

การบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยวิธีการหมักแบบกึ่งไร้อากาศ
TREATMENT OF DETERIORATE CARBONATED BEVERAGES BY USING FACULTATIVE
FERMENTATION SYSTEM

นรินทร์พัทธ์ พรหมฤทธิ์ รุ่งโรจน์ เทพสุธรรม สมพร เจนคุณาวัฒน์*
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
E-mail : somporn@rit.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยวิธีการหมักแบบกึ่งไร้อากาศซึ่งใช้ถังหมักขนาด 150 ลิตร โดยอาศัยกระบวนการหมักแบบไม่ต่อเนื่องใช้น้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ 2 ประเภท คือ น้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำ และน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแต่งสีและกลิ่น การทดลองในห้องปฏิบัติการได้ใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ร่วมกับสารอาหาร (ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต) และสารปรับสภาพ (โซเดียมไบคาร์บอเนต) ผลการศึกษาพบว่าการใช้เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหาร และสารปรับสภาพ อัตราส่วน 1:1:1 สามารถย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพได้ดี ในช่วงความเป็นกรด-ด่างที่ 2.3-3.2 วิธีการเติมจุลินทรีย์สามารถเติมในลักษณะของจุลินทรีย์ผงโดยไม่ต้องละลายน้ำ ปริมาณจุลินทรีย์มีผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ ปริมาณจุลินทรีย์ที่สามารถบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพได้ดีที่สุด คือ 0.5 กรัม ต่อน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ 1 ลิตร หรือเท่ากับ 0.5:1 (กรัม/ลิตร) การทดสอบประสิทธิภาพของถังหมักแบบกึ่งไร้อากาศ พบว่า ระดับความลึกของน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ ระดับที่สามารถบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพได้ดีที่สุดที่ 80 เซนติเมตรจากผิวหน้า สามารถบำบัดค่าซีโอดีของน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำจาก 144,670 มิลลิกรัม/ลิตร ลงเหลือ 49,330 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพต่ำกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ 8.67 เปอร์เซ็นต์ ประเภทแต่งสีและกลิ่นจาก 148,670 มิลลิกรัม/ลิตร ลงเหลือ 44,670 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพสูงกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ 9.39 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : น้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ น้ำเสีย ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*

1. บทนำ

น้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพจากอุตสาหกรรมน้ำอัดลม หมายถึง น้ำอัดลมที่หมดอายุเสื่อมสภาพจากการแตกตัวของภาชนะบรรจุ ความร้อน หรือมีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด น้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพเหล่านี้เป็นน้ำเสียอย่างหนึ่งของอุตสาหกรรมน้ำอัดลม ส่วนผสมหลักของน้ำอัดลม คือ น้ำน้ำตาล และสารกันบูด (ในน้ำอัดลมบางชนิดที่มีการเติม)

ลักษณะของน้ำเสียที่เกิดจึงเป็นน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีและซีโอดีที่สูงถึงระดับ 100,000 มิลลิกรัม/ลิตร และมีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 2-4

เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยทั่วไปในการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีและซีโอดีสูงจะนิยมแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ เช่น ระบบ UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนนั้นจะได้ผลสุดท้ายเป็นก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจะเกิด

สารประกอบที่มีกลิ่นเหม็น เช่น กรดอินทรีย์และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ความลึกของน้ำในระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนประมาณ 2.5-4.8 เมตร หรือบางที่อาจลึกถึง 6 เมตร (Metcalf and Eddy, 1991) บ่อบำบัดน้ำเสียที่มีการย่อยสลายทั้งแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจนต้องอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ประเภทกึ่งใช้อากาศ (Facultative Anaerobic Microorganism) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในอุตสาหกรรมหมัก เช่น ไวน์ สาโท ซี้ว เต้าเจี้ยว นั้นมีจุลินทรีย์กลุ่มหนึ่งที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี โดยที่สภาวะของถังหมักนั้นมีความเป็นกรดที่สูงด้วย จุลินทรีย์ที่โดดเด่นในกลุ่มอุตสาหกรรมหมักเหล่านี้ ได้แก่ ยีสต์ และกลุ่มแลคติกแอซิด แบคทีเรีย (Lactic Acid Bacteria) ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพทั่วไปทั้งแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน คือ 1) จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สามารถอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนชั่วคราวหรือต้องการออกซิเจนน้อย (Facultative Anaerobe) ทำให้ไม่ต้องการเติมอากาศในกระบวนการหมักดังจะเห็นได้จากกระบวนการหมักซี้ว เต้าเจี้ยว ทำให้ประหยัดพลังงาน 2) จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สามารถทนต่อสารปฏิชีวนะและสารทำความสะอาดได้ดี 3) จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สามารถทนต่อความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำมากได้ดี 4) จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาวะต่าง ๆ ได้ดี (สมใจ, 2537)

ผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดในการนำจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้มาใช้ในการบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ โดยได้ทำการทดลองความเป็นไปได้ในห้องปฏิบัติการคล้ายกระบวนการหมักไวน์และพบว่าสามารถลดค่าบีโอดีและซีโอดี ลงได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ในเวลา 3 วัน จากรายงานของ Nishihara Environmental Sanitation Research Corporation Ltd. (2003) ซึ่งได้ใช้ยีสต์ในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงในอุตสาหกรรมอาหาร ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) และสามารถลดค่าบีโอดีของน้ำเสียได้ 90-95 เปอร์เซ็นต์ และเนื่องจากปริมาณน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพสามารถเก็บกักได้และมีปริมาณ

ที่ไม่แน่นอน ผู้วิจัยจึงออกแบบถังบำบัดน้ำเสื่อมในลักษณะถังหมักต้นแบบ อาศัยหลักการหมักที่คล้ายกับถังหมักไวน์ โดยการหมักแบบกึ่งไร้อากาศแบบไม่ต่อเนื่องย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์เฉพาะที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจนรวมทั้งสามารถทนต่อสภาพความเป็นกรดได้เป็นอย่างดี เพื่อลดค่าบีโอดีและซีโอดีตลอดจนค่าอื่น ๆ ของน้ำเสียให้ต่ำลงจนสามารถส่งน้ำเสียนี้ต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบไม่ใช้ออกซิเจนของโรงงานให้ทำงานต่อเนื่องต่อไป

2. วิธีการทดลอง

ข้อกำหนด

น้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ หรือน้ำเสื่อม หมายถึง น้ำอัดลมที่เสื่อมคุณภาพและยังไม่ผ่านกระบวนการบำบัดใด ๆ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เป็นน้ำเสียที่เกิดเนื่องจากการหมดอายุ เสื่อมสภาพจากความร้อน การแตกตัวของภาชนะบรรจุ หรือมีคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ น้ำอัดลมประเภทน้ำดำ และน้ำอัดลมประเภทแต่งสีและกลิ่น

สารอาหาร หมายถึง ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (Diammonium Phosphate)

สารปรับสภาพ หมายถึง โซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate)

ก่อนทำการศึกษาทดลองได้ทำการทดสอบเบื้องต้นโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีขายในท้องตลาด เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* และลูกแป้ง ทำการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ พบว่า ยีสต์ *S. cerevisiae* มีศักยภาพในการลดค่าซีโอดี ของน้ำเสื่อมสูงสุดที่ 7 วัน หลังการย่อยสลาย การทดลองส่วนใหญ่จึงสิ้นสุดที่ 7 วัน

การทดลองที่ 1 การทดสอบจุลินทรีย์และปัจจัยที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ

การทดสอบประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง ได้แก่ 1) ตัวควบคุม (ไม่เติมสิ่งใด) 2) *S. cerevisiae* และสารอาหาร อัตราส่วน 1:1 3) *S. cerevisiae* และสารปรับสภาพ อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก 4) *S. cerevisiae*

ร่วมกับสารอาหารและสารปรับสภาพ อัตราส่วน 1:1:1

5) ลูกแบ่ง ร่วมกับสารอาหาร และสารปรับสภาพ อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก นำสิ่งทดลองที่ 2-5 เติมลงในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ โดยตัวควบคุมไม่เติมสิ่งใด แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด คือ น้ำอัดลมประเภทน้ำดำและน้ำอัดลมประเภทแต่งสีและกลิ่น ทำการหมัก และวิเคราะห์ค่าซีโอดีในทุก ๆ วันเป็นระยะเวลา 7 วัน

การทดลองที่ 2 การทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ

จากการทดลองที่ 1 พบว่าเชื้อ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหารและสารปรับสภาพ อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก มีประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีได้ดีที่สุด จึงนำมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพทั้ง 2 ประเภท โดยทดสอบที่ปริมาณ 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 กรัม/ลิตร ทำการหมักและวิเคราะห์ค่าซีโอดีในทุก ๆ วันเป็นระยะเวลา 7 วัน

การทดลองที่ 3 การทดสอบระยะเวลาการหมักที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยจุลินทรีย์

นำยีสต์ *S. cerevisiae* ที่เติมสารอาหาร และสารปรับสภาพ ในอัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 0.5 กรัม/ลิตร มาศึกษาระยะเวลาการหมักที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพที่เวลา 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 และ 12 วัน ทำการหมักและวิเคราะห์ค่าซีโอดีในทุก ๆ วันเป็นระยะเวลา 12 วัน

การทดลองที่ 4 การทดสอบระยะเวลาให้อากาศในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยจุลินทรีย์

การทดลองประกอบไปด้วย 5 สิ่งทดลอง คือ ระยะเวลาที่เติมอากาศ ที่ 1:00 1:30 2:30 และ 3:00 ชั่วโมง และไม่เติมอากาศ โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* ที่เติมสารอาหาร และสารปรับสภาพ อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 0.5 กรัม/ลิตร ในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพทั้ง 2 ประเภท ทำการหมักและวิเคราะห์ค่าซีโอดีในทุก ๆ วันเป็นระยะเวลา 7 วัน

การทดลองที่ 5 การทดสอบความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยจุลินทรีย์

การทดลองประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง คือ ที่ความเป็นกรด-ด่าง 4 5 6 7 และ ไม่มีการปรับความเป็นกรด-ด่าง เป็นตัวควบคุม (มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 2.8) โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหาร และสารปรับสภาพ ในอัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 0.5 กรัม/ลิตร ทำการปรับความเป็นกรด-ด่างด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 6 นอร์มัล ให้ความเป็นกรด-ด่าง 4 5 6 และ 7 ตามลำดับ ทำการหมักเป็นระยะเวลา 7 วัน และหาค่าซีโอดีในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพถึงบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยวิธีการหมักแบบกึ่งไร้อากาศ

การทดสอบประสิทธิภาพถึงบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยวิธีการหมักแบบกึ่งไร้อากาศที่ระดับความลึกของน้ำ 106.4 เซนติเมตรจากผิวน้ำ

นำยีสต์ *S. cerevisiae* ที่เติมสารอาหาร และสารปรับสภาพ ในอัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 0.5 กรัม/ลิตร มาทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยถึงหมักแบบกึ่งไร้อากาศ ที่ระดับความลึกของน้ำ 106.4 เซนติเมตรจากผิวน้ำ ปริมาณน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพเท่ากับ 150 ลิตร ในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพทั้ง 2 ประเภท ทำการหมักและวิเคราะห์ค่าซีโอดีในทุก ๆ วัน เป็นระยะเวลา 7 วัน

การทดสอบประสิทธิภาพถึงหมักน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยวิธีการหมักแบบกึ่งไร้อากาศที่ระดับความลึกของน้ำ 80 เซนติเมตรจากผิวน้ำ

นำยีสต์ *S. cerevisiae* ที่เติมสารอาหาร และสารปรับสภาพ ในอัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 0.5 กรัม/ลิตร นำมาทดสอบประสิทธิภาพถึงบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยวิธีการหมักแบบกึ่งไร้อากาศ ที่ระดับความลึกของน้ำ 80 เซนติเมตรจากผิวน้ำ ปริมาณน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพเท่ากับ 100 ลิตร ทำการทดสอบในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพทั้ง 2 ประเภท ทำการ

หมักและวิเคราะห์ค่าซีโอดีในทุกๆ วัน เป็นระยะเวลา 7 วัน

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

การทดลองที่ 1 การทดสอบจุลินทรีย์และปัจจัยที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ

ในสิ่งทดลองที่ประกอบด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* น้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพจะมีฟองอากาศเกิดขึ้นมากและเกิดตะกอนลอยที่ผิวหน้า ในขวดที่เติมลูกเบ็งจะเกิดฟองอากาศค่อนข้างน้อย ในสิ่งทดลองควบคุมไม่พบฟองอากาศ ความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วงระหว่าง 2.3-3.2 อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 25.3 องศาเซลเซียส ของแข็งละลายน้ำโดยเฉลี่ยเท่ากับ 268.1 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและ 267.8 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแต่งสีและกลิ่น

ผลการบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแต่งสีและกลิ่น มีค่าซีโอดีเริ่มต้นเท่ากับ 167,000 และ 148,000 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า ปริมาณซีโอดีจะลดลงใน ทุก ๆ สิ่งทดลองโดยสิ่งทดลอง ที่ประกอบด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหาร และสารปรับสภาพ จะมีปริมาณซีโอดีลดลงสูงสุด โดยในวันที่ 7 หลังการหมักมีค่าซีโอดี 36,000 และ 52,000 มิลลิกรัม/ลิตร คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดซีโอดี 78.44 และ 64.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 1 และ 2)

การทดลองที่ 2 การทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ซีโอดี พบว่า น้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและแต่งสีและกลิ่นที่เติม *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหาร และสารปรับสภาพ อัตราส่วน 1:1:1 ที่ปริมาณ 1.00 กรัม/ลิตร ที่มีค่าซีโอดีเริ่มต้นเท่ากับ 146,000 และ 148,000 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถลดค่าซีโอดีได้สูงสุดที่ 7 วันหลังการหมักโดยมีค่าซีโอดีเท่ากับ 44,000 และ 42,000 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ มีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี 69.86 และ

71.62 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมาคือที่ปริมาณ 0.50 กรัม/ลิตร มีค่าซีโอดีที่ 7 วันหลังการหมัก 48,000 และ 44,000 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ มีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี 67.12 และ 70.27 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 3 และ 4)

การทดลองที่ 3 การทดสอบระยะเวลาการหมักที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์ซีโอดี พบว่า การเติม *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหาร และสารปรับสภาพ อัตราส่วน 1:1:1 โดยน้ำหนัก ที่ปริมาณ 0.5 กรัม/ลิตร ในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและประเภทแต่งสีและกลิ่น มีค่าซีโอดีเริ่มต้นเท่ากับ 146,000 และ 156,000 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ระยะเวลา 7 วัน จุลินทรีย์สามารถกำจัดซีโอดีได้ดีที่สุด คือ 44,000 และ 48,000 มิลลิกรัม/ลิตร ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี 69.86 และ 69.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

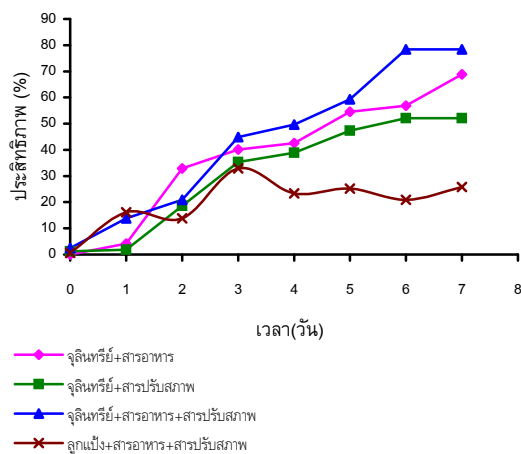
การทดลองที่ 4 การทดสอบระยะเวลาให้อากาศที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์ซีโอดี พบว่า การให้อากาศที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที สามารถกำจัดซีโอดีในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและประเภทแต่งสีและกลิ่นได้ดีที่สุด ค่าซีโอดีเริ่มต้นเท่ากับ 176,000 และ 168,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี เท่ากับ 75.00 และ 73.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่ไม่เติมอากาศมีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดี เท่ากับ 73.86 และ 71.40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากผลการบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแต่งสีและกลิ่น แสดงว่าการไม่เติมอากาศให้ผลใกล้เคียงกับการเติมอากาศที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที (ภาพที่ 6)

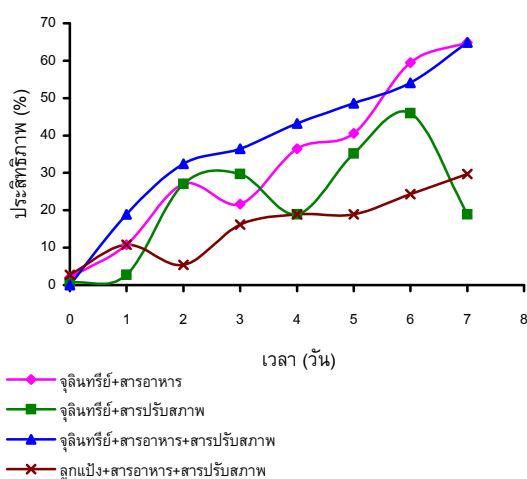
การทดลองที่ 5 การทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์ซีโอดี พบว่า น้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำค่าซีโอดีเริ่มต้นเท่ากับ 148,000 ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 2.8 (ไม่ปรับค่าความเป็นกรด-

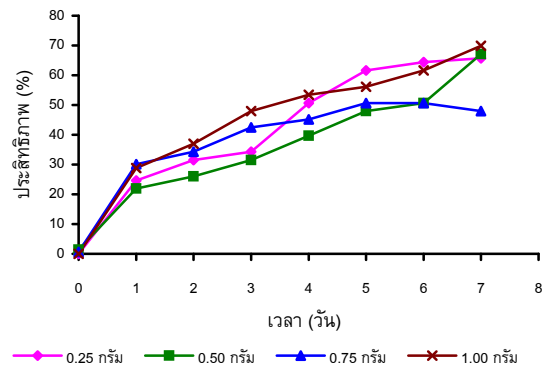
ต่าง) และที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 5 และ 6 มีค่าซีโอดีที่ 7 วันหลังการย่อยสลายที่ 52,000 56,000 และ 60,000 มิลลิกรัม/ลิตร หรือมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี เท่ากับ 64.90 62.20 และ 59.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแต่งสีและกลิ่นที่มีค่า ซีโอดีเริ่มต้น 152,000 มิลลิกรัม/ลิตร การบำบัดค่าซีโอดี ที่ดีที่สุดคือที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 2.8 (ไม่ปรับค่า) และ ที่ 5 และ 6 โดยมีค่าซีโอดีที่ 7 วันหลังการหมักเท่ากับ 56,000 มิลลิกรัม/ลิตรเท่ากัน หรือมีประสิทธิภาพในการ บำบัดค่าซีโอดีเท่ากับ 63.20 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 3 ค่า



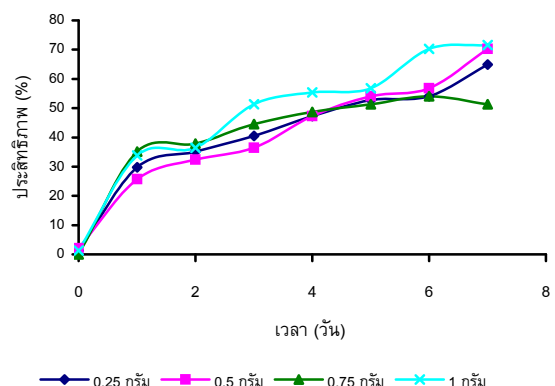
ภาพที่ 1 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีโดยจุลินทรีย์ และปัจจัยต่างๆ ในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ ประเภทน้ำดำ



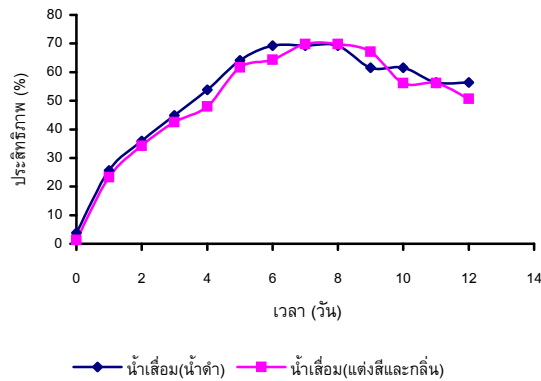
ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีโดยจุลินทรีย์ และปัจจัยต่าง ๆ ในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแต่งสีและกลิ่น



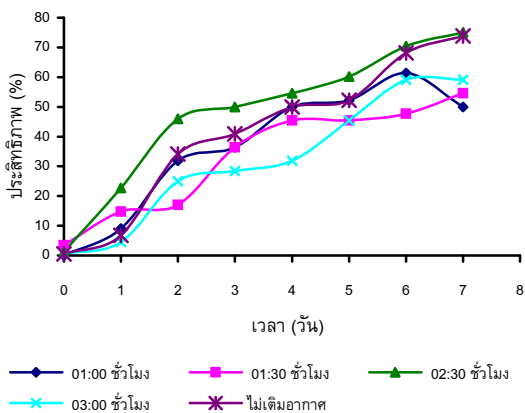
ภาพที่ 3 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีโดยจุลินทรีย์ ที่ปริมาณต่าง ๆ ในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำ



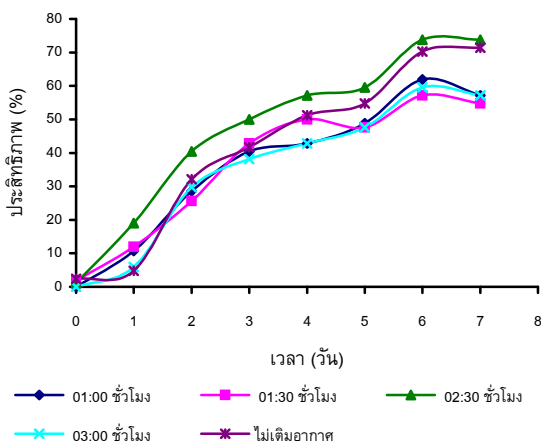
ภาพที่ 4 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีโดยจุลินทรีย์ ที่ปริมาณต่าง ๆ ในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแต่งสีและกลิ่น



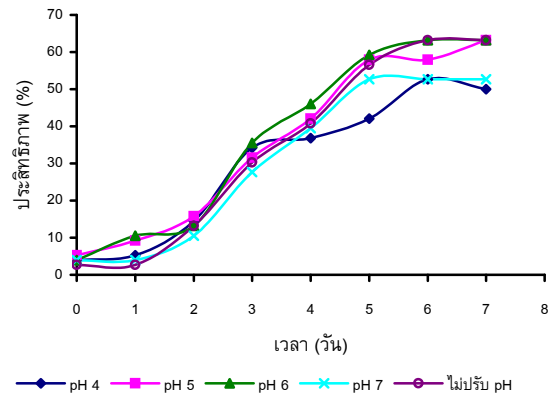
ภาพที่ 5 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีโดยจุลินทรีย์ ที่เวลาต่าง ๆ ในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ ประเภทน้ำดื่มและประเภทแตงสีและกลิ่น



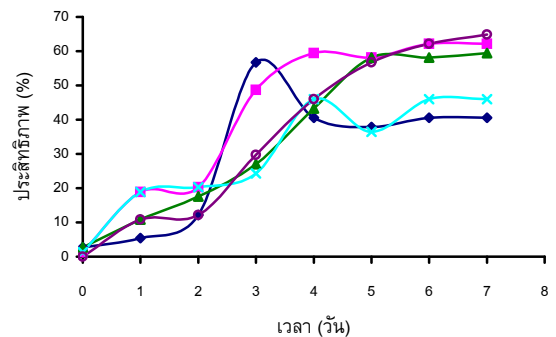
ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีโดยจุลินทรีย์ ที่ระยะเวลาเติมอากาศต่าง ๆ ในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดื่ม



ภาพที่ 7 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีโดยจุลินทรีย์ ที่ระยะเวลาเติมอากาศต่าง ๆ ในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแตงสีและกลิ่น



ภาพที่ 8 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีโดย จุลินทรีย์ ที่ความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ ในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดื่ม



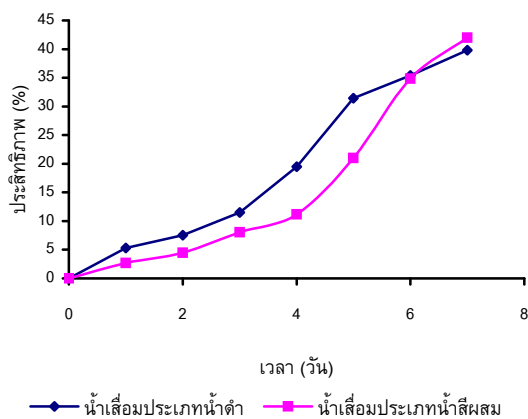
ภาพที่ 9 ประสิทธิภาพในการลดค่าซีโอดีโดย จุลินทรีย์ ที่ความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ ในการย่อยสลายน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแตงสีและกลิ่น

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพถังบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพโดยวิธีการหมักแบบกึ่งไร้อากาศ

การทดสอบประสิทธิภาพถังบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ ที่ระดับความลึก 106.4 เซนติเมตร จากผิวหน้า

จากการสังเกตและการวิเคราะห์พบว่า มีฟองอากาศขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ และมีตะกอนสีขาวขุ่นที่ผิวน้ำ ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมง ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 2.7-3.2 ของแข็งละลายน้ำ ณ จุดเก็บตะกอนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดื่ม และ 7,058 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ

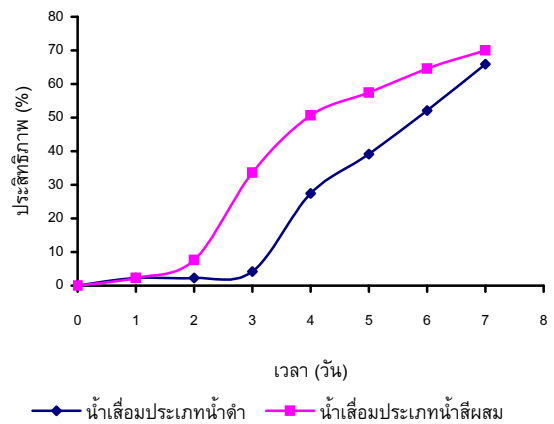
ประเภทแต่งสีและกลิ่น ซีโอดีมีค่าเท่ากับ 150,670 และ 149,330 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี มีค่าเท่ากับ 39.82 และ 41.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพที่ 10 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำอัตรลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและประเภทแต่งสีและกลิ่น โดยวิธีการหมักแบบกึ่งไร้อากาศ ที่ระดับความลึก 106.4 เซนติเมตร จากผิวน้ำ

การทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำอัตรลมเสื่อมคุณภาพที่ ระดับความลึก 80 เซนติเมตร จากผิวน้ำ

จากการสังเกตและการวิเคราะห์ พบว่า น้ำเสื้อมีฟองอากาศขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ และมีตะกอนลักษณะคล้ายครีมสีน้ำตาลที่ผิวน้ำ ที่ระยะเวลาการหมัก 24 ชั่วโมงเป็นต้นไป และต้องทำการตักฟองสีน้ำตาลออกทุก 2 วัน สภาพความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 2.7-3.0 ปริมาณของแข็งละลายน้ำ ณ จุดเก็บตะกอนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7,120 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำอัตรลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำ และ 7,050 มิลลิกรัม/ลิตร ในน้ำอัตรลมเสื่อมคุณภาพประเภทแต่งสีและกลิ่น ปริมาณซีโอดีก่อนทำการหมัก มีค่าเท่ากับ 144,670 และ 148,670 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีมีค่าเท่ากับ 65.90 และ 69.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



ภาพที่ 11 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำอัตรลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและประเภทแต่งสีและกลิ่น โดยวิธีการหมักแบบกึ่งไร้อากาศที่ระดับความลึก 80 เซนติเมตร จากผิวน้ำ

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหารและสารปรับสภาพอัตราส่วน 1 :1:1 สามารถบำบัดน้ำอัตรลมเสื่อมคุณภาพทั้งประเภทน้ำดำและประเภทแต่งสีและกลิ่นดีกว่าการใช้ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารปรับสภาพหรือ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหาร และลูกแบ่งร่วมกับสารอาหารและสารปรับสภาพ โดยสามารถลดค่าซีโอดีของน้ำอัตรลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและประเภทแต่งสีและกลิ่นจาก 167,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงเหลือ 36,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 148,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงเหลือ 52,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะเวลา 7 วัน
2. ส่วนผสมของ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหารและสารปรับสภาพที่อัตราส่วน 1 : 1: 1 ที่ปริมาณ 1.0 และ 0.5 กรัมต่อน้ำอัตรลมเสื่อมคุณภาพ 1 ลิตร ทั้งในน้ำอัตรลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและ

- ประเภทแต่งสีและกลิ่น สามารถลดค่าซีโอดีของน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำจาก 146,000 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็น 44,000 และ 48,000 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทแต่งสีและกลิ่นจาก 148,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 42,000 และ 44,000 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ
3. ที่ระยะเวลา 7 วัน เชื้อ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหารและสารปรับสภาพอัตราส่วน 1:1:1 สามารถบำบัดซีโอดีของน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพทั้งประเภทน้ำดำและประเภทแต่งสีและกลิ่นได้ดีที่สุดโดยค่าซีโอดีจะลดลงเรื่อยๆ จากวันที่ 1 ถึง 7 หลังการหมักโดยมีค่าซีโอดีลดลงสูงสุดในวันที่ 7 หลังการหมัก และหลังจากวันที่ 7 ค่า ซีโอดีจะคงที่ 1-2 วัน หลังจากนั้นค่าซีโอดีจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นอีกครั้ง
 4. การปรับความเป็นกรด-ด่างของน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพให้อยู่ในช่วง 4 5 6 และ 7 ไม่มีผลต่อการบำบัดซีโอดีของเชื้อ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหารและสารปรับสภาพอัตราส่วน 1:1:1 ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 2.3-3.2 ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ
 5. การเติมอากาศให้เชื้อ *S. cerevisiae* ร่วมกับสารอาหารและสารปรับสภาพอัตราส่วน 1:1:1 ในน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพที่ระยะเวลา 0-3 ชั่วโมง แล้วหมักต่อโดยไม่เติมอากาศไม่ต่างกับไม่เติมอากาศในการลดปริมาณซีโอดี
 6. ระดับความลึกของน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพในถังมีผลต่อประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพ ที่ระดับความลึก 80 เซนติเมตรจากผิวน้ำ สามารถบำบัดซีโอดีได้ดีกว่าที่ระดับความลึก 106.4 เซนติเมตรจากผิวน้ำ โดยมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและประเภทแต่งสีและกลิ่นมีค่าเท่ากับ 39.82 และ 41.8-96 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 106.4 เซนติเมตร และ 65.90 และ 69.96 เปอร์เซ็นต์ที่ระดับความลึก 80 เซนติเมตรจากผิวน้ำตามลำดับ

7. ถังหมักแบบถึงไร้อากาศสามารถบำบัดซีโอดีของน้ำอัดลมเสื่อมคุณภาพประเภทน้ำดำและประเภทแต่งสีและกลิ่น โดยมีประสิทธิภาพ 65.90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ 8.67 เปอร์เซ็นต์ และ 69.96 เปอร์เซ็นต์ซึ่งสูงกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ 9.39 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการทำโครงงานวิศวกรรมครั้งนี้สามารถสำเร็จลงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร เจนคุณาวุฒิ ที่ปรึกษาโครงงานวิศวกรรม

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายอุตสาหกรรม ภายใต้โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ประจำปี 2547 และบริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด สาขารังสิต ในการสนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- สมใจ ศิริโชค. 2537. เทคโนโลยีการหมัก. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, กรุงเทพฯ. 243 น.
- Metcelf, R.L. and I.C., Eddy. 1991. Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse. 3rd ed., McGraw-Hill, Inc., New York. 1334 p.
- Nishihara Environmental Sanitation Research Corporation, Ltd. 2003. Yeast Treatment for high Organic Concentration Wastewater from Food Processing. The 3rd Forum on Environmental Technology, 6 March 2003. The Japan Society of Industrial Manufacture (JSIM) Ministry, Thailand (MOI). 88 p.

