การลดปริมาณสารอินทรีย์โดยใช้ตัวกระทำทางชีวภาพในน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเพื่อผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

The reduction of organic compounds by using the biological reaction substance of the effluents from palm oil mill to produce singe cell protein

ชุตินุช สุจริต[1*] อุไวรรณ วัฒนุกล[1] วัฒนา วัฒนกุล[2] และ สมรักษ์ รอดเจริญ[3]

[1]ภาควิชาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง [2]ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง [3]ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดตรัง 92150

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์โดยใช้ตัวกระทำทางชีวภาพในน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มและเพื่อผลิตโปรตีนเซลล์เดียว น้ำทิ้งจากบ่อที่ 3 ของโรงงานเป็นน้ำทิ้งที่ผ่านการผลิตแก๊สช่วยชีวภาพแล้วนำมาทดลองเพื่อลดสารอินทรีย์ พบว่ามีพีเอชเป็นกลาง 6.5 มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ (COD) 3670 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมันและกรีส (133 มิลลิกรัมต่อลิตร) รวมทั้งปริมาณของแข็งและแร่ธาตุต่ำกว่าน้ำทิ้งจากเครื่อง decanter มาก ได้นำตัวกระทำทางชีวภาพคือยีสต์ *Candida tropicalis* TISTR 5146 และ TISTR 5045 และ *Candida lipolytica* TISTR 5151 มาใช้งาน ผลการทดลองพบว่า *C. tropicalis* TISTR 5146 ซึ่งเลี้ยงในน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มที่เจือจางด้วยน้ำที่ระดับ 1:5 บ่มบนเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง ลดค่า COD ลงร้อยละ 94.38 และได้ปริมาณมวลชีวภาพ 2.52 กรัมต่อลิตร ที่เวลาการเลี้ยง 3 วัน ทั้งนี้เมื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเลี้ยง *C. tropicalis* TISTR 5146 ในน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มที่เจือจางด้วยน้ำที่ระดับ 1:5 โดยมีการเติมยีสต์สกัด 10 กรัมต่อลิตร และ กูลโคส 10 กรัมต่อลิตร พีเอชเริ่มต้น 5.5 บ่มบนเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าได้ปริมาณมวลชีวภาพสูงสุดท่ากับ 12.53 กรัมต่อลิตร ทั้งนี้เซลล์ประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน ร้อยละ 43.12 % และ 0.34 % ตามลำดับ

Abstract

The objectives of this research were to study the reduction of organic compounds by the biological action substance of the effluents from palm oil mil to produce singe cell protein. The wastewater taken from the third pond of the wastewater treatment system which was already used for biogas production was found to have pH 6.5. The organic matter like COD (3679 mg/L), Oil& grease (133 mg/L) as well as the total solids and the minerals were much lower than those of the decanter effluent. The reduction of organic compounds by using the biological action by *Candida tropicalis* TISTR 5146 , 5045 and *C. lipolytica* TISTR 5151 were studied. The results indicated that *C. tropicalis* TISTR 5146 which was cultivated in palm oil mill at initial pH 5.5 and diluted with water to the ratios of 1:5 at agitation on the shaker of 150 rpm at room temperature gave the highest yield of biomass of 2.52 g/L and COD reduction of 94.38 % after 3 days of cultivation. The optimal condition for *C. tropicalis* TISTR 5146 cultivation was that the ratio of palm oil mill effluent to diluted water was 1:5, containing 10 g/l glucose and 10 g/l yeast extract at initial medium pH 5.5 in the shaking flask of 150 rpm at room temperature. The highest biomass obtained was 12.53 g/L while the cell consisted of protein and fat for 43.12 % and 0.34 %, respectively.

คำสำคัญ : โปรตีนเซลล์เดียว น้ำทิ้งน้ำมันปาล์ม ซีโอดี
Keywords : Single cell protein, Palm oil mill, COD

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ s_chutinut47@yahoo.com โทร. 0 7520 4064

1. บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (oil palm) เป็นพืชเศรษฐกิจของภาคใต้ที่กำลังนิยมปลูกกันมากในภาคใต้ไม่แพ้การปลูกต้นยางพารา ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิด สำหรับประเทศไทยปัจจุบันมีการผลิตน้ำมันปาล์มจัดอยู่ในอันดับ 5 ของโลก แต่การผลิตส่วนใหญ่นั้นเพื่อการบริโภค ปาล์มน้ำมันจึงจัดเป็นพืชน้ำมันของไทยชนิดเดียวที่ไม่ต้องเสียดุลการค้านำเข้าจากต่างประเทศ (ธีระ เอกสัมทราเมษฐ , 2546) อุตสาหรรมน้ำมันปาล์มได้ขยายตัวอย่างรวดเร็วโดยจากการสำรวจโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในปี 2544 โดย วิไล สันติโสภาศรี และคณะ พบว่ามีจำนวนโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 44 บริษัท รวม 9 จังหวัด ซึ่ง ในการผลิตน้ำมันปาล์มมี 3 แบบ คือ แบบใช้น้ำ แบบย่างผลปาล์ม และ แบบทอดผลปาล์ม ในบรรดากระบวนการผลิตทั้ง 3 แบบ พบว่าแบบใช้น้ำก่อให้เกิดน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตประมาณ 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อตันของน้ำมันที่ผลิตได้ ซึ่งจะเป็นน้ำทิ้งจากหม้อนึ่ง จากเครื่องแยกกรวดทราย จากเครื่องแยก (separator หรือ decanter) และจากการทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องจักร ในน้ำทิ้งจะมีน้ำมันปนอยู่ประมาณ 11.36 กรัมต่อลิตร น้ำมันในน้ำทิ้งอยู่ในลักษณะอิมัลชั่น ซึ่งจะแยกออกได้ยากด้วยวิธีการทางภาพ เช่น การใช้ความร้อน และวิธีการทางเคมี (อรัญ หันพงศ์กิตติกูลและคณะ, 2537) วิธีการทางชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์ จึงน่าจะเป็นวิธีที่มีความเป็นไปได้ในการกำจัดน้ำมันออกจากน้ำทิ้ง ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ (ค่าบีโอดี ค่าซีโอดี) ลดลงซึ่งช่วยในด้านการบำบัดน้ำเสีย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หากน้ำมันปนเปื้อนในระบบน้ำทิ้งสาธารณะก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ อีกมากมายเช่น โรงงานสกัดปาล์มน้ำมัน ไทยอินโด ปาล์มออยส์ ที่เป็นต้นเหตุทำให้น้ำเสียและปลาตายเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้น ยังสร้างความลำบากในการใช้น้ำประปาของประชากรของ 2 อำเภอ คือ เวียงสระ และ พระแสง ต้องหยุดผลิตเป็นการชั่วคราว จนกว่าน้ำเสียจะหมดไปจากลำคลอง (ยุทธพงษ์ สุวรรณเมนะ , 2549) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาการลดปริมาณสารอินทรีย์โดยใช้ตัวกระทำทางชีวภาพที่เหมาะสม และหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการเสริมแหล่งโปรตีนให้กับปลาน้ำจืดเป็นการลดต้นทุนในการผลิตอาหารปลาและสามารถพึงตนเองได้

2. วิธีการทดลอง

ขั้นที่ 1 ศึกษาคุณลักษณะของน้ำทิ้งจากบ่อที่ 3ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

น้ำเสียจากบ่อบำบัดที่ 3 ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม วิเคราะห์หาซีโอดี ปริมาณของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย น้ำมันและกรีส รวมทั้งแร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยทำการวิเคราะห์ทันทีหลังการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงาน และวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ อีกครั้งก่อนทำการทดลองแต่ละครั้ง

ขั้นที่ 2 ศึกษาใช้ตัวกระทำทางชีวภาพในการลดปริมาณสารอินทรีย์

ตอนที่ 2.1 โดยศึกษาใช้สายพันธุ์ยีสต์ 3 ชนิด ได้แก่ สายพันธ์ ได้แก่ *Candida tropicalis* TISITR 5045, C. *lipolytica* TISITR 5151 และ *C. tropicalis* TISTR 5146 เพื่อคัดเลือกยีสต์ที่สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ โดยนำน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มศึกษาการเจือจางด้วยน้ำที่ระดับต่าง ๆ ได้แก่ 1:1, 1:2, 1:3 และ 1:4 โดยใช้หัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 ลงในฟลาสก์ขนาด 50 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำทิ้งจากบ่อที่ 3 มาที่บรรจุใช้ 50 มิลลิลิตร วางฟลาสก์บนเครื่องเขย่าความเร็ว 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง สุ่มตัวอย่างทั้งฟลาสก์ที่เวลา 0, 1, 2และ 3 วัดพีเอช และ

เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันในน้ำทิ้ง การลดลงของค่าซีโอดี และ การเจริญของเชื้อโดยวัดค่าในรูปปริมาณมวลชีวภาพ

ขั้นที่ 3 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อเพื่อผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

ตอนที่ 3.1 ศึกษาปริมาณกลูโคส

นำผลที่ได้จากการเลี้ยงในตอนที่ 1 นั้นนำมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในด้านอาหารเพื่อเลี้ยงยีสต์ สายพันธุ์ *C. tropicalis* TISTR 5146 โดยศึกษาการเติม กลูโคส ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 10 และ 15 ตามลำดับ หัวเชื้อเริ่มต้นของยีสต์ปริมาณร้อยละ 10 ลงในฟลากส์ ขนาด 50 มิลลิลิตรที่มีการเจือจางในอัตราส่วน 1:5 (โดยใช้น้ำเป็นตัวเจือจาง) บ่มบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง สุ่มตัวอย่างทั้งฟลาสก์ที่เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 วัดพีเอช และการเจริญของเชื้อโดยวัดค่าในรูปปริมาณมวลชีวภาพที่ให้ค่าชีวมวลสูงที่สุด

ตอนที่ 3.2 ศึกษาปริมาณยีสต์สกัด (yeast extract)

หลังจากนั้นจึงนำผลที่ได้นำมาศึกษาต่อโดยการเติมยีสต์สกัด ความเข้มข้นร้อยละ 5 10 และ 15 ตามลำดับ โดยใช้สภาวะในการเลี้ยงเหมือนกัน สุ่มตัวอย่างทั้งฟลาสก์ที่เวลา 0, 1, 2, 3 และ 4 วัดพีเอช และการเจริญของเชื้อโดยวัดค่าในรูปปริมาณมวลชีวภาพที่ให้ค่าสูงที่สุด แล้วนำเซลล์ยีสต์นั้นไปวิเคราะห์องค์ประกอบเช่น ปริมาณโปรตีน ไขมัน และ เถ้า เป็นต้น

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำทิ้งปาล์มน้ำมันจากโรงงานน้ำมันปาล์ม (ตารางที่ 1) พบว่า น้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์มในบ่อที่ 3 ที่นำมาศึกษา มีค่าพีเอช เท่ากับ 6.6-6.5 ค่าซีโอดี เท่ากับ 3,670 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมันและกรีส 133 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งทั้งหมด 7670 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนลอย 2320 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรเจน 533 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 46.9 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียม 422 มิลลิกรัมต่อลิตร แมกนีเซียม 324.9 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดลองพบว่า ในน้ำทิ้งน้ำมันปาล์มในบ่อที่ 3 มีค่าซีโอดีในรูปของสารอินทรีย์ที่ละลายได้สูง จึงน่าจะเหมาะสมที่ให้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี ดังตารางที่ 1 พบว่าผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำทิ้งบ่อบำบัดที่ 3 ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มนี้มีสารอินทรีย์ที่ยังคงเหลืออยู่ในน้ำทิ้งนี้ค่าซีโอดี ของแข็งทั้งหมด และของแข็งแขวนลอย และค่าไนโตรเจน สูงกว่าระบบบำบัดแบบบ่อหมักไร้อากาศของ Chooi (1985) ซึ่งรายงานค่าซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และ ไนโตรเจน เท่ากับ 1000 , 6000 450 และ 90 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลาการบำบัด 55 วัน จะเห็นว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ มีค่าซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และปริมาณไนโตรเจน สูงกว่า จากข้อมูลดังกล่าวนี้ ค่าซีโอดีที่เหลือยังคงสูงมาก ซึ่งน้ำทิ้งในบ่อที่ 3 ของโรงงาน (เป็นบ่อหมักไร้อากาศผลิตแก๊สชีวภาพนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า) แล้วไหลต่อไปยังบ่อบำบัดที่ 4, 5, 6 และ 7 ต้องใช้ระยะเวลาในการบำบัดในแต่ละบ่อไม่แน่นอน ใช้พื้นพี่ในการบำบัดค่อนข้างมาก โดยโรงงานต้องใช้แรงงานและเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการเรื่องน้ำ หากสามารถลดปริมาณสารอินทรีย์และนำสารอินทรีย์เหล่านั้นไปก่อให้เกิดประโยชน์ในทางเป็นอาหารสัตว์และเป็นปุ๋ยได้ (koh และคณะ, 1983)

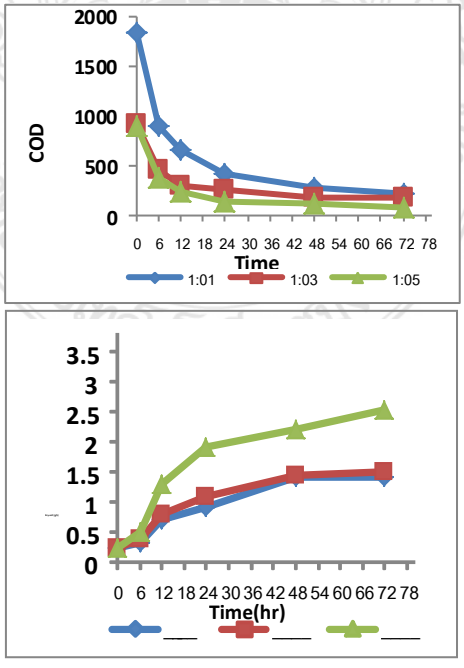
ตารางที่ 1 คุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำทิ้งบ่อที่ 3ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

องค์ประกอบ	ปริมาณ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
สี	ลักษณะเป็นสีน้ำตาล
พีเอช	6.6-6.5
ซีโอดี	3,670
น้ำมันและกรีส	133
ของแข็งทั้งหมด	7670
ของแข็งแขวนลอย	2320
ปริมาณไนโตรเจน	533
ฟอสฟอรัส	46.9
แคลเซียม	422
แมกนีเซียม	324.9

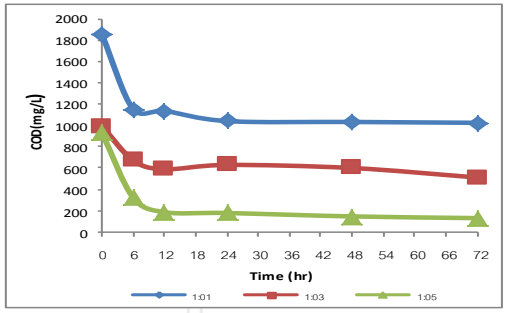
หมายเหตุ ทุกค่ามีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้น สีและพีเอช

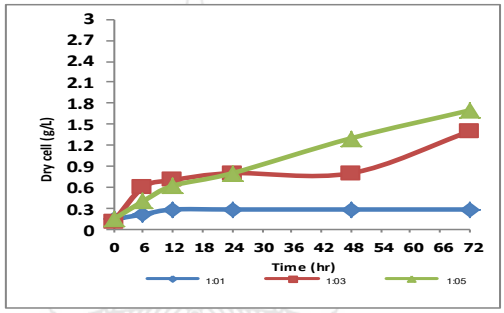
3.1. ผลการคัดเลือกตัวกระทำทางชีวภาพที่สามารถเจริญได้ดีในน้ำทิ้งน้ำมันปาล์ม

พบว่าตัวกระทำทางชีวภาพ ยีสต์ 3 ชนิด ได้แก่ สายพันธ์ ได้แก่ *Candida tropicalis* TISITR 5146 , และ *C. tropicalis* TISTR 5045 C. *lipolytica* TISITR 5151 โดยเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยมีการเจือจางด้วยน้ำกลั่นที่ระดับต่าง ๆ ได้แก่ 1:1 1:3 และ 1:5 โดยใช้หัวเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 พีเอชเริ่มต้น 5.5 ลงในฟลาสก์ขนาด 50 มิลลิลิตร บ่มบนเครื่องเขย่าความเร็ว 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า *C. tropicalis* TISTR 5146 เจริญได้ดีที่สุดเมื่อมีการเจือจางที่ระดับ 1:5 โดยลดค่า COD ลงร้อยละ 94.38 และได้ปริมาณมวลชีวภาพ 2.52 กรัมต่อลิตร ที่เวลาการเลี้ยง 3 วัน (ดังรูปที่ 1) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ ปรีชา มุณีศรี (2539) ในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งน้ำมันปาล์มโดยใช้กลุ่มยีสต์ *C. tropicalis* F-129 สามารถกำจัดซีโอดีได้สูงกว่า *C. palmeoliophia* Y-128 ได้ร้อยละ 24.24 และ 14.07 ตามลำดับ

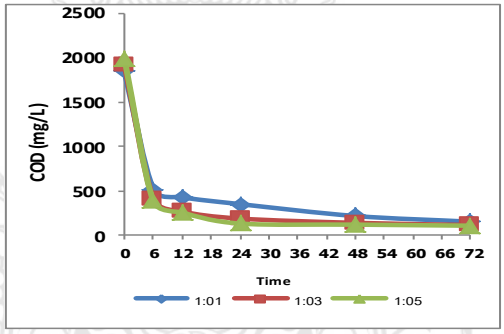


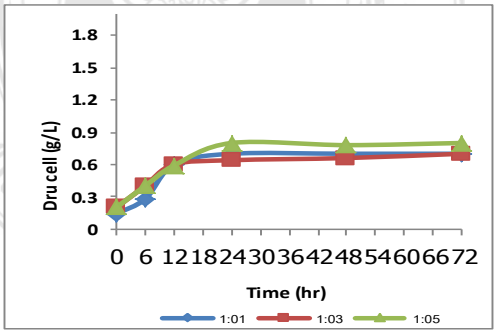
(a)





(b)





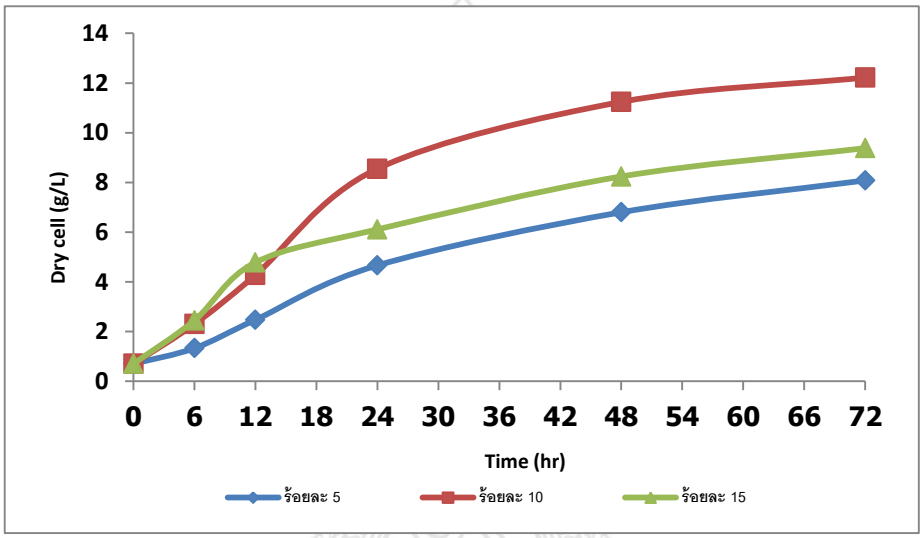
(C)

รูปที่ 1 ค่า ซีโอดี และ ปริมาณมวลชีวภาพ ของ *C. tropicalis* TISTR 5146 (a), *C. tropicalis* TISTR 5045 (b) และ *C. lipolytica* TISTR 5151 (c) ในน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โดยมีการเจือจางด้วยน้ำที่ระดับต่าง ๆได้แก่ 1:1 1:3 และ1:5 บนเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุหณภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 3 วัน

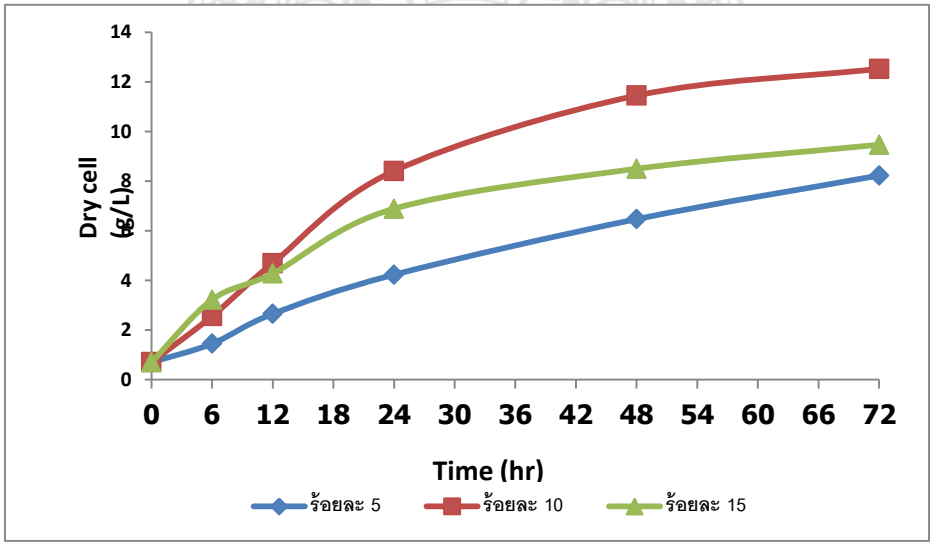
3.2 สภาวะที่เหมาะสมของเชื้อยีสต์ *Candia tropicalis* TISTR 5146

3.2.1 ผลการเติมแหล่งกลูโคส

เมื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเลี้ยง *Candia tropicalis* TISTR 5146 ในน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มที่เจือจางด้วยน้ำที่ระดับ 1: 5 โดยมีการเติมกลูโคสที่ระดับต่าง ๆ ได้แก่ 5 10 และ 15 กรัมต่อลิตร พีเอชเริ่มต้น 5.5 บ่มบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าได้น้ำหนักเซลล์แห้งสูงสุดท่ากับ 12.23 กรัมต่อลิตร (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 น้ำหนักเซลล์แห้ง ของ *C. tropicalis* TISTR 5146 มีการเติมน้ำตาลร้อยละ 5 10 และ 15 โดยมีเจือจางด้วยน้ำทิ้งปาล์มด้วยน้ำที่อัตราส่วน 1:5 บนเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 3 วัน



รูปที่ 3 น้ำหนักเซลล์แห้ง ของ *C. tropicalis* TISTR 5146 มีการเติมน้ำตาลร้อยละ 10 และเติมปริมาณยีสต์สกัดที่ร้อยละ 5 10 และ 15 โดยมีเจือจางด้วยน้ำทิ้งปาล์มด้วยน้ำที่อัตราส่วน 1:5 พีเอชเริ่มต้น 5.5 บนเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 3 วัน

3.2.2 ผลการเติมแหล่งไนโตรเจนอินทรีย์

จากการทดลองเมื่อนำสภาวะที่ *C. tropicalis* TISTR 5146 โดยมีการเติมแหล่งกลูโคส 10 กรัมต่อลิตร พีเอชเริ่มต้น 5.5 มาเติมแหล่งไนโตรเจนอินทรีย์ซึ่งใช้ยีสต์สกัดที่ระดับต่าง ๆ เช่น 5 10 และ 15 กรัมต่อลิตร พบว่า ได้น้ำหนักเซลล์แห้งสูงสุดท่ากับ 12.53 กรัมต่อลิตร โดยมีการเติมยีสต์สกัดที่ระดับ 10 กรัมต่อลิตร มีน้ำหนักเซลล์แห้งสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณยีสต์สกัดที่ระดับร้อยละ 5 10 และ 15 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3

4. สรุป

1. สามารถลดปริมาณสารอินทรีย์โดยใช้ยีสต์ *C. tropicalis* TISTR 5146 เป็นตัวกระทำทางชีวภาพในน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันเป็นน้ำทิ้งจากบ่อที่ 3 ของโรงงานเป็นน้ำทิ้งที่ผ่านการผลิตแก๊สช่วยชีวภาพแล้วนำมาทดลองเพื่อลดสารอินทรีย์

2. คุณลักษณะของน้ำทิ้งมีพีเอชเป็นกลาง 5.5 มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ (COD 3670 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำมันและกรีส (133 มิลลิกรัมต่อลิตร) เมื่อได้นำ *C. tropicalis* TISTR 5146 เป็นตัวกระทำทางชีวภาพเพื่อช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจากบ่อที่ 3 พบว่า *C. tropicalis* TISTR 5146 เลี้ยงในน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มที่เจือจางด้วยน้ำที่ระดับ 1:5 บ่มบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ซึ่งเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง ลดค่า COD ลงร้อยละ 94.38 และได้ปริมาณมวลชีวภาพ 2.52 กรัมต่อลิตร ที่เวลาการเลี้ยง 3 วัน

3. สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวในน้ำทิ้งจากโรงงานน้ำมันปาล์มโดยใช้ *C. tropicalis* TISTR 5146 ในน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มที่เจือจางด้วยน้ำที่ระดับ 1: 5 โดยมีการเติมกลูโคส 10 กรัมต่อลิตร และยีสต์สกัด 10 กรัมต่อลิตร พีเอชเริ่มต้น 5.5 บ่มบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าได้ปริมาณน้ำหนักเซลล์แห้งสูงสุดท่ากับ 12.53 กรัมต่อลิตร เซลล์ประกอบด้วยโปรตีนและไขมัน ร้อยละ 43.12 % และไขมัน 0.30 % ตามลำดับ

5. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาภาคใต้ (สกอ.) ปีงบประมาณพ.ศ. 2555 และขอบคุณโรงงานตรังปาล์มน้ำมัน จำกัด ได้รับความอนุเคราะห์ในเรื่องน้ำทิ้งที่ใช้ในการทดลอง

6. เอกสารอ้างอิง

ธีระ เอกสมทราเมษฐ. 2546. **ปาล์มน้ำมันและการเพิ่มมูล**ค่า. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน. 3(4) :3-8 น.

ปรีชา มุณีศรี. 2539, **การบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยใช้จุลินทรีย์.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ยุทธพงษ์ สุวรรณเมนะ. 2549. **กระบี่เอาจริงสั่งปิดโรงงานน้ำมันปาล์ม** ปล่อยมลพิษแม่น้ำตาปี-ปลาตายครึ่งแสนก.. ข่าวสด วัน อังคาร ที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 254902:01 น.

อรัญ หันพงศ์กิตติกูล, พูนสุข ประเสริฐสรรพ์, กัลยา ศรีสุวรรณ, เสาวลักษณ์ จิตรบรรเจิดกุล และ วีระศักดิ์ ทองลิมป์. 2537. **การศึกษาวิธีการแยกน้ำมันในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม**: เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาการลดสูญเสียน้ำมันในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 7 เมษายน 2537 ณ โรงแรมสยามธานี สุราษฎร์ธานี. 96 น.

Chooi, C. F. 1985. **Ponding system for palm oil mill effluent treatment**. Proceeding of Workshop on Review of Palm Oil Mill Effluent Boustead Technology Estates Agency San. Bhd. P. 53-62.

Koh, J. S., Kodama, T. and Minoda, Y. 1983. **Screening of yeasts and cultural condition for Torulopsis candida cell production from palm oil.** Agric. Biol. Chem. 47: 1207-1212.