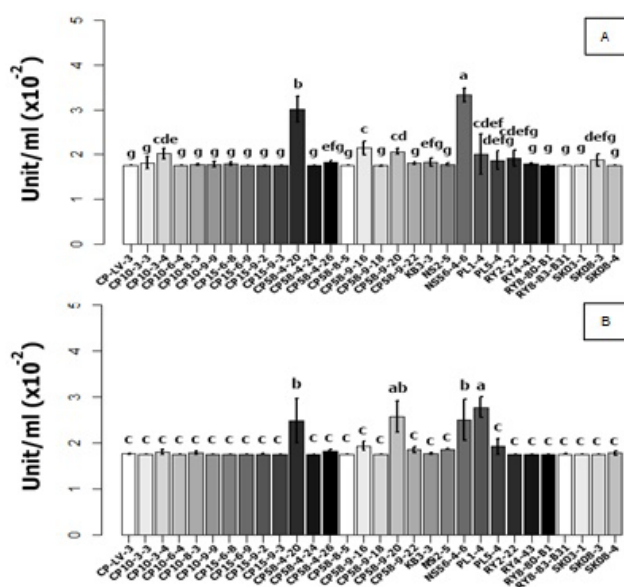


Figure 1 Amylase (A) and cellulose activities (B) from 30 isolates of actinomycetes.

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท NS56-4-6

จากการเลี้ยงเชื้อแอคติโนมัยซีท NS56-4-6 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่แตกต่างกันจำนวน 5 สูตร ได้แก่ ISP2, ISP2+CMC, ISP2+SS และ OYC เป็นเวลา 4 วัน เมื่อวัดกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสและเซลลูเลสพบว่าเชื้อแอคติโนมัยซีท NS56-4-6 มีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสและเซลลูเลส $3.33 \pm 0.15 \times 10^{-2}$ และ $2.50 \pm 0.45 \times 10^{-2}$ ยูนิต/มล. ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากที่สุดเมื่อใช้อาหารสูตร ISP2 (Figure 2) เนื่องจากแหล่งสับสเตรตของเอนไซม์ที่เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส และแหล่งไนโตรเจนที่สามารถช่วยกระตุ้นให้เชื้อมีการผลิตเอนไซม์ได้ดีที่สุด และจากการวัดกิจกรรมเอนไซม์เป็นเวลา 10 วัน พบว่ามีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสและเซลลูเลสมีค่าสูงสุดในวันที่ 4 (Figure 3) โดยมีค่ากิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ $2.13 \pm 0.02 \times 10^{-2}$ และ $2.74 \pm 0.02 \times 10^{-2}$ ยูนิต/มล. ตามลำดับ และพบว่าความเค็มและค่าความเป็นกรด-ด่างไม่ส่งผลต่อการผลิตเอนไซม์อะไมเลส

(Table 1) แต่มีผลต่อความสามารถในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลส (Table 2) โดยอาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.0 ± 0.5 และความเค็ม 35 พีพีที ส่งผลให้กิจกรรมเอนไซม์ดีที่สุดในวันที่ 4 คือ $1.85 \pm 0.31 \times 10^{-2}$ ยูนิต/มล. ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลของอัตราการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์โดยวัดอัตราการลดลงของ COD

น้ำเสียสังเคราะห์ที่นำมาศึกษามีค่า COD เริ่มต้นเท่ากับ 94,400 มล./ล. ผลจากการเติมเชื้อ NS56-4-6 ลงในถังปฏิกิริยาเป็นเวลา 15 วัน พบว่า ณ วันที่ 11 และ 12 เชื้อ NS56-4-6 สามารถลดค่า COD ได้ร้อยละ 69.40 ± 7.06 และ 69.40 ± 7.06 ตามลำดับ (Figure 4A) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับในกลุ่มควบคุมที่สามารถลดค่า COD ได้เพียงร้อยละ 60.17 ± 4.15 และ 64.97 ± 7.92 ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อสามารถย่อยสลายแบ่งให้เป็นน้ำตาลเพื่อใช้เป็นพลังงานในการเจริญได้ ผลของค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าทั้งสองกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มเป็นด่างขึ้นเรื่อยๆ ณ วันที่ 15 ค่าความเป็นกรด-ด่างใน

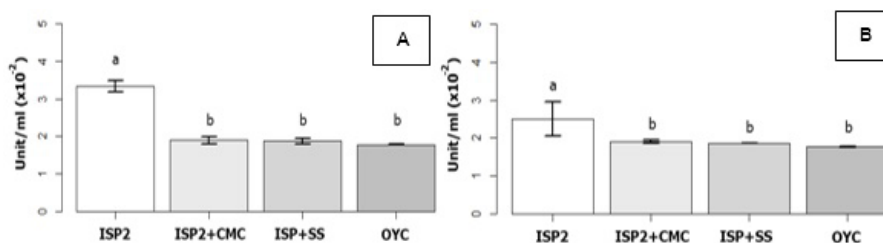


Figure 2 Effects of medium on amylase (A) and cellulose (B) activities ($\times 10^{-2}$ Unit/ml) of NS56-4-6. Values marked with the same letter do not differ significantly ($P > 0.05$).

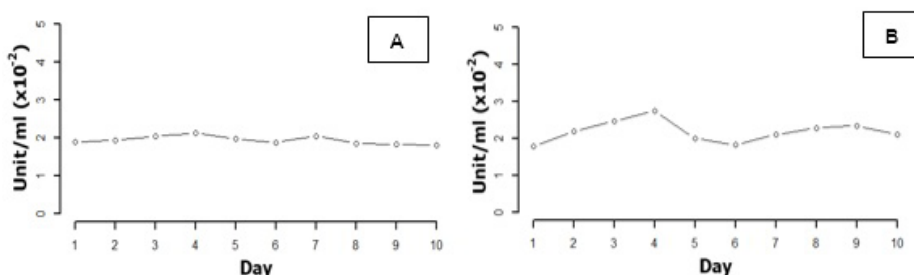


Figure 3 Changes on amylase (A) and cellulose (B) activities of NS56-4-6 throughout 10 days of experiment

Table 1 Effects of salinity and pH on amylase activity ($\times 10^{-2}$ Unit/ml) of NS56-4-6

Salinity (ppt)	pH			Average of salinity
	4.0 $\pm$ 0.5	6.2 $\pm$ 0.5	10.0 $\pm$ 0.5	
0	2.04 $\pm$ 0.21 ^a	1.96 $\pm$ 0.08 ^{ab}	1.90 $\pm$ 0.21 ^{ab}	1.96 $\pm$ 0.13 ^a
17	2.02 $\pm$ 0.17 ^a	2.05 $\pm$ 0.14 ^a	1.89 $\pm$ 0.17 ^{ab}	1.99 $\pm$ 0.16 ^a
35	2.04 $\pm$ 0.07 ^a	1.96 $\pm$ 0.06 ^{ab}	1.77 $\pm$ 0.04 ^b	1.93 $\pm$ 0.13 ^a
Average of pH	2.03 $\pm$ 0.10 ^a	1.99 $\pm$ 0.10 ^a	1.86 $\pm$ 0.15 ^b	

Table 2 Effects of salinity and pH on cellulase activity ($\times 10^{-2}$ Unit/ml) of NS56-4-6

Salinity (ppt)	pH			Average of salinity
	4.0 $\pm$ 0.5	6.2 $\pm$ 0.5	10.0 $\pm$ 0.5	
0	1.58 $\pm$ 0.07 ^c	1.58 $\pm$ 0.06 ^c	1.69 $\pm$ 0.04 ^{abc}	1.61 $\pm$ 0.07 ^a
17	1.64 $\pm$ 0.04 ^{bc}	1.66 $\pm$ 0.03 ^{bc}	1.77 $\pm$ 0.07 ^{ab}	1.69 $\pm$ 0.08 ^a
35	1.65 $\pm$ 0.08 ^{bc}	1.63 $\pm$ 0.10 ^{abc}	1.85 $\pm$ 0.31 ^a	1.71 $\pm$ 0.20 ^a
Average of pH	1.62 $\pm$ 0.07 ^b	1.62 $\pm$ 0.07 ^b	1.77 $\pm$ 0.18 ^a	

ชุดควบคุมอยู่ที่ 7.47 ± 0.02 และชุดการทดลองอยู่ที่ 7.44 ± 0.02 และพบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มสูงขึ้นในช่วงวันที่ 2-5 ของการทดลอง หลังจากนั้นจึงลดลงและคงที่อาจเนื่องมาจากเป็นช่วงที่เชื้อมีอัตราการย่อยสลายแบ่งเป็นน้ำตาลและการใช้พลังงานจากน้ำตาลเท่ากันจึงทำให้เห็นว่าน้ำตาลคงที่แต่จากผลของค่า COD พบว่ามีปริมาณลดลงในวันที่ 11 ของการทดลอง ความเค็มมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ($P > 0.05$) พบว่าอุณหภูมิมีแนวโน้มไปทางเดียวกัน ($P > 0.05$) ณ วันที่ 1, 9 และ 15 พบว่ามีความค่าออกซิเจนละลายน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในส่วนของน้ำหนักตะกอนมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ณ วันที่ 15 โดยมีในชุดควบคุมมีน้ำหนักตะกอน 48.70 ± 4.76 มก./มล. ซึ่งสูงกว่าชุดทดลองที่มีค่า 37.57 ± 2.37 มก./มล. และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการบำบัดจะมีตะกอนเกิดสะสมมากขึ้น ซึ่งตะกอนดังกล่าวอาจจะนำไปเป็นปุ๋ยสำหรับพืชได้ (Mirjana et al., 2006) เนื่องจากยังคงมีธาตุอาหารที่เกิดจากกระบวนการบำบัดหลงเหลืออยู่ และด้วยคุณสมบัติของแอคติโนมัยซีต NS56-4-6 (*Streptomyces indiensis*) เป็นผู้ย่อยสลายตามธรรมชาติอาจมีเอนไซม์ที่เกี่ยวกับการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดี เช่น โปรติเอส (กิ่งจันทร์, 2555) และสามารถเจริญได้ในความเค็มจึงอาจนำไป

ประยุกต์ใช้บำบัดแหล่งน้ำเสียที่เป็นประเภทโปรตีนและมีความเค็มได้ดี เช่น โรงงานน้ำปลาและซีอิ๊ว เป็นต้น ซึ่งจะได้มีการวิจัยต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสและเซลลูเลสของเชื้อแอคติโนมัยซีต 30 ไอโซเลต พบว่าแอคติโนมัยซีต NS56-4-6 มีกิจกรรมอะไมเลสและเซลลูเลสมากที่สุด ซึ่งกิจกรรมอะไมเลสมีค่าดีที่สุดเมื่อเลี้ยงเชื้อในอาหารสูตร ISP2 เป็นเวลา 4 วัน ความเค็มและค่าความเป็นกรด-ด่างไม่ส่งผลต่อกิจกรรมเอนไซม์และในขณะเดียวกันมีกิจกรรมเซลลูเลสดีที่สุดในการอาหารสูตร ISP2 เป็นเวลา 4 วัน ความเค็ม 35 พีพีที และค่าความเป็นกรด-ด่าง 10 เมื่อนำมาใช้ในการบำบัด COD ในน้ำเสียเคราะห์แบ่งน้ำปลาพบว่าแอคติโนมัยซีต NS56-4-6 มีประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสียได้ โดยสามารถลดค่า COD ลงได้ร้อยละ 69.40 ± 7.06 ในวันที่ 11 แสดงให้เห็นว่าเชื้อนี้มีประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์ในสภาวะที่มีความเค็มได้ และสามารถนำเชื้อดังกล่าวไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมที่ผลิตน้ำเสียที่มีความเค็มได้

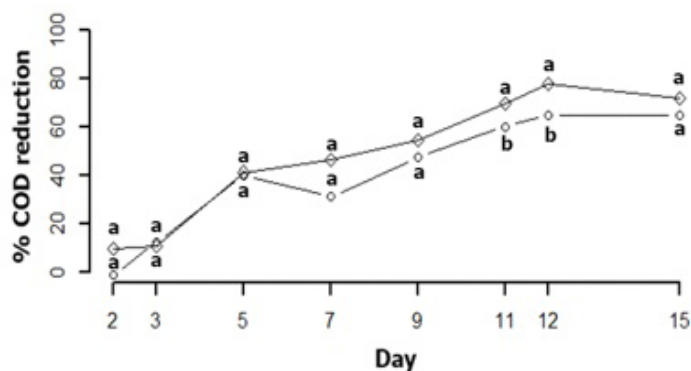


Figure 4 Percentage of COD treatments in synthetic cassava starch wastewater; control, treatment 1

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2561 สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านแผนงานวิจัยประสิทธิภาพของแอคติโนมัยซีททะเลในการผลิตเอนไซม์เพื่อบำบัดน้ำเสีย สัณญาณเลขที่ 124/2561

เอกสารอ้างอิง

กัจจันท์ มะลิซ้อน. 2555. ความหลากหลายของแอคติโนมัยซีทในดิน. สาขาวิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
พรชนก วงศ์ผดุงเกียรติ. 2553. จุลินทรีย์ทางการค้าในกระบวนการบำบัดน้ำเสียโรงงานปลาป่น. ปรญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. คณะวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พัฒน์ ศิลปชัย, จิรัชญา วิเศษสุทธิ, และจันทรจักร วัฒนะโชติ. 2561. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไฮโดรไลติกเอนไซม์จากเชื้อแอคติโนมัยซีท BPG2-1 ที่แยกได้จากดินตะกอนป่าชายเลนเพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสีย. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6. 421-429.
มันลิน ตันทูลเวศม์. 2540. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รัตนภรณ์ ศรีวิบูลย์ และจันทรจักร วัฒนะโชติ. 2558. การพัฒนาการผลิตสารออกฤทธิ์ชีวภาพจากแอคติโนมัยซีทและการผลิตเซลล์ปริมาณมาก. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. มหาวิทยาลัยบูรพา.

สวลี ดีประเสริฐ, ศุภชัย บุญนำมา, วิทยา บุตรทองมูล, บุญผา ชินเชิดวงศ์ และวีระ โลหะ. 2555. การใช้ประโยชน์จากกากมันสำปะหลังเพื่อผลิตเป็นน้ำตาล. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 3: 39-46.

สุภาพร สอดวงศ์. 2559. การบำบัดชีโอดีในน้ำเสียสังเคราะห์โดยแอคติโนมัยซีทที่แยกได้จากดินตะกอนป่าชายเลน. ปรญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีทางทะเล, คณะเทคโนโลยีทางทะเล, มหาวิทยาลัยบูรพา.

เสวียน เปรมประสิทธิ์. 2544. การใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากโรงงานแป้งมันสำปะหลังเพื่อผลิตปุ๋ยน้ำชีวภาพ. รายงานการวิจัยสาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Atlas, R. M. 2010. Handbook of microbiological media fourth edition. Taylor and Francis Group, LLC.

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 chalybeata* and *Pseudonocardia thermophila*. Ann. Inst. Pasteur. Mic. 135: 79 - 89.

Mirjana, J., R. Protic., S. Jankovic., J. Colo. 2006. Response of wheat to Azotobacter - Actinomycetes inoculation and nitrogen fertilizers. Romagric. Res. 23: 37- 42.

Wood, T. M. and K. M. Bhat. 1988. Methods for measuring cellulose activity. Method Enzymol. 160: 87 - 112.