

แบบรายงานเรื่องเติมผลการวิจัยที่สิ้นสุดปีงบประมาณ 2562

- 1. ชุดโครงการวิจัย** พัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีในการเพิ่มผลผลิตมะพร้าวให้เพียงพอกับความต้องการ ภายใต้แผนบูรณาการ วิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชสวนอุตสาหกรรม
- 2. โครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์มะพร้าว
กิจกรรม การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มจากผลพลอยได้จากการแปรรูปมะพร้าว
- 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** การศึกษาประสิทธิภาพของสารแทนนินที่สกัดได้จากเปลือกมะพร้าวในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Study on Tannin Extracts from Coconut husk for Wastewater Treatment from Coconut processing factory
- 4. คณะผู้ดำเนินงาน**

หัวหน้าการทดลอง	นางปาริชาติ พจนศิลป์	สังกัด	สถาบันวิจัยพืชสวน
ผู้ร่วมงาน	นางวิไลวรรณ ทวีศศรี	สังกัด	สถาบันวิจัยพืชสวน
	นายโกเมศ สัตยาวุธ	สังกัด	กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารแทนนินที่สกัดได้จากเปลือกมะพร้าวอ่อนนำมาใช้บำบัดคุณภาพน้ำทิ้งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ของเปลือกมะพร้าวอ่อนที่เป็นวัสดุทางการเกษตรเหลือทิ้งจากกระบวนการตัดแต่งมะพร้าวอ่อนเพื่อส่งออก การทดลองได้ดำเนินการทดลองที่สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนมกราคม 2562 ถึง กันยายน 2562 เริ่มดำเนินการทดลองโดยทำการสกัดสารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนแห้งด้วยเอทานอลเป็นตัวทำละลาย มีอัตราส่วนเปลือกมะพร้าวต่อเอทานอล ในอัตรา 1 : 6 โดยปริมาตร ทำการสกัดด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการระเหยเอทานอล โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง จนได้สารสกัดแทนนินที่ต้องการ และนำไปทำการทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งที่มาจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวและน้ำทิ้งชุมชน โดยการทดสอบคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมี เปรียบเทียบก่อนและหลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนิน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน มีวางแผนการทดลองแบบ CRD 5 กรรมวิธี ได้แก่ (1) ไม่เติมสารสกัดแทนนิน (วิธีควบคุม) (2) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 1000 (3) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 100 (4) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 50 และ (5) ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1 : 20 ผลการทดสอบการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว พบว่า สารสกัดแทนนินมีผลต่อการบำบัดคุณภาพน้ำได้แก่ ค่า pH และค่าความขุ่น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่ระยะเวลาบำบัดที่ 4 ชั่วโมง และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาบำบัดที่ 6 ชั่วโมง สีของน้ำใสขึ้น และมีกลิ่นที่ลดลง น้ำทิ้งมีการตกตะกอน มีค่า pH เท่ากับ pH 6.6 – 6.92 ค่า pH ที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนบำบัดอย่างมีนัยสำคัญ มีสภาพความ

เป็นกลางมากขึ้น และกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง ในอัตราส่วน 1 : 100 คือ มีความขุ่นของน้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 215 NTU ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีความขุ่น 273 NTU อย่างมีนัยสำคัญ ค่า DO สูงสุด เท่ากับ 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับค่า DO ก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 1.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD ต่ำที่สุดเท่ากับ 1,247 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับค่า BOD ก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 2,150 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดเท่ากับ ร้อยละการบำบัด 40 สำหรับผลการทดสอบบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชน ที่ระยะเวลาบำบัด 6 ชั่วโมง พบว่า ค่า pH ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง ในอัตราส่วน 1 : 100 คือ มีความขุ่นของน้ำต่ำที่สุดเท่ากับ 75 NTU ต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีความขุ่นเท่ากับ 92 NTU ค่า DO สูงสุด เท่ากับ 6.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับค่า DO ก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 2.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD ต่ำที่สุดเท่ากับ 57.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับค่า BOD ก่อนบำบัดที่มีค่าเท่ากับ 104 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดเท่ากับ ร้อยละการบำบัด 41

คำสำคัญ : สารแทนนิน เปลือกมะพร้าว บำบัดน้ำทิ้ง

Abstract

Study on the efficiency of a tannin extracts from coconut husk for wastewater treatment is an alternative way to utilize and value added for the young coconut husk as a by-product from the young coconut cutting process. The study was determined at Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, from January to September, 2019. The tannin extracted solutions results from dry coconut husk which it was carried out for 24 hours at room temperature by using 75% (v/v) ethanol as an extraction solvent (ratio of the material to ethanol was 1 : 6 g/ml) and the filtered solution was boiled for 6 hours at 60 degrees Celsius for removing ethanol. Continually, the experiments of efficiency of wastewater treatment were observed in 2 sources of wastewater which collected from coconut processing factory and household. The experiments arrangement was a completely randomized design (CRD) with 5 treatments as follow: (1) without application of tannin extracts (control), (2) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:1000, (3) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:100, (4) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:50, and (5) application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:20. The results of efficiency of tannin extracts in wastewater from coconut processing factory showed that the tannin extracts is able to treat pH and turbidity of water at 4 hours after treatment which significantly different from without application of tannin extracts. Further, the results showed at 6 hours after treatment which the application of tannin extracts is causing substance in wastewater to be deposited then the wastewater is getting clearly. The application of tannin extracts to wastewater at the ratio of

1:100 had the high efficiency to be able treat wastewater. This treatment shows (1) the lowest of the turbidity of 215 NTU significantly compare with the control treatment (273 NTU) (2) the highest of DO of 3.30 mg./l. while the control treatment was 3.30 mg./l (3) the lowest of BOD of 1,245 mg./l. while the control treatment was 2,150 mg./l. and the efficiency of BOD at after treatment were 40 percent. Furthermore, the results of efficiency of tannin extracts at 6 hours after treatment in wastewater from household showed that pH has no significant difference. The application of tannin extracts to wastewater at the ratio of 1:100 had the high efficiency to be able treat wastewater. This treatment shows (1) the lowest of the turbidity of 75 NTU compare with the control treatment (92 NTU) (2) the highest of DO of 6.05 mg./l. while the control treatment was 2.80 mg./l (3) the lowest of BOD of 57.2 mg./l. while the control treatment was 104 mg./l. and the efficiency of BOD at after treatment were 41 percent.

Keywords: tannins, coconut husk, wastewater treatment

6. คำนำ

เปลือกมะพร้าวอ่อนเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณมากในภาคอุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าว แม้ว่าจะมีการนำไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์ด้านอื่นๆ เช่น วัสดุเพาะกล้า วัสดุปลูก หรือ บรรจุภัณฑ์อื่น เช่น วัสดุกันกระแทก หรือการนำไปใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิง เป็นต้น อย่างไรก็ตามก็ยังคงมีเปลือกมะพร้าวอ่อนที่เหลือทิ้งเพื่อรอกำจัดเป็นปริมาณมาก ในแต่ละปีประเทศไทยมีการส่งออกผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มาจากมะพร้าวในปริมาณสูง โดยเฉพาะมะพร้าวอ่อนในปี 2560 มีปริมาณการส่งออกมะพร้าวอ่อน จำนวน 118,461 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 3,011 ล้านบาท และปี 2561 มีปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้นเป็น 134,659 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 3,548 ล้านบาท และปริมาณการส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) โดยมีรายงานว่า การส่งออกมะพร้าวน้ำหอมสด ส่งตลาดต่างประเทศนั้น จะมีเปลือกมะพร้าวอ่อนเหลือทิ้งจำนวนประมาณมากกว่า 10 ล้านตันต่อวัน

การสกัดสารแทนนินที่อยู่ในเปลือกมะพร้าวเป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากเปลือกมะพร้าวอ่อนที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการตัดแต่งมะพร้าวอ่อนเพื่อส่งออก เป็นการเพิ่มมูลค่าของเปลือกมะพร้าวอ่อนซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อให้มีมูลค่ามากขึ้น สารแทนนินมีการใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย ด้วยแทนนินมีคุณสมบัติช่วยในการตกตะกอนโปรตีนทำให้หนังสัตว์ไม่เน่าเปื่อย จึงมีการใช้สารแทนนินในอุตสาหกรรมการฟอกหนัง และสามารถช่วยยืดอายุในการรักษาผลิตภัณฑ์อีกด้วย แทนนินใช้เป็นตัวเร่งการตกตะกอน ในอุตสาหกรรมทำเหล้าสาเก ทำให้เหล้าใส ทำให้มีรสชาติกลมกล่อม ในทางการแพทย์ พบว่า สารแทนนินสามารถใช้เป็นยารักษาโรคท้องเสียได้ สารแทนนินมีคุณลักษณะเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิดได้ (พีรศักดิ์, 2544) แทนนินในพืชบางชนิดมีงานวิจัยว่า ช่วยต้านมะเร็ง ต้านแบคทีเรีย ต้านอนุมูลอิสระ ลดความดันโลหิต ลดไขมันในเลือด และยังมีให้นำสารแทนนินไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น บำบัดน้ำเสีย ขจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เป็นต้น

น้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมนับเป็นปัญหาหลักประการหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก น้ำเสีย แบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ คือ 1) น้ำเสียที่เกิดจากน้ำทิ้งจากชุมชนที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนรวมทั้งกิจกรรมทั้งเพื่อการบริโภค อุปโภค 2) น้ำเสียจากอุตสาหกรรมเป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ส่วนใหญ่มักเป็นน้ำทิ้งที่มาจากกระบวนการผลิตต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมและปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ และ 3) น้ำเสียจากเกษตรกรรม เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการชะล้างสารเคมีทางการเกษตร เช่น ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ การชะล้างการพังทลายของหน้าดินที่ทำการเพาะปลูก น้ำเสียเหล่านี้สามารถแก้ไขและ/หรือปรับปรุงสภาพให้ดีขึ้นได้ด้วยการบำบัดอย่างถูกวิธี เทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียมียุ่หลากหลายวิธีการ (เกรียงศักดิ์, 2539) ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำมีหลายด้านทั้งด้านกายภาพ ด้านชีวภาพ และด้านเคมี โดยดัชนีแต่ละตัวจะบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำแต่ละประเภทและคุณภาพของแหล่งน้ำว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์หรือไม่ สำหรับดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำด้านเคมีที่นิยมใช้ในการวัดคุณภาพน้ำในการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ค่า DO เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่ขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆ ของแหล่งน้ำนั้น ค่า DO ที่วัดได้จะบ่งบอกถึงความเหมาะสมของแหล่งน้ำในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ อยู่ในช่วง 5-6 มิลลิกรัมต่อลิตร หากลดลงต่ำลงอาจมีผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตอยู่ของสัตว์น้ำได้ (นิพนธ์, 2549) ค่า BOD เป็นหนึ่งในค่าที่บ่งบอกคุณภาพน้ำทิ้งซึ่งคำนวณได้จากปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน BOD เป็นค่าที่แสดงให้เห็นเฉพาะสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ในธรรมชาติย่อยสลายได้เท่านั้น ซึ่งถ้า น้ำเสียมีค่า BOD ต่ำเมื่อถูกทิ้งลงในแหล่งน้ำจะไม่ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำดังกล่าว เนื่องจากแบคทีเรียต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายน้อย แต่ถ้า น้ำเสีย มีค่า BOD สูง เมื่อถูกทิ้งลงในแหล่งน้ำจะทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลงมากจนทำให้ปลาหรือสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นไม่สามารถอยู่ได้ (สิทธิชัย, 2549) จากข้อมูลการตรวจโรงงานแปรรูปมะพร้าว ในจังหวัดนครปฐม รายงานว่า ค่า BOD น้ำเสียของโรงงาน มีค่า BOD ก่อนบำบัด เท่ากับ 3,265 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อผ่านการบำบัดแบบมาตรฐานโรงงานอุตสาหกรรมพบว่า มีค่า BOD หลังการบำบัด เท่ากับ 2.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2561) ซึ่งกระบวนการบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่ต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างสูง การบำบัดน้ำเสียโดยใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้ไม่ต้องสร้างระบบบำบัดที่มีขนาดใหญ่ที่มีการลงทุนค่อนข้างสูง ปัจจุบันในเขตเมืองใหญ่มีการสร้างที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงมีน้ำทิ้งจากการชำระล้างมากขึ้นไปด้วย

ดังนั้นการศึกษาหาประสิทธิภาพในการนำสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนมาใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสีย เพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องน้ำเสียหรือน้ำทิ้งจากชุมชน และหากพบว่าประสิทธิภาพของสารสกัดแทนนินสามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ดี จะเป็นแนวทางส่งเสริมและนำไปพัฒนาขยายผลการใช้ประโยชน์ ซึ่งจะเพิ่มและสร้างมูลค่าเปลือกมะพร้าวโดยเปลี่ยนจากวัสดุเหลือทิ้งให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายขึ้น

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. เปลือกมะพร้าวอ่อน (ผลมะพร้าวอายุประมาณ 7 เดือน)
2. เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง
3. เครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง (Centrifuge)
4. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง UV-VIS-Spectrophotometer (รุ่น UV2-100)
5. เครื่องสกัดแยกสาร
6. เครื่องระเหยแห้งแบบสุญญากาศ
7. เครื่องวัดค่าพีเอช ยี่ห้อ pH-A Tech รุ่น Cyber Scan 500 pH
8. เครื่องวัดค่าความขุ่น ยี่ห้อ HACH รุ่น 2100 P
9. ตู้อบ (Hot air oven)
10. เครื่องปั่น (blender)
11. ชุดเครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่จำเป็น เช่น ขวดเก็บสารสกัดสีชา ถ้วยตวงปริมาตร ขวดแก้ว
12. น้ำกลั่น
13. อุปกรณ์เตรียมตัวอย่าง เช่น มีด
14. สารเคมี (Commercial grade)
 - เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์
 - กรดแทนนิก (Tannic Acid)
 - สารละลาย 10.0% Folin-ciocalteu phenol reagent
 - สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 7.5 % (7.5 % Sodium carbonate)
 - น้ำกลั่น

- **แผนการทดลอง** วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธี 1 วิธีควบคุม (เติมน้ำเปล่า)

กรรมวิธี 2 ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำที่ตัวอย่าง อัตรา 1 : 1000

กรรมวิธี 3 ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำที่ตัวอย่าง อัตรา 1 : 100

กรรมวิธี 4 ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำที่ตัวอย่าง อัตรา 1 : 50

กรรมวิธี 5 ใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวต่อปริมาณน้ำที่ตัวอย่าง อัตรา 1 : 20

- วิธีการดำเนินการ

1. การเตรียมสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน

1.1 การเตรียมตัวอย่างเพื่อสกัดสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน

นำเปลือกมะพร้าวอ่อน (ผลมะพร้าวอายุประมาณ 7 เดือน) ทำแยกเปลือกส่วนนอกที่มีสีเขียว (external husk) โดยปาดจากด้านนอกผลเข้ามาประมาณ 1 เซนติเมตร และเปลือกส่วนในที่มีสีขาว (internal husk) จากนั้นนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า ผึ่งให้แห้ง ทำการหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 1-2 เซนติเมตร

หลังจากนั้นทำให้แห้งโดยการอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ ประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 วัน ตัวอย่างมะพร้าว มีความชื้นน้อยกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดโดยเครื่องปั่น

1.2 การสกัดสารแทนนินจากตัวอย่างเปลือกมะพร้าวอ่อนแห้ง

ทำการสกัดสารแทนนินจากตัวอย่างเปลือกมะพร้าวแห้งทั้งเปลือกส่วนนอกและเปลือกส่วนใน โดยนำตัวอย่างเปลือกมะพร้าวที่บดแล้วมาเติมสารละลายผสมระหว่าง น้ำกลั่นและเอทานอลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 75 โดยใช้อัตราส่วนของเปลือกมะพร้าวแห้งและสารละลายในอัตราส่วน 1 : 6 จากนั้นปั่นโดยใช้เครื่องปั่นความเร็วสูงเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และนำมากรองโดยใช้เครื่องกรองป้อนสุญญากาศ ให้ได้เฉพาะส่วนของสารละลาย และทำการระเหยเอทานอลโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง นำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงเพื่อกำจัดตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 4000 rpm เป็นระยะเวลา 15 นาที เก็บตัวอย่างสารสกัดจากเปลือกมะพร้าวอ่อนในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2. การทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้ง

2.1 . เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ใช้ในการทำการวิเคราะห์ เป็นน้ำทิ้งที่ได้มาจากน้ำทิ้งจาก 2 สถานที่ ได้แก่

- (1) น้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อำเภอสวี จังหวัดชุมพร
- (2) น้ำทิ้งจากคูน้ำบริเวณหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

2.2 ทำการทดสอบศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนที่เตรียมไว้ ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ต่อซ้ำ เติมสารโดยใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ตามกรรมวิธี หลังจากนั้นทำการบันทึกข้อมูลที่ระยะเวลาบำบัดน้ำเสียที่ 1, 2, 4, และ 6 ชั่วโมง

2.3 ตรวจสอบวัดคุณภาพน้ำทิ้งก่อนและหลังการบำบัดตามวิธีการดำเนินการ โดยตรวจวัดทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี

(1) ด้านกายภาพ

- สีและกลิ่น ตรวจวิเคราะห์โดยการใช้นำสารสัมผัสการมองเห็น (ตา) และการดมกลิ่น (จมูก)
- ความขุ่น (Turbidity) ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดความขุ่น

(2) ด้านเคมี

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- ค่าปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved oxygen, DO)
- ค่าความต้องการปริมาณก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพของแหล่งน้ำ (Biochemical oxygen demand, BOD) สำหรับการวิเคราะห์ค่าปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) และค่าความต้องการปริมาณก๊าซออกซิเจนในแหล่งน้ำ (BOD) ก่อนและหลังการบำบัดที่ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- การบันทึกข้อมูล

1. สีและกลิ่นน้ำทิ้งก่อนและหลังการบำบัด
2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำทิ้งก่อนและหลังการบำบัด

3. ค่าความขุ่นของน้ำทั้งก่อนและหลังการบำบัด
4. ค่าปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ก่อนและหลังการบำบัด
5. ค่าความต้องการปริมาณก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพของแหล่งน้ำ (BOD) ก่อนและหลังการบำบัด

- ระยะเวลาดำเนินงาน

เริ่มต้น ตุลาคม 2561 สิ้นสุด กันยายน 2562

- สถานที่ดำเนินการ

ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน

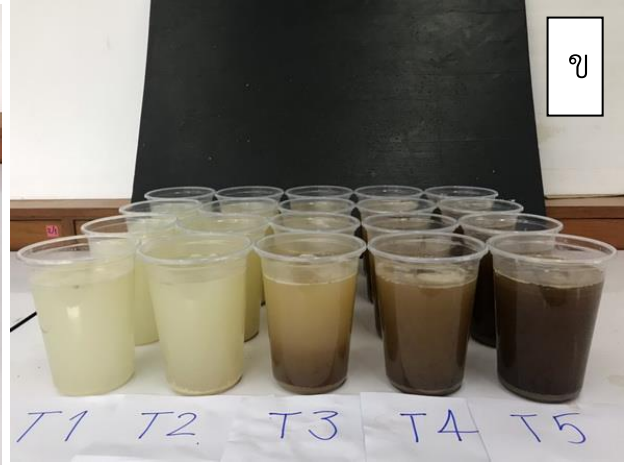
8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะทั่วไปของสถานที่เก็บน้ำตัวอย่างทั้ง 2 สถานที่ ได้แก่ น้ำที่มาจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว มีลักษณะเป็นน้ำเสีย สีขาวขุ่น ผิวหน้าพบฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก มีฝ้าขาวลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ น้ำมีกลิ่นเหม็นบูด ลักษณะคล้ายเกิดจากการหมัก เมื่อเปิดภาชนะบรรจุออกมาพบว่ามีปริมาณก๊าซภายในค่อนข้างมาก ส่วนน้ำที่เก็บตัวอย่างจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน มีลักษณะเป็นคูดิน ขอบล้อมรอบด้วยกำแพงปูน มีเศษใบไม้ลอยเต็มผิวน้ำและมีขยะที่ถูกลอยอยู่บนผิวน้ำ เป็นที่โปร่ง โลงแจ้ง แสงแดดส่องถึงเต็มที่ มีบางส่วนที่ถูกเงาของต้นไม้ใหญ่บดบังแสงเป็นช่วงเวลา น้ำมีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย มีสีเขียวเข้ม ลักษณะผิวน้ำใส สามารถมองเห็นสีลงไปจากผิวน้ำได้ พบสัตว์น้ำอาศัยอยู่

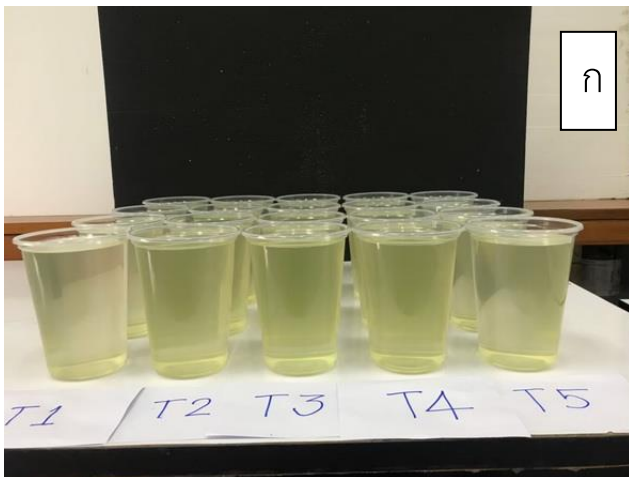
กลิ่นและสีของน้ำ

ผลการทดลองของน้ำที่เก็บตัวอย่างมาจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ.ชุมพร หลังการบำบัดด้วยจากสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน พบว่า น้ำตัวอย่างเกิดการตกตะกอนตั้งแต่ระยะเวลาการบำบัดที่ 1 ชั่วโมง ซึ่งสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนในกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากต่อน้ำที่ตัวอย่างในอัตราส่วน 1:100, 1:50 และ 1:20 (ภาพที่ 1) และกลิ่นของน้ำเสียมีกลิ่นลดลงเมื่อระยะเวลาบำบัดที่ 6 ชั่วโมง

ผลการทดลองของน้ำที่มาจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวนนั้นสังเกตการเปลี่ยนของการตกตะกอนค่อนข้างยาก เนื่องจากสารสกัดแทนนินที่ได้จากเปลือกมะพร้าวอ่อนจะมีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม เมื่อเติมสารสกัดแทนนินลงไปในตัวอย่างเป็นทำให้สีน้ำที่ตัวอย่างมีการเปลี่ยนสีตามอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินด้วย (ภาพที่ 2) สำหรับการสังเกตการตกตะกอนในตัวอย่างเป็นน้ำที่มาจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวได้สังเกตได้ง่ายและชัดเจนกว่าน้ำที่มาจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน



ภาพที่ 1 น้ำเสียที่เก็บตัวอย่างมาจากน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ.ชุมพร ก่อนบำบัด (ภาพ ก) และหลังการบำบัด (ภาพ ข) ด้วยจากสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน



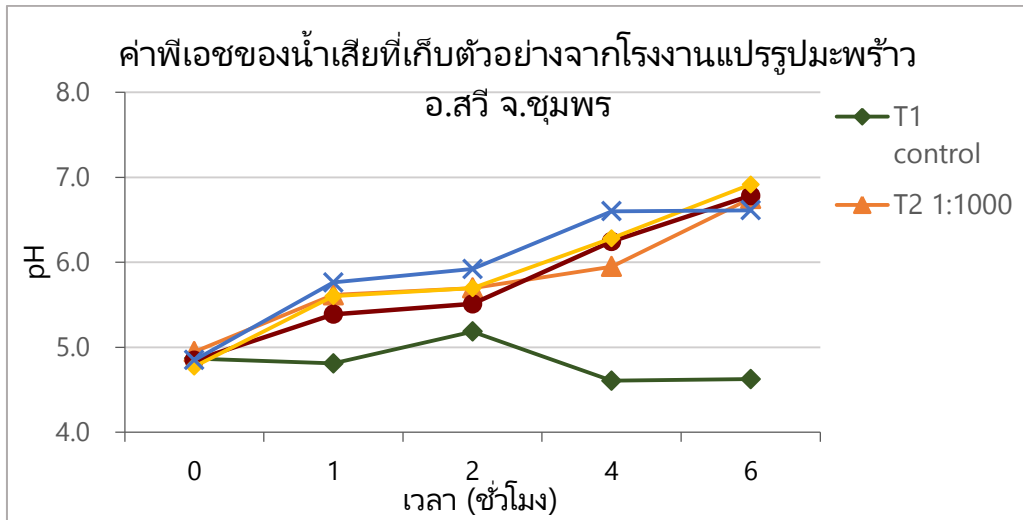
ภาพที่ 2 น้ำเสียที่เก็บตัวอย่างมาจากน้ำเสียจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ก่อนบำบัด (ภาพ ก) และหลังการบำบัด (ภาพ ข) ด้วยจากสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

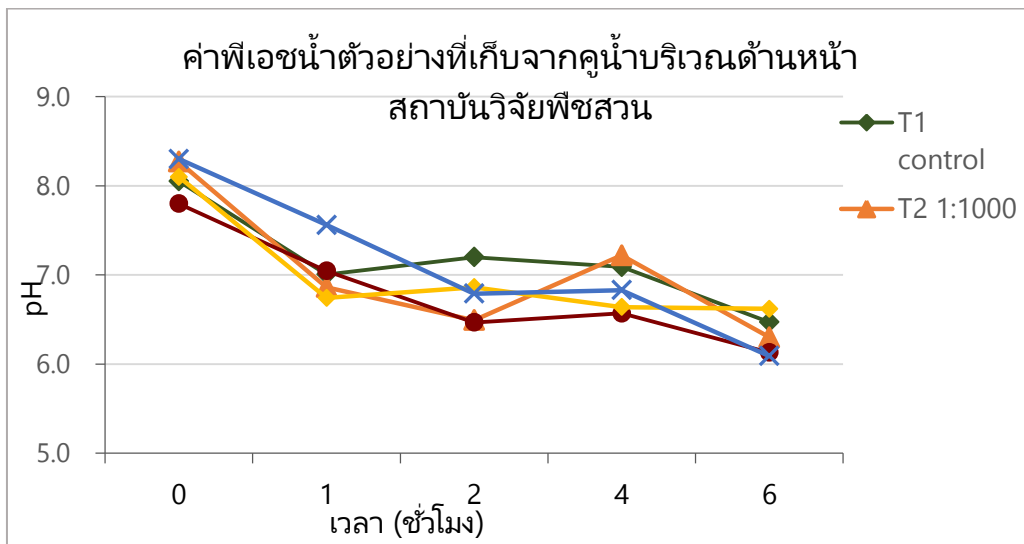
จากผลการทดลองการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนของตัวอย่างน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว พบว่า pH ของน้ำทิ้งในทุกกรรมวิธีก่อนการบำบัดมีค่า pH 4.7-4.95 อยู่ในสภาวะเป็นกรด ส่วน pH ของน้ำทิ้งหลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการบำบัดในทุกกรรมวิธี ซึ่งที่ระยะเวลาการบำบัด 6 ชั่วโมง พบว่า ในทุกกรรมวิธีที่มีการบำบัดด้วยสารแทนนินมีค่าเฉลี่ย pH ที่มากกว่ากรรมวิธีควบคุมที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำตัวอย่างที่อัตรา 1:50 จะมีค่า pH สูงที่สุด ที่ pH 6.92 (ภาพที่ 3, ตารางที่ 1)

ส่วนผลการวิเคราะห์ค่า pH ของตัวอย่างน้ำทิ้งจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าของสถาบันวิจัยพืชสวน พบว่า ค่า pH ของน้ำทิ้ง อยู่ในช่วง pH 6-8.5 ซึ่งอยู่ในช่วงสภาวะที่เป็นกรดเล็กน้อยจนถึงสภาวะด่าง (ภาพที่ 4) โดยค่าเฉลี่ย

ของน้ำทิ้งทั้งก่อนและหลังบำบัดโดยการเติมสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงระยะเวลาบำบัด (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 3 ค่า pH ของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ. ชุมพร ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4 ค่า pH ของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างจากคูน้ำ บริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ. สวี จ.ชุมพร ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)				
	0	1	2	4	6
วิธีควบคุม	4.87 a	4.81 a	5.19 a	4.61 a	4.63 b
1 : 1000	4.95 a	5.62 a	5.70 a	5.95 a	6.75 a
1 : 100	4.85 a	5.39 a	5.51 a	6.25 b	6.78 a
1 : 50	4.77 a	5.60 a	5.69 a	6.28 b	6.92 a
1 : 20	4.85 a	5.76 a	5.92 a	6.60 b	6.60 a
F-test	ns	ns	ns	*	*
%CV	1.3.	14.2	15.5	6.5	6.3

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามตัวอักษรที่เหมือนกันในสมมุติเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำทิ้งจากคูล์น้ําบริเวณหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)				
	0	1	2	4	6
วิธีควบคุม	8.05 a	7.01 a	7.20 a	7.09 a	6.47 a
1 : 1000	8.27 a	6.86 a	6.49 a	7.22 a	6.30 a
1 : 100	7.80 a	7.05 a	6.47 a	6.57 a	6.13 a
1 : 50	8.10 a	6.74 a	6.86 a	6.64 a	6.62 a
1 : 20	8.30 a	7.56 a	6.79 a	6.83 a	6.09 a

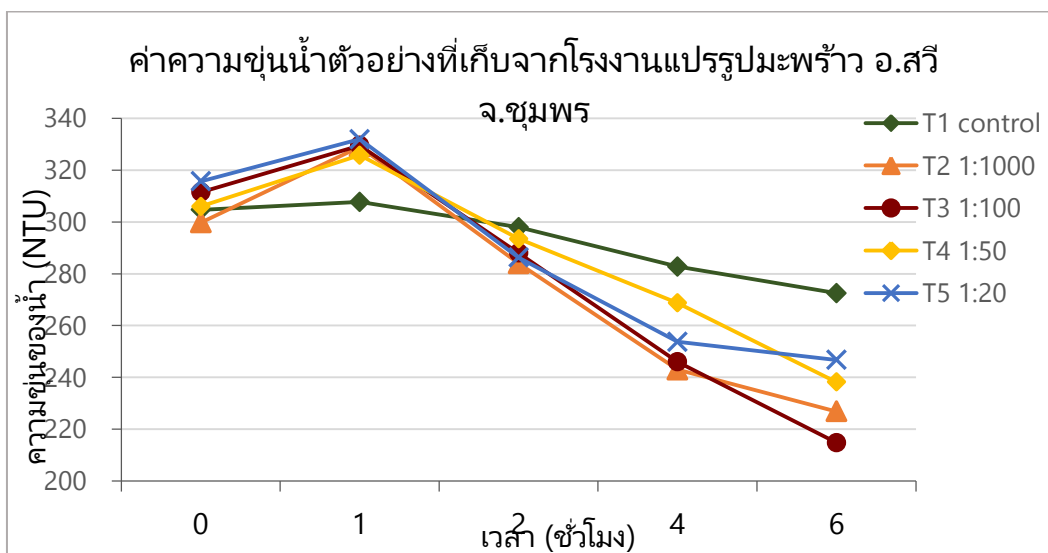
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
%CV	7.5	14.6	13.6	9.4	18

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
โดยวิธี DMRT

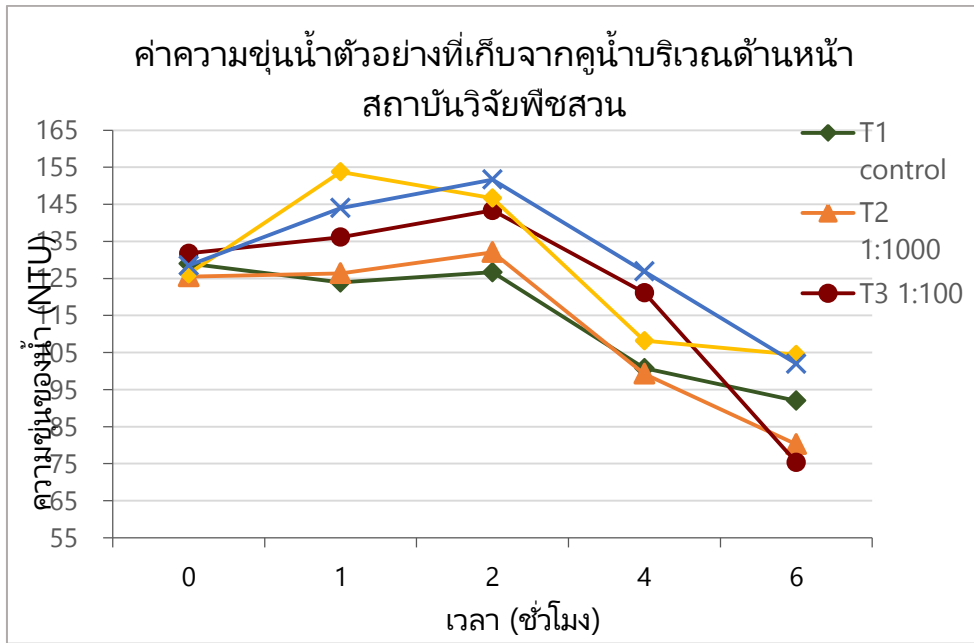
ค่าความขุ่น (Turbidity)

ผลการทดลองในการบำบัดค่าความขุ่นของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว พบว่า ในทุกกรรมวิธีก่อนการบำบัดมีค่าเท่ากับ 299 – 316 NTU และเมื่อได้รับการเติมสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ค่าความขุ่นที่ระยะเวลาบำบัด 1 ชั่วโมงนั้นมีค่าความขุ่นที่เพิ่มสูงขึ้น และมีค่าที่ลดต่ำลงที่ระยะเวลาการบำบัดที่ 2 ถึง 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 5) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความขุ่นของน้ำทิ้ง พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการบำบัดน้ำทิ้งด้วยสารแทนนิน ที่ระยะเวลาบำบัด 4 ชั่วโมง มีค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 215 – 269 NTU ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับการบำบัดด้วยสารแทนนินอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) ซึ่งกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง อัตรา 1:100 จะมีประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นที่ดีที่สุดโดยมีร้อยละการบำบัดเท่ากับ 31.0

ส่วนผลการทดลองการบำบัดค่าความขุ่นของน้ำทิ้งจากคูลน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน พบว่า ในทุกกรรมวิธีก่อนการบำบัดมีค่าเท่ากับ 126 – 132 NTU เมื่อได้รับการเติมสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ค่าความขุ่นมีค่าน้อยลง โดยมีแนวโน้มลดต่ำลงที่ระยะเวลาการบำบัดที่ 2 ถึง 6 ชั่วโมง (ภาพที่ 6) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความขุ่นของน้ำทิ้ง พบว่า ในกรรมวิธีที่มีการบำบัดน้ำทิ้งด้วยสารแทนนิน ที่ระยะเวลาบำบัด 2 ชั่วโมง มีค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 75 – 152 NTU ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับการบำบัดด้วยสารแทนนินอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4) ซึ่งกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้ง อัตรา 1:100 จะมีประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นที่ดีที่สุดโดยมีร้อยละการบำบัดเท่ากับ 42.8



ภาพที่ 5 ค่าความขุ่นของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ. ชุมพร ภายหลังจากการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 6 ค่าความชุ่มของน้ำที่เก็บตัวอย่างจากคูลน้ำ บริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน ภายหลังจากการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าความชุ่มของน้ำที่จกโรงงานแปรรูปมะพร้าว จ.ชุมพร ภายหลังจากการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)				
	0	1	2	4	6
วิธีควบคุม	304.7 a	307.7 a	297.9 a	282.8 a	272.5 a
1 : 1000	299.7 a	329.0 a	284.0 a	243.0 c	226.9 bc
1 : 100	311.5 a	319.5 a	288.0 a	246.0 bc	214.9 c
1 : 50	305.9 a	325.8 a	293.5 a	268.8 ab	238.3 bc
1 : 20	315.7 a	331.9 a	286.3 a	253.8 bc	246.8 ab
F-test	ns	ns	ns	*	*
%CV	7.9	5.6	6.0	5.9	7.2

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าความขุ่นของน้ำทิ้งจากคูน้ำบริเวณหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)				
	0	1	2	4	6
วิธีควบคุม	129.0 a	123.9 a	126.7 c	100.8 a	91.9 ab
1 : 1000	125.5 a	126.4 a	132.1 bc	99.3 a	80.3 b
1 : 100	131.8 a	136.1 a	143.3 ab	121.2 b	75.3 b
1 : 50	126.3 a	153.8 a	146.7 ab	108.2 a	104.4 a
1 : 20	128.5 a	144.0 a	151.7 a	126.9 b	101.9 a
F-test	ns	ns	*	*	*
%CV	4.9	16.9	7.5	15.4	12.8

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี DMRT

ค่าปริมาณก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

ผลการทดลองหลังการบำบัดน้ำทิ้งโดยใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน พบว่า ค่า DO ของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างมาจาก 2 สถานที่ มีค่า DO หลังการบำบัดมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนบำบัด โดยจากการวิเคราะห์ค่า DO ของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว มีค่า DO ก่อนบำบัดเท่ากับ 1.42 มิลลิกรัมต่อลิตรและหลังการบำบัด มีค่า DO อยู่ระหว่าง 2.82 – 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1:100 มีค่า DO มากที่สุด เท่ากับ 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 5) ส่วนค่า DO ของน้ำทิ้งที่มาจากคูน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน มีค่า DO ก่อนบำบัด เท่ากับ 2.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และหลังการบำบัด มีค่า DO อยู่ระหว่าง 5.27 – 6.05 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1:100 มีค่า DO มากที่สุด เท่ากับ 6.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 6)

ค่าความต้องการปริมาณก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพของแหล่งน้ำ (Biochemical oxygen demand, BOD)

ผลการทดลองหลังการบำบัดน้ำทิ้งโดยใช้สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน พบว่า ค่า BOD ของน้ำทิ้งที่เก็บตัวอย่างมาจาก 2 สถานที่ มีค่า BOD หลังการบำบัดมีค่าลดลงน้อยกว่าก่อนบำบัด โดยจากการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวมีค่า BOD ก่อนบำบัดเท่ากับ 2,150 มิลลิกรัมต่อลิตร และหลังการบำบัด มีค่า BOD

อยู่ระหว่าง 1,247 – 1,785 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกรรมวิธีที่มีอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง อัตรา 1:100 มีค่า BOD น้อยที่สุด เท่ากับ 1,247 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 7) คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดที่ดีที่สุด เท่ากับร้อยละการบำบัด 40 ส่วนค่า BOD ของน้ำทิ้งที่มาจากคูน้ำบริเวณด้านหน้า สถาบันวิจัยพืชสวน ค่า BOD หลังการบำบัด มีค่าอยู่ระหว่าง 57.2 – 86.3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยกรรมวิธีที่มี อัตราส่วนของสารสกัดแทนนิน อัตรา 1:100 มีค่า BOD น้อยที่สุด เท่ากับ 57.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 8) เมื่อ คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัดที่ดีที่สุดเท่ากับร้อยละการบำบัด 41.3

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าวและน้ำทิ้งจากชุมชน โดยการทดสอบคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมี เปรียบเทียบก่อนและ หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนิน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า ผลการทดลองที่ได้จากดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ ทิ้งที่มีการสอดคล้องกัน โดยเมื่อพิจารณาโครงสร้างโมเลกุลของสารสกัดแทนนิน (ฤทัยรัตน์, 2551) ที่เป็นสารที่มีขี้ผึ้ง และมีหมู่ไฮดรอกซิล (OH) ประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อเติมลงไปในสารละลาย จึงเกิดการแตกตัวซึ่งจะทำให้ ได้ไอออนไฮโดรเจนอิสระจำนวนเพิ่มขึ้น จึงมีคุณสมบัติของการมีสภาพความเป็นกรดอ่อน เมื่อใส่ไปในน้ำทิ้ง สาร แทนนินมีการแตกตัว ทำให้มีอนุภาคอิสระของไฮโดรเจนไอออนที่เพิ่มสูงขึ้นในน้ำและเมื่อระยะเวลาผ่านไป จึงเกิดการ รวมตัวกับไอออนอิสระของสารแขวนลอยอื่นในน้ำทิ้ง เกิดเป็นโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จึงเกิดการตกตะกอน ลงสู่ด้านล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้สภาพความเป็นกรดลดลง ค่า pH จึงเพิ่มขึ้น มีการตกตะกอนมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้สารสกัดแทนนินมีผลทำให้ความขุ่นของน้ำทิ้งลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาสารสกัดจากใบผสม เมล็ดมะรุมและสารสกัดเมล็ดมะรุมซึ่งเป็นสารสกัดจากพืชร่วมกับการใช้สารส้มและปูนขาวสามารถทำเป็นสาร สร้างตะกอนในการกำจัดความขุ่นในน้ำทิ้งจากโรงงานผักกาดตองได้ดี (ยศวดี, 2556, รุ่งทิวา, 2556) จากค่าความ ขุ่นที่ลดลง ส่งผลให้หลังการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้ง มีค่า DO เพิ่มขึ้น และค่า BOD ที่ลดลงในทุกกรรมวิธีที่มีการ บำบัดด้วยสารสกัดแทนนินด้วย ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าสารสกัดแทนนินมีผลทำให้ความขุ่นของน้ำทิ้งลดลง น้ำทิ้ง มีการตกตะกอนมากขึ้น ทำให้แสงแดดสามารถส่องลงไปถึงในน้ำได้ดีขึ้น การถ่ายเทแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน ระหว่างผิวน้ำและอากาศสามารถเกิดขึ้นได้ดี ส่งผลให้ปริมาณการละลายตัวของก๊าซออกซิเจนในน้ำทิ้งจึงเพิ่มมาก ขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งเมื่อแสงแดดสามารถส่องถึงในน้ำทำให้มีการสังเคราะห์แสงจากพืชภายในน้ำ ก๊าซออกซิเจน เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีการละลายตัวของก๊าซออกซิเจนในน้ำดีขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำมีก๊าซออกซิเจนเพิ่มขึ้นตามความ ต้องการจึงมีผลทำให้ค่า BOD มีค่าต่ำลง สอดคล้องกับ ฤทัยรัตน์ (2551) รายงานผลการศึกษาสารสกัดแทน นินจากใบมันสำปะหลังมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียในเรื่องความขุ่น ค่าการนำไฟฟ้า ค่า DO และค่า BOD อย่างมีประสิทธิภาพดี

ซึ่งแม้ว่าการศึกษาในครั้งนี้ค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทิ้งที่ได้หลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือก มะพร้าวอ่อน ค่าที่ได้ยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากครัวเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมตามประกาศ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2539) อย่างไรก็ตามผลของ ประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัด ที่ดีที่สุดเท่ากับร้อยละการบำบัด 40 ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ของระบบบำบัดในขั้นตอนของระบบบำบัด ขั้นต้น (primary treatment) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องการแยกอนุภาคของสารที่ไม่สามารถละลายน้ำได้หรือตะกอน แขวนลอยออกจากน้ำเสีย โดยการกำจัดสารอินทรีย์บางส่วนออกจากรน้ำเสียด้วยการตกด้วยตะแกรง การทำให้

ตกตะกอนเป็นต้น โดยน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดขั้นต้นมีเกณฑ์ในส่วนของค่า BOD ว่า หลังจากบำบัดค่า BOD ลดลงร้อยละ 25-40 (พิมล และชัยวัฒน์, 2539)

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว จ.ชุมพร ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)		
	0	1	6
วิธีควบคุม	1.42	-	-
1 : 1000	1.42	2.20	3.05
1 : 100	1.42	2.35	3.30
1 : 50	1.42	2.10	2.95
1 : 20	1.42	1.95	2.82

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ของน้ำทิ้งจากคูณ้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)		
	0	1	6
วิธีควบคุม	2.80	-	-
1 : 1000	2.80	3.42	5.52
1 : 100	2.80	3.45	6.05
1 : 50	2.80	3.30	5.80
1 : 20	2.80	3.27	5.27

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความต้องการก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพ (BOD) ของน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว จ.ชุมพร ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)		
	0	1	6
วิธีควบคุม	2150	-	-
1 : 1000	2150	1935	1320
1 : 100	2150	1828	1247
1 : 50	2150	1742	1630
1 : 20	2150	1806	1785

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความต้องการก๊าซออกซิเจนทางชีวภาพ (BOD) ของน้ำทิ้งจากคูนน้ำบริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่าง และระยะเวลา ที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	เวลา (ชั่วโมง)		
	0	1	6
วิธีควบคุม	104	-	-
1 : 1000	104	91.5	79.0
1 : 100	104	76.9	57.2
1 : 50	104	88.4	73.8
1 : 20	104	87.4	86.3

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนในการบำบัดน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปมะพร้าว โดยการทดสอบคุณภาพน้ำทิ้งทางกายภาพและทางเคมี เปรียบเทียบก่อนและหลังการบำบัดด้วยสารสกัดแทนนิน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยที่ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำหลังการบำบัดที่ระยะบำบัด 6 ชั่วโมง ผลการทดลองด้านกายภาพ พบว่า สีของน้ำใสขึ้น และมีกลิ่นที่ลดลง น้ำทิ้งตัวอย่างมีการตกตะกอน มีค่าความขุ่น อยู่ระหว่าง 215 – 269 NTU ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับการบำบัดด้วยสารแทนนินอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนทางด้านเคมี พบว่า pH ของน้ำทิ้งในทุกกรรมวิธี มีค่า pH 6.6 – 6.92 มีค่า pH ที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนบำบัด มีสภาพความเป็นกลาง มีค่า DO อยู่ระหว่าง 2.82 – 3.30 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่า BOD อยู่ระหว่าง 1,247 – 1,785 มิลลิกรัมต่อลิตร คิดเป็นประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD หลังจากบำบัด ที่ดีที่สุด เท่ากับร้อยละการบำบัด 40 และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งแล้ว พบว่า อัตราส่วนระหว่างสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำทิ้งตัวอย่าง ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งได้ดีที่สุด คือ อัตราส่วนสารสกัดแทนนินต่อ น้ำทิ้ง เท่ากับ 1 ต่อ 100

- ข้อเสนอแนะ

ศึกษาความเป็นไปได้ในการต่อยอดการใช้ประโยชน์ให้สามารถใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สามารถถ่ายทอดวิธีการสกัด สารแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ให้ผู้ประกอบการหรือผู้สนใจ นำไปพัฒนาต่อได้ ซึ่งระดับการผลิตสามารถทำได้ในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน หรือระดับชุมชน
2. สามารถนำแนวทางงานวิจัยไปต่อยอดในการใช้ประโยชน์สารสกัดแทนนินในภาคอุตสาหกรรม เพิ่มมูลค่า และเพื่อสร้างรายได้ให้เกษตรกรอีกทางหนึ่ง
3. เป็นอีกหนึ่งวิธีในการกำจัดเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรให้เป็นประโยชน์

11. คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์พรรณ สิริมนต์ มจร.ราชบุรี ที่ปรึกษาโครงการ และ ผศ.ดร.ธิตติมา วงศ์ศิริ ที่ให้แนวทางในการสกัดสารประกอบแทนนิน ขอขอบคุณ ผศ.ดร.รชา เทพพร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ชี้แนะและช่วยสนับสนุนการวิเคราะห์สารประกอบแทนนิน ขอขอบคุณ บริษัทท็อฟ-เทท์ จำกัด อ.สวี จ.ชุมพร สนับสนุนตัวอย่างน้ำทิ้งเพื่อการทดลอง และขอขอบคุณ คุณอุดม วงศ์ชนะภัยศวพ.ราชบุรี และพนักงานราชการ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรที่ทุ่มเทในการเตรียมตัวอย่างเปลือกมะพร้าว หากขาดท่านเหล่านี้ งานวิจัยครั้งนี้คงไม่สำเร็จ

12. เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. การบำบัดน้ำเสีย. มิตรนราการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2561. http://reg.diw.go.th/water/Report_Record.asp?Date_Audit=30/6/2557

- กรมควบคุมมลพิษ. 2547. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม. แหล่งที่มา:
- ชนิษฐา แพบขุนทด ปนิตา เย็นใจ ศิริพร ตะทะกรโทก. 2558. การศึกษาสารแทนนินจากส่วนต่างๆ ของทับทิม. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
- ฤทัยรัตน์ น้อยคนดี. 2551. การสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลังเพื่อบำบัดคุณภาพน้ำเสีย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์. 2549. เอกสารประกอบการสอน เรื่องหลักการและเทคนิคการวิเคราะห์คุณภาพ (Principle and Techniques of Water Quality Analysis). วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวนณิชย์. 2539. เคมีสภาวะแวดล้อม. โอ. เอส. พรินติ้ง เฮ้าท์, กรุงเทพฯ
- พีรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ. 2544. พืชที่ให้สีส้มและแทนนิน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.), กรุงเทพฯ.
- สิทธิชัย ตันธนะสฤกษ์ดี. 2549. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- Atanassova, M. and V. Christova-Bagdassarian. 2009. Determin of tannin content by titrimetric method for comparison of different plant species. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy 44(4): 413-415.
- Hagerman, A.E. 1988. Extraction of Tannin from Fresh and Preserved Leaves. Journal of Chemical Ecology, Vol. 14, No. 2.
- Leite, L., Dourado, L., 2013. "Laboratory activities, science education and problem-solving skills". Procedia-Social and Behavioral Sciences. P. 1677-1686

13. ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1 การเตรียมตัวอย่างมะพร้าว



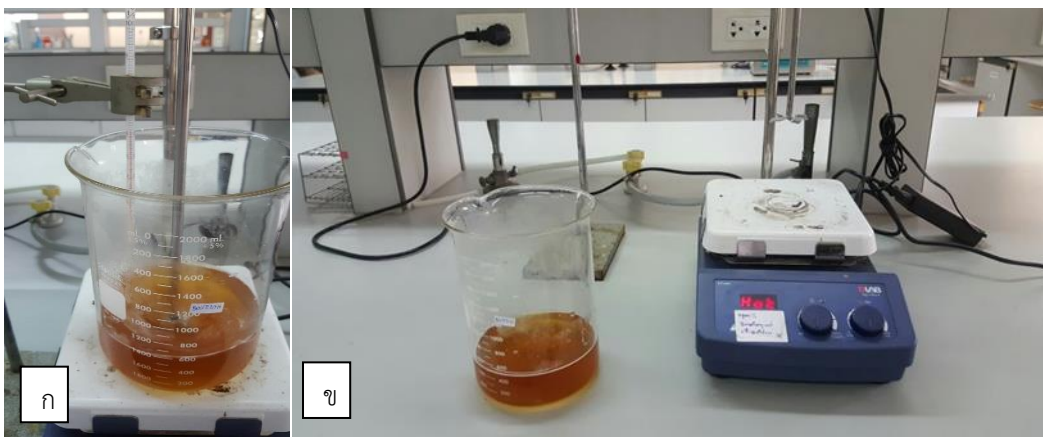
ภาพผนวกที่ 2 การเตรียมตัวอย่างเปลือกมะพร้าว(ส่วนในและนอก) แห้งปั่นละเอียด ในอัตราส่วนระหว่าง สารละลายเอทานอลความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ ต่อ ตัวอย่างเปลือกมะพร้าวแห้งปั่นละเอียด (1:6)



ภาพผนวกที่ 3 การปั่นสารละลายผสมระหว่างเปลือกมะพร้าวแห้งและเอทานอล (ก) กรองด้วยชุดเครื่องปั๊ม สูญญากาศ (ข) และสารสกัดจากเปลือกมะพร้าวภายหลังการสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นต่าง เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง (ค)



ภาพผนวกที่ 4 การระเหยเอทานอลในสารสกัดที่ระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ก) และ สารสกัดจากเปลือกมะพร้าวภายหลังการระเหยเอทานอลเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อนำไปวิเคราะห์สารแทนนินต่อไป (ข)



ภาพผนวกที่ 5 สารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน



ตารางผนวกที่ 1 คุณภาพน้ำที่จากโรงงานแปรรูปมะพร้าว อ.สวี จ.ชุมพร ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่างที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	พารามิเตอร์											
	pH			ความขุ่น (NTU)			ค่า DO (mg/l)			ค่า BOD (mg/l)		
	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด
วิธีควบคุม	4.87	4.63	-	304.7	272.5	-	1.42	-	-	2150	-	-
1 : 1000	4.95	6.75	-	299.7	226.9	24.3	1.42	3.05	-	2150	1320	38.6
1 : 100	4.85	6.78	-	311.5	214.9	31.0	1.42	3.30	-	2150	1247	42.0
1 : 50	4.77	6.92	-	305.9	238.3	22.1	1.42	2.95	-	2150	1630	24.2
1 : 20	4.85	6.60	-	315.7	246.8	21.8	1.42	2.82	-	2150	1785	17.0

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำที่จากคูน้ำ บริเวณด้านหน้าสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ภายหลังจากบำบัดด้วยสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อน ในอัตราส่วนของสารสกัดแทนนินจากเปลือกมะพร้าวอ่อนต่อน้ำตัวอย่างที่แตกต่างกัน

อัตราส่วน	พารามิเตอร์											
	pH			ความขุ่น (NTU)			ค่า DO (mg/l)			ค่า BOD (mg/l)		
	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	ร้อยละการบำบัด
วิธีควบคุม	8.05	6.47	-	129.0	123.9	-	2.80	-	-	104	-	-
1 : 1000	8.24	6.30	-	125.5	126.4	36.1	2.80	5.52	-	104	79.0	31.7
1 : 100	7.80	6.13	-	131.8	136.1	42.8	2.80	6.05	-	104	57.2	41.3
1 : 50	8.10	6.62	-	126.3	153.8	17.3	2.80	5.80	-	104	73.8	27.9
1 : 20	8.3	6.09	-	128.5	144.0	20.7	2.80	5.27	-	104	86.3	26.9