ประสิทธิภาพของ *Pseudomonas* sp. และ *Yarrowia lipolytica* ในการกำจัดไขมันในน้ำเสียร้านหมูกะทะ

Efficiency of *Pseudomonas* sp. and *Yarrowia lipolytica* to Remove Fat from Barbecue Pork Restaurant Waste Water

เจษฎา ชาญศิริรัตนา[1*], ประชุมพร เลาห์ประเสริฐ[2], วันวิสาข์ ศิริวัฒนเมธานนท์[3]
Jetsada Chansirirattana[1*], Prachumporn Lauprasert[2], Wanwisa Siriwattanametanon[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อประสิทธิภาพของ *Pseudomonas* sp. และ *Yarrowia lipolytica* ในการย่อยสลายไขมัน ในน้ำเสียจากบ่อดักไขมันร้านหมูกระทะในจังหวัดมหาสารคาม โดยศึกษา *Pseudomonas* sp. และ*Yarrowia lipolytica* ที่ระดับความเข้มข้น 1%v/v และ 2 %v/v ในระยะเวลา วันที่ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน นำน้ำเสียมาตรวจวัด ความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) ความหนาของชั้นไขมัน ปริมาณเอนไซม์ไลเปส ค่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) ค่า Dissolve Oxygen (DO) และ ค่า Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) ผลการทดลองการบำบัดน้ำเสียครบ 5 วัน ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า การใช้ *Pseudomonas* sp. 1% และ *Y. lipolytica* 1% ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH มากที่สุด (p<0.05) *Y. lipolytica* 2% ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงค่า SS มากที่สุด (p<0.05) *Pseudomonas* sp. 1% มีการเปลี่ยนแปลงค่า ปริมาณไขมัน มากที่สุด (p<0.05) *Pseudomonas* sp. 2% มีการเปลี่ยนแปลงค่า ปริมาณไลเปส มากที่สุด (p<0.05) *Pseudomonas* sp. 2% มีการเปลี่ยนแปลงค่า BOD น้อยที่สุด (p<0.05) *Pseudomonas* sp. 2% มีการเปลี่ยนแปลงค่า DO มากที่สุด (p<0.05) และ *Pseudomonas* sp. 2% มีการเปลี่ยนแปลงค่า TKN มากที่สุด (p<0.05) จากการศึกษาครั้งนี้ สรุปว่า *Pseudomonas* sp. และ *Yarrowia lipolytica* มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อดักไขมันจากร้านหมูกระทะได้

คำสำคัญ : *Pseudomonas* sp. *Yarrowia lipolytica* การบำบัดน้ำเสีย

Abstract

This research aimed to compare the efficiency of *Pseudomonas* sp. and *Yarrowia lipolytica* for the digestion of fat from waste water of barbecue pork restaurant in Maha Sarakham province. The treatment consisted of *Pseudomonas* sp. and *Yarrowia lipolytica* at 1% v/v and 2% v/v under the conditions of treatment times of 0, 1, 2, 3, 4 and 5 days. Seven parameters of dependent variables of pH, suspended solid (SS), the thickness layer of fat (lipid), enzyme lipase, BOD, DO and TKN were determinded. The experimental results indicated that The great pH removals were found in 1% *Pseudomonas* sp. and 2% *Yarrowia lipolytica* treatment (p<0.05). The great SS value removal was found in 2% *Yarrowia lipolytica* treatment (p<0.05). The great lipid content removal was found in 1% *Pseudomonas* sp (p<0.05). The great lipase activity removal was found in 2% *Pseudomonas* sp (p<0.05). The great decrease in the BOD value was found in 2% *Pseudomonas* sp (p<0.05). The great DO removal was found in 2% *Pseudomonas* sp (p<0.05). The great TKN removal was found in 2% *Pseudomonas* sp (p<0.05). In conclusion, *Yarrowia lipolytica* and *Pseudomonas* sp. have wastewater improvement capacity in barbecue pork restaurant waste water.

Keywords: *Pseudomonas* sp., *Yarrowia lipolytica*, Wastewater treatment.

---

[1] *นิสิต ส.ม.สาธารณสุขศาสตร์, [2]อาจารย์, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*

[3] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150*

[1] *M.Ph candidate(Public health), [2]Lecturer, The Faculty of Public Health, Mahasarakham University*

[3] *Asst. Prof., The Faculty of Science, Mahasarakham University, Kantarawichai, Mahasarakham 44150*

** Corresponding author: JetsadaChansirirattana, The Faculty of Public Health, Mahasarakham University, Kantarawichai, Mahasarakham 44150, chansiri.tu@windowslive.com*

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากประเทศไทยได้มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ประชากรในประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ขาดแคลนระบบการควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้นส่งผลให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมลง โดยเฉพาะปัญหาด้านน้ำเสียถือว่าเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่ง การกำจัดน้ำมันและไขมันที่ปนเปื้อนในน้ำเสียนั้นทำได้หลายวิธี วิธีทางกายภาพ เช่น การใช้ถังดักไขมัน การเป่าฟองอากาศ หรือการทำให้ลอย การเพิ่มอุณหภูมิ การกวาด เป็นต้น วิธีทางเคมีโดยการเติมสารเคมี เช่น การเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ การเติมคลอรีนโดยทั่วไปแล้วจะใส่คลอรีนประมาณ 2-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็เพียงพอที่จะกำจัดไขมันออกจากน้ำเสีย หรืออาจจะใช้การเติมคลอรีนรวมกันการเป่าอากาศจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น วิธีการทางชีวภาพโดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายน้ำมันและไขมันได้ ได้แก่ การใช้จุลินทรีย์ในลักษณะเซลล์อิสระหรือเอนไซม์จากจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำมันและไขมัน จุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรีย ยีสต์ และรา[1]

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในโรงงานผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่จะใช้ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ (biological treatment) เป็นระบบที่ใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารที่ปนเปื้อนในน้ำเสียทำให้ปริมาณสารต่าง ๆ ลดน้อยลง แต่บางครั้งการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยจุลินทรีย์ในน้ำเสียเพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำเสียมีสารอินทรีย์หลายชนิด แต่การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความจำเพาะต่อสารอินทรีย์แตกต่างกัน ดังนั้นหากมีการเพิ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายสารอินทรีย์แต่ละชนิดลงไปน่าจะเป็นวิธีการที่ช่วยส่งเสริมให้ระบบบำบัดน้ำเสียนี้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในโรงงานอาหารที่มีไขมันสูง ตามร้านอาหารต่างๆ ควรมีการติดตั้งบ่อดักไขมันไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ไขมันปนเปื้อนในระบบบำบัดน้ำเสียมากเกินไป ซึ่งหากไขมันมีปริมาณมากจะก่อให้เกิดปัญหาในระบบบำบัดดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ดังนั้นวิธีการใช้บ่อดักไขมันจึงเป็นหนทางหนึ่งที่ช่วยให้ระบบบำบัดมีประสิทธิภาพสูงขึ้น แต่ปัญหาที่ตามมาก็คือ ไขมันและน้ำมันจากบ่อดักไขมันจะมีวิธีการกำจัดอย่างไรหากมีการใช้จุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปส (lipase) มาช่วยในการย่อยสลายไขมันที่มีอยู่ในน้ำเสียก็จะเป็นการลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมได้[2] เอนไซม์ไลเปสเป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถใน การเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายโมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ได้กลีเซอรอล (glycerol) และกรดไขมัน (fatty acid) เอนไซม์ไลเปสจะทำปฏิกิริยาดังกล่าวได้ดีเมื่อไตรกลีเซอไรด์อยู่ในสภาพที่ไม่ละลายน้ำ (water insoluble substrate) หรือบริเวณที่มีการสัมผัสของน้ำและน้ำมัน (oil-water interface)[3,4]

น้ำเสียจากโรงครัวร้านหมูกะทะ จากการสำรวจภายในเขตเทศบาล จังหวัดมหาสารคาม การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย มาตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ร้านโดยพบว่า มีส่วนผสมของน้ำมันและไขมัน มีลักษณะขาวขุ่น มีตะกอนไขมันจับตัวกันเป็นก้อนและมีกลิ่นเหม็น ส่วนใหญ่เป็นน้ำจากการประกอบอาหาร ซึ่งยากต่อการกำจัดและย่อยสลาย ดังนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบคทีเรียและเชื้อรา ในการกำจัดไขมันในน้ำเสียด้วยกระบวนการทางชีววิทยา (biological process) เป็นการอาศัยหลักการใช้จุลินทรีย์ต่างๆ มาทำการย่อยสลายอินทรีย์สารไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนียทำการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดที่สภาวะและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น จำนวนเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเริ่มต้น ระยะเวลาการบำบัดที่เหมาะสมในการลดปริมาณน้ำมันและไขมัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ประยุกต์ใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ *Pseudomonas* sp. และ *Yarrowia lipolytica* ในการกำจัดไขมันในน้ำเสีย โดยศึกษาจากค่า pH, ปริมาณ SS , ปริมาณไขมัน, ปริมาณเอนไซม์ไลเปส,ค่า BOD, ค่า DO , ค่า TKN

วิธีการวิจัย

ตัวอย่างน้ำเสียปริมาตร 45 ลิตร จากนั้นเก็บตัวอย่างใส่ภาชนะโหลแก้วขนาดความจุ 5 ลิตร จำนวน 15 ใบๆ ละ 3 ลิตร กลุ่มที่ 1 น้ำเสียที่ไม่เติมจุลินทรีย์ กลุ่มที่ 2 เติม *Pseudomonas* sp. ความเข้มข้น 1 %v/v กลุ่มที่ 3 เติม *Pseudomonas* sp. ความเข้มข้น 2%v/v กลุ่มที่ 4 เติม *Yarrowia lipolytica* ความเข้มข้น 1 %v/v และ กลุ่มที่ 5 เติม *Yarrowia lipolytica* ความเข้มข้น 2 %v/v กลุ่มละ 3 ซ้ำ

1. น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นตัวอย่างน้ำเสียจากร้านหมูกระทะ ใน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
2. วัด pH ด้วยเครื่อง pH meter
3. วัดความหนาของชั้นไขมัน โดยใช้ Vernier Caliper
4. วิเคราะห์หาค่า Suspended Solid (SS) คือ ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่สามารถกรองได้ด้วยกระดาษกรองใยแก้ว

5. วิเคราะห์หาปริมาณ Enzyme lipase โดยการทำ Titration ตามวิธี Hockebornb และ Rick[5]

6. วิเคราะห์หาค่า BOD ตามวิธีของ กรรณิการ์ สิริสิงห์[6]

7. วิเคราะห์หาค่า DO โดยใช้เครื่องวัดค่า DO

8. วิเคราะห์หาค่า TKN ตามวิธีของ คณายศ กริอุณะ[7]

9. การเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูล นำตัวอย่างน้ำเสียในโหลแก้วมาวิเคราะห์หา ค่า pH, ปริมาณ SS, ความหนาของชั้นไขมัน, ปริมาณ Enzyme lipase, BOD , DO, TKN ที่ระยะเวลาที่แตกต่างกัน 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน แล้วทำการบันทึกข้อมูลหาความแตกต่างเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เติมจุลินทรีย์ โดยการหาเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง จากสมการ %removal= [(data at day0 – data at day target)/Data at day0] x100

10. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Independent t-test และ F-test (One-way ANOVA)

ผลการวิจัย

1. ค่าพารามิเตอร์ของน้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย

จากการการนำน้ำเสียใน บ่อดักไขมัน ร้านหมูกระทะ ในอำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่ใช้ในการวิจัย มาทำการตรวจด้วยพารามิเตอร์ต่างๆ ผลแสดงใน Table 1 ซึ่งไม่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษ[8] ในบางพารามิเตอร์ เช่น ค่าSuspended Solid (SS) ไม่ควรเกิน 50 mg/l และ ค่า BOD ไม่ควรเกิน 20 หรือ ไม่ควรเกิน 60 mg/l เป็นต้น

Table 1 The parameters of sample waste water

Parameters	Mean ± SD
pH	7.64 ± 0.31
Suspended Solid (mg/l)	72.21 ± 1.80
Thickness of the fat layer (mm)	0.72 ± 0.01
Enzyme lipase (unit/ml)	7.91 ± 1.02
Biochemical Oxygen Demand (mg/l)	122.21 ± 13.04
Dissolved Oxygen (mg/l)	2.59 ± 0.46
Total Kjeldahl Nitrogen (mg/l)	35.99 ± 4.67

2. ผลการทดลองในการบำบัดน้ำเสียด้วยเชื้อจุลินทรีย์ในความเข้มข้นต่าง ๆในวันที่ 1-5

ผลการทดลองการบำบัดน้ำเสียด้วยเชื้อจุลินทรีย์เป็นเวลา 5 วัน ดังแสดงใน Figure 1 และค่าที่วัดได้ในวันที่ 5 เปรียบกับวันที่ 0 แสดงใน Table2 พบว่า *Pseudomonas* sp. 1% และ *Y. lipolytica* 1% มีการเปลี่ยนแปลงค่า pH มากที่สุด (p<0.05) *Y. lipolytica* 2% มีการเปลี่ยนแปลงค่า SS มากที่สุด (p<0.05) *Pseudomonas* sp. 1% มีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณไขมัน มากที่สุด (p<0.05) *Pseudomonas* sp. 2% มีการเปลี่ยนแปลงค่า ปริมาณไลเปส มากที่สุด (p<0.05) *Pseudomonas* sp. 2% มีการเปลี่ยนแปลงค่า BOD น้อยที่สุด (p<0.05) *Pseudomonas* sp.2% มีการเปลี่ยนแปลงค่า DO มากที่สุด (p<0.05) และ *Pseudomonas* sp. 2% มีการเปลี่ยนแปลงค่า TKN มากที่สุด (p<0.05)

อภิปรายผล

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่ากิจกรรมของ *Pseudomonas* sp. มีกิจกรรมมากที่สุดประมาณวันที่ 3 เมื่อพิจารณาจากค่า Suspended Solid และ ค่า Thickness of the fat layer ดังแสดงใน Figure1 B และ C ตามลำดับ จะเห็นว่าในวันที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Irena และคณะ[9] ที่พบว่าในวันที่ 3 มีกิจกรรมของแบคทีเรียมากที่สุด และนอกจากนี้ งานวิจัยของ มยุรี แก้วพิจิตร[2] ที่นำ *Pseudomonas* sp. มากำจัดน้ำเสีย โดยศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ไลเปสในการทดลองบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนไขมันจากครัวเรือน ด้วยเชื้อแบคทีเรีย 2 สกุล โดยใช้เชื้อ *Pseudomonas* sp. และ *Bacillus* sp. เปรียบเทียบกันในรูปเซลล์อิสระและเซลล์ที่ถูกตรึง ที่มีการเขย่าอยู่ตลอดเวลาและไม่มีการเขย่า เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเชื้อ *Pseudomonas* sp. และ *Bacillus* sp. เชื้อแบคทีเรียที่มีผลการย่อยสลายไขมันที่ดีที่สุดคือเชื้อ *Pseudomonas* sp. ที่ถูกตรึง และเซลล์อิสระที่มีการเขย่าอยู่ตลอดเวลา 78.09 และ 64.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการย่อยสลายไขมันทำให้เกิดผลพลอยได้ตามมานั่นคือค่า BOD ที่ลดลงตามไปด้วย เนื่องจากเชื้อ *Pseudomonas* sp. และ *Bacillus* sp. ต่างก็เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนในการหายใจเมื่อถูกบำบัดแบบ

ไม่ให้อากาศทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดไขมันไม่ดีเท่ากับการบำบัดแบบให้อากาศ นอกจากนี้จากการศึกษาของ Mobarak-Qamsari และคณะ[10] ยังพบว่า *Pseudomonas aeruginosa* KM110 ทำให้ค่า COD ของน้ำเสีย ดีขึ้นได้ถึง 90% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hidayat และคณะ[11] ที่พบว่า *Pseudomonas aeruginosa* สามารถลดปริมาณไขมันในน้ำเสียได้ถึง 80.73% และจากการศึกษาของ Benattouche และคณะ[12] พบว่า เมื่อทำการบำบัดน้ำด้วย *Pseudomonas aeruginosa* แล้วนำมาแยกเอนไซม์ไลเปส พบว่า มีเอนไซม์ไลเปส 37 unit ต่อมิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Inkyung และคณะ[13] ที่พบว่า *Pseudomonas* sp. INK1 มีกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสเกิดขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า *Pseudomonas* sp. มีแนวโน้มที่สามารถนำมาบำบัดน้ำเสียได้

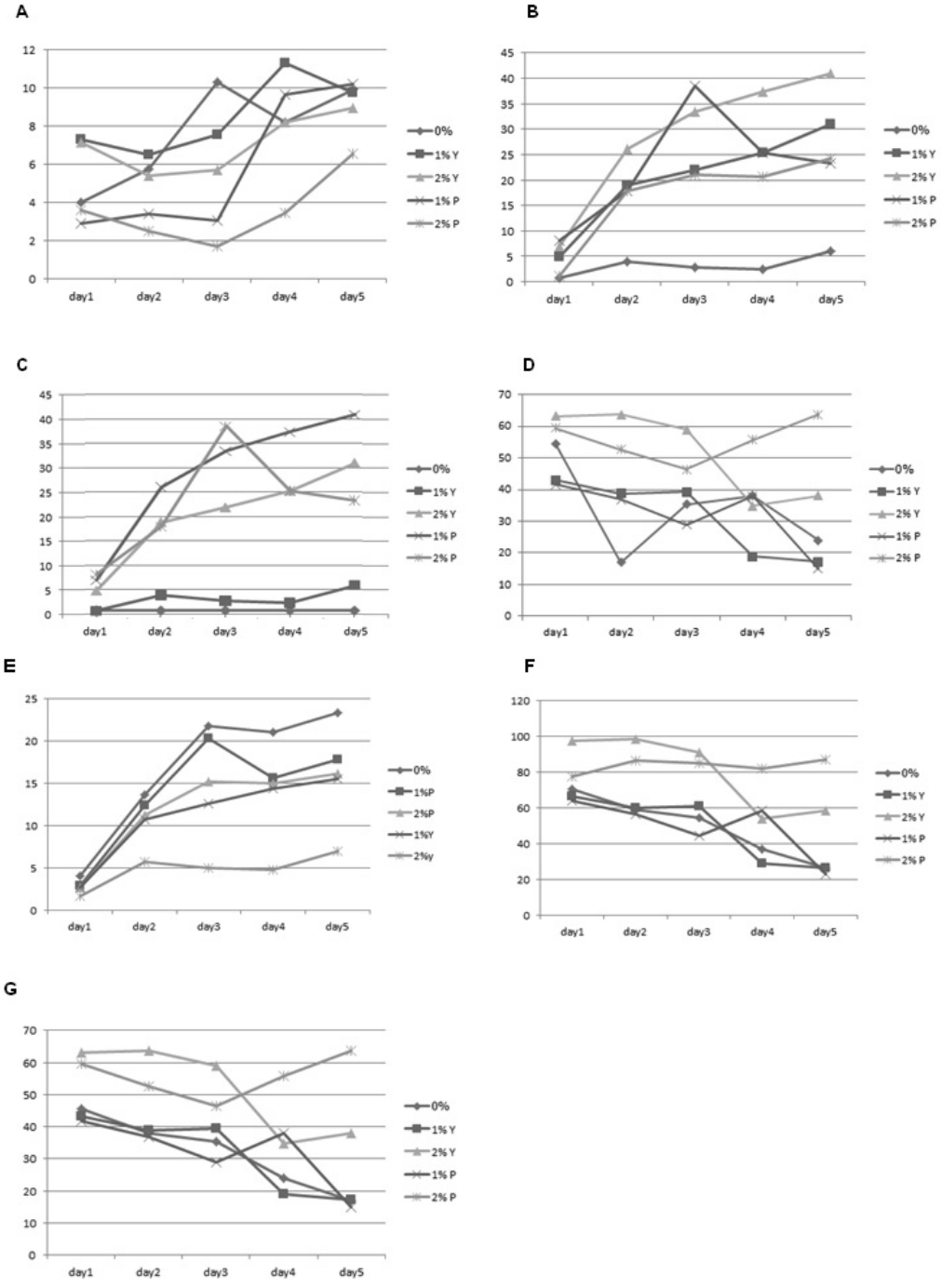

Figure 1 The % removal of waste water treatment at day 1st – day 5th. A:pH, B:SS, C:lipid, D:lipase, E:BOD, F:DO และ G:TKN, 1%Y =1%v/v *Y. lipolytica* , 2%Y =2%v/v *Y. lipolytica* , 1%P =1%v/v *Pseudomonas* sp., 2%P =2%v/v *Pseudomonas* sp.

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่ากิจกรรมของ Y. *lipotica* มีกิจกรรมมากที่สุดประมาณวันที่ 3 - 4 เมื่อพิจารณาจาก ค่า BOD ดังแสดงใน Figure 1 E สอดคล้องกับงานวิจัยของ Araujo และคณะ[14] และนอกจากนี้ ยังพบว่า *Y. lipolytica* มีส่วนช่วยให้พารามิเตอร์ต่างๆที่ศึกษา ดีขึ้น สอดคล้องกับ งานวิจัยของ อิสระ นนธิราช [15] ได้ทำการบำบัดไขมันและน้ำมันในน้ำเสียด้วยกระบวนการ ทางชีววิทยาโดยอาศัยจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์ น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำเสียจริงจากโรงงานอุตสาหกรรมปลากระป๋องซึ่ง มีไขมัน น้ำมัน และโปรตีนเป็นองค์ประกอบ เมื่อทำการทดลองเปรียบเทียบการบำบัดด้วยยีสต์ 3 สายพันธุ์ ที่ผ่านการทดสอบการผลิตเอนไซม์ไลเปสขั้นปฐมภูมิแล้ว ได้แก่ *Candida maltosa*, *Candida tropicalis* และ *Yarrowia lipolytica* โดยการทดลอง ที่อุณหภูมิห้อง ความเร็วรอบในการเขย่า 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดีใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 85, 82 และ 95 ตามลำดับ และประสิทธิภาพการบำบัดไขมันและน้ำมันเท่ากับร้อยละ 53, 51 และ 82 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า *Yarrowia lipolytica* เป็นยีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดไขมันและน้ำมันในน้ำเสีย โดยชีวมวลของยีสต์ที่ได้มีทั้งชนิดและปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นอย่างครบถ้วน ในปริมาณสูงและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าตามมาตรฐานขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) นั่นคือ มีลักษณะสมบัติที่สามารถนำไปใช้เป็นอาหารเสริมประเภทโปรตีนสำหรับสัตว์ได้ เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า *Yarrowia lipolytica* 681 สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปสได้สูงกว่า *Y. lipolytica* 179 *C. rugosa* ATCC 14830 และ *C. utilis* CDBBC245 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับกระบวนการหมักและสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเอนไซม์ไลเปส เช่น ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ อุณหภูมิ พีเอชและสารเหนี่ยวนำ (inducer) เป็นต้น[16]

Yarrowia lipolytica คือ เชื้อยีสต์สายพันธุ์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปส เหมาะสาหรับน้ำเสียที่มี ไขมัน น้ำมัน และโปรตีน ปะปนในระบบส่งผลให้ผล สามารถลดค่า BOD ในระบบบำบัดน้ำเสียให้ลดลงได้ยีสต์ เป็นเชื้อราชนิดหนึ่งที่สามารถจัดการสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยส่วนใหญ่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาวะที่ค่อนข้างเป็นกรดเหมาะสมกับน้ำเสียที่มีปริมาณสารอาหารมาก ซึ่งถ้านำน้ำเสียนี้มาใช้ในระบบแบคทีเรียธรรมดา จะทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียมีขั้นตอนการบำบัดที่ยุ่งยากซับซ้อน การนำยีสต์มาใช้บำบัดน้ำเสียจึงทำให้ มีประสิทธิภาพที่ดี มีค่า BOD สูงๆ ระบบจะเกิดสภาวะที่เป็นกรดอ่อนๆขึ้น จึงทำให้ยีสต์คงอยู่ในสภาวะนี้ได้ดีกว่าแบคทีเรียธรรมดา และยีสต์ก็สามารถใช้แบคทีเรียและสารอินทรีย์หรือพวกกรดอินทรีย์ต่างๆเป็น อาหาร เนื่องจากยีสต์มีขนาดค่อนข้างใหญ่กว่าแบคทีเรียทั่วไป จึงทำให้สามารถย่อยสลายสารอาหารและสะสมไว้ได้มากแบคทีเรียและยังทำให้ลด ปัญหาตะกอนแขวนลอยได้[17]

สำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำให้ *Pseudomonas* sp. และ *Yarrowia lipolytica* ให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่แตกต่างกันนั้น เนื่องจาก จุลชีพทั้งสองชนิดมีปัจจัยที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตต่างกัน โดยกลุ่มแบคทีเรีย *Pseudomonas* sp. จะจะเจริญเติบโตได้ในสภาวะเป็นกรด-ด่างระหว่าง pH 4.5-9.5[18] ส่วนยีสต์จะเจริญได้ดีในสภาวะที่เป็นด่างอ่อนคือ ช่วง pH ระหว่าง 8-9[19] จึงทำให้ได้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม ทั้ง *Pseudomonas* sp. และ *Yarrowia lipolytica* ก็มีแนวโน้มที่สามารถนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณ นายสุรพงศ์ รัตนะ นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตลอดจนผู้ที่มีความเกี่ยวข้อง ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. ขวัญเนตร สมบัติสมภพ และคณะ. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2554; 21 (1) : 72-79.
2. มยุรี แก้วพิจิตร.การเปรียบเทียบเซลล์อิสระกับเซลล์ที่ตรึงโดยใช้ *Pseudomonas* sp. และ *Bacillus* sp. เพื่อบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนไขมัน. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. 2548.
3. Jaeger, K.E., S. Ransac, B.W. Dijkstra, C. Colson, M. van Heuvel and O. Misset. Bacterial lipases. FEMS Microbiol. Rev. 1994; 15: 29-63.
4. Sharma, R., Y. Chisti and U.C. Banerjee. Production, purificaiton, characterization, and applications of lipases. Biotechnol. Adv. 2001;19: 627-662.
5. Hockeborn M., Rick W. Determination of catalytic activity of lipase by the continuous titration method. Journal of clinical chemistry and clinical biochemistry.1982; 20 (11) : 773-85.
6. กรรณิการ์ สิริสิงห์. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการ

วิเคราะห์ . คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, กรุงเทพฯ. 2549.

7. คณายศ กริอุณะ. การศึกษาแนวโน้มคุณภาพน้ำเสีย ของฟาร์มสุกร จากตัวอย่างที่เก็บในจังหวัดเลยระหว่างปี พ.ศ. 2550 - 2554. สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเลยสืบค้นจาก http://pvloloe.dld.go.th/now/images/paper/research/paper_Kanayot02.pdf
8. กรมควบคุมมลพิษ. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำ. กรุงเทพฯ,กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม, 2542.
9. Irena K.I., Alessandra B., Moira P., Craig W., Francois S., George A.O.T., and Roger C. Levesque *In Vivo* Growth of *Pseudomonas aeruginosa* Strains PAO1 and PA14 and the Hypervirulent Strain LESB58 in a Rat Model of Chronic Lung Infection. Journal of Bacteriology.1998; 190(8): 2804–2813.
10. Mobarak-Qamsari, E., Kasra-Kermanshahi, R .Nosrati, M. and Amani, T. Enzymatic Pre-Hydrolysis of high fat Content Dairy Wastewater as a Pretreatment for Anaerobic Digestion. International Journal of Environmental Research.2012; 6(2):475-480.
11. Hidayat N. and Chandra L.N. Selection of *Pseudomonas* sp. for Lipid and Detergent Degradation. Agroindustrial Journal 2014; 3 (1): 121-124.
12. Benattouche Z., Abbouni B. and Bachir RG., Production, optimization and purification of lipase from *Pseudomonas aeruginosa* . African Journal of Microbiology Research 1999; 6(20), 4417-4423.
13. Inkyung P. and Jaiesoon C., Extracellular lipase of the antarctic bacterial isolate, *Pseudomonas* sp. INK1 as a potential tool for improving the flavor quality of dairy products. African Journal of Agricultural Research 2012; 7(16); 2502-2508.
14. Araujo, C., Aguedo, M., Gomes, N., Teixeira, J.A. and Belo, I., Valorization of Olive Mill Wastewater by the Yeast *Yarrowia lipolytica*. CHEMPOR 2005 - 9th International Chemical Engineering Conference, Departamento de EngenhariaQuímica da Universidade de Coimbra. 2005.
15. อิสระ นนธิราช. การเปลี่ยนรูปน้ำมันและไขมันในน้ำเสียให้เป็นชีวมวลของยีสต์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2552.
16. Corzo, G., and Revah, S. Production and characteristics of the lipase from *Yarrowia lypotica* 681. Bioresource Technol. 1999; 70: 173-180.
17. Destain J., Roblain, D., and Thonast, P. Improvement of lipase production from *Yarrowia lypotica*. Biotechnol Lett. 1997; 19(2): 105-107.
18. Klein S., Lorenzo C., Hoffmann S., Walther J.M., Storbeck S., Piekarsky T., Tindall B.J., Wray V., Nimtz M. and Moser J. Adaptation of *Pseudomonas aeruginosa* to various conditions includes tRNA-dependent formation of alanyl-phosphatidylglycerol. Molecular Microbiology. 2009; 71(3): 551-565.
19. Kebabic O. and Cihangir N. Comparison of three *Yarrowia lipolytica* strains for lipase production: NBRC 1658, IFO 1995, and a local strain. Turk J Biol. 2012; 36: 15-24.