บทคัดย่อ

โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังมีความต้องการใช้น้ำคุณภาพดีอย่างน้อยที่สุดเทียบเท่าน้ำประปาในกระบวนการผลิตแป้ง ในปริมาณมากและมีน้ำเสียในปริมาณมาก บางโรงงานได้พยายามนำน้ำภายหลังการบำบัดกลับมาใช้ประโยชน์ โดยติดตั้งระบบทำน้ำประปา แต่ก็ยังไม่สามารถผลิตน้ำที่มีคุณภาพระดับน้ำประปาได้เนื่องจากปัญหาสีและความขุ่นของน้ำดิบ ซึ่งก็คือน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังภายหลังการบำบัด จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาพัฒนาเพื่อให้ได้กรรมวิธีเตรียมน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังภายหลังการบำบัดให้ได้น้ำที่มีคุณภาพเทียบเท่าน้ำประปา เพื่อนำน้ำที่มีคุณภาพนั้นกลับมาใช้ประโยชน์ในโรงงาน จากการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง บริษัท สงวนวงษ์อุตสาหกรรม จำกัด จังหวัดนครราชสีมา จากบ่อกักน้ำทิ้งของโรงงานฯ จำนวน 11 ครั้ง ในรอบ 1 ปี รวมทั้งสิ้น 12 ตัวอย่าง ตัวอย่างน้ำทิ้งภายหลังการบำบัดจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ทุกตัวอย่างมีสีเขียวและมีความขุ่นของตะกอนแขวนลอยแตกต่างกันในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน มีกลิ่นคาว มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25.0-30.0 องศาเซลเซียส ความขุ่นอยู่ในช่วง 44.29-220.95 NTU ความเข้มของสี 1.20-10.30 SU ปริมาณของแข็งทั้งหมดในช่วง 0.34-0.46% (340-460 มิลลิกรัม/ลิตร) ความกระด้าง 549.50-819.47 mg/L $CaCO_3$ ปริมาณแคลเซียมไอออนอยู่ในช่วง 116.05-272.28 mg/L $CaCO_3$ และคลอไรด์ไอออนมีค่า 568.83-1,828.03 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าการนำไฟฟ้า 4,513.50-7,226.67 μS/cm ค่าความเป็นกรด-ด่าง 8.06-8.77 พบ Phytoplankton ทั้ง Cyanobacteria โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสกุล *Oscillatoria* และ *Spirulina* และ Eucaryotic algae หลากหลายชนิดในทุกตัวอย่างน้ำในปริมาณ $1.50x10^4$-$4.80x10^5$ cells/mL จุลินทรีย์ทั้งหมดจำนวน $2.07x10^5$ - $9.85x10^5$ CFU/mL ตรวจพบยีสต์ในปริมาณ <30(2) - $1.57x10^3$ CFU/mL ไม่พบรา ค่า Most probable number (MPN) ของ Coliform bacteria อยู่ในช่วง 14 - $\geq$1600/น้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร และ MPN ของ *E. coli* ในช่วง 6.8-350/น้ำ 100 มิลลิลิตร ตัวอย่างน้ำทิ้งภายหลังการบำบัดที่นำมาศึกษาในครั้งนี้มีทั้งตัวอย่างที่ได้และไม่ได้มาตรฐานคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำดิบที่ใช้เตรียมน้ำประปาตามมาตรฐาน มอก. 257-2521 ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม และทุกตัวอย่างไม่ได้มาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดิบ จากที่ได้ศึกษาระยะเวลาการตกตะกอนตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและสิ่งแขวนลอยในน้ำทิ้งภายหลังการบำบัด พบว่าต้องใช้เวลา 3-5 วันในที่มืดเพื่อยับยั้งการสังเคราะห์แสงของ Phytoplankton จึงจะสามารถตกตะกอนสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและสิ่งแขวนลอยในน้ำได้โดยมีค่าความขุ่นลดลง 50% โดยเฉลี่ยและทิ้งให้ตกตะกอนนาน 14 วัน จึงสามารถลดความขุ่นได้ 75-80% การใช้สารช่วยตกตะกอนทั้งชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำให้สามารถกำจัดทั้งสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เป็นสาเหตุให้เกิดสีและความขุ่นของน้ำและกำจัดตะกอนลอย/สิ่งแขวนลอยไปพร้อมกัน สารช่วยตกตะกอนที่คัดเลือกได้จากการศึกษามี 2 ชนิดตามที่มีจำหน่ายเป็นการค้า พบว่าควรใช้สารตกตะกอนชนิดที่ 1 ในความเข้มข้น 2% (น้ำหนักโดยปริมาตร) ปริมาณ 0.857 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 11 และสารตกตะกอนชนิดที่ 2 ความเข้มข้น 1% (น้ำหนักโดยปริมาตร) ปริมาณ 0.188 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ที่ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 11 เช่นกัน เมื่อพัฒนาวิธีการเตรียมน้ำภายหลังการกำจัดตะกอนให้ได้น้ำที่มีคุณภาพเทียบเท่าน้ำประปา ได้กรรมวิธีที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือ (1) การทำให้น้ำเริ่มต้น (น้ำทิ้งภายหลังการบำบัด) ใสด้วยสารช่วยตกตะกอนชนิดที่ 1 และ 2 (2) การกำจัดสีและกลิ่นโดยใช้ถ่าน 0.5-1% Activated carbon

(Carbokarn, Thailand) (3) การกำจัดประจุบวกโดยใช้ Cation exchange resin (DOWEX HCR-S/S, Italy) (4) การกำจัดจุลินทรีย์ด้วยคลอรีน และ (5) การกำจัดประจุลบโดยใช้ระบบ Reverse osmosis (RO) (Kemflo, America) พร้อมทั้งได้ปรับขั้นตอนการกำจัดความขุ่นและสีที่เนื่องจาก Phytoplankton เป็น 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 การกำจัดสิ่งแขวนลอยและตะกอนในน้ำทิ้งภายหลังการบำบัด ด้วยสารช่วยตกตะกอนชนิดที่ 1 และ 2 ในปริมาณเหมาะสมตามที่ได้ศึกษา จากนั้นผ่านระบบกรอง กำจัดจุลินทรีย์ด้วยคลอรีน และกำจัดไอออนด้วยระบบ RO และวิธีที่ 2 การกำจัดสิ่งแขวนลอยและตะกอนโดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทิ้งภายหลังการบำบัดเท่ากับ 11 ด้วย 20% Sodium hydroxide เติมสารตกตะกอนชนิดที่ 1 ในปริมาณเหมาะสมตามที่ได้ศึกษา กวน 30 นาที เติมสารตกตะกอนชนิดที่ 2 ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้ได้ 7.5 ด้วย 10% Sulphuric acid กวนผสม ทิ้งให้ตกตะกอน 45 นาที นำน้ำส่วนใสมาผ่านระบบกรอง กำจัดจุลินทรีย์ด้วยคลอรีน และกำจัดไอออนด้วยระบบ RO จากน้ำเริ่มต้นที่มีที่มีความขุ่น 44.29 NTU มีสีเขียว กลิ่นคาว ความเข้มของสี 1.20 SU ความเป็นกรด-ด่วง 8.52 ปริมาณของแข็งทั้งหมด 0.46% สภาพด่างคาร์บอเนต ด่างไบคาร์บอเนต และทั้งหมด เท่ากับ 117.72, 431.64 และ 549.36 mg/L $CaCO_3$ ตามลำดับ ความกระด้าง 723.51 mg/L $CaCO_3$ และปริมาณคลอไรด์ 1,828.03 mg/L เมื่อผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยวิธีที่ 1 พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม มอก. 257-2549 ซึ่งมีมาตรฐานสูงกว่าน้ำประปา มอก. 257-2521 โดยวิธีการที่พัฒนาขึ้นสามารถลดความกระด้าง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมได้เป็นอย่างดี รวมทั้งค่าการนำไฟฟ้า คลอไรด์ สภาพด่าง ปริมาณมวลสาร และค่าสารละลายมีค่าลดลงจนอยู่ในระดับมาตรฐานน้ำประปาและน้ำบริโภค ส่วนน้ำทิ้งที่นำมาผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีที่ 2 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปา ยกเว้นสารละลายมีค่าค่อนข้างสูงแต่อยู่ในเกณฑ์อนุโลม ค่าความเป็นกรด-ด่าง และแอมโมเนียไนโตรเจนไม่ได้มาตรฐานน้ำบริโภคตาม มอก. 257-2549 การปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งภายหลังการบำบัดจากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง เพื่อให้มีคุณภาพเทียบเท่าน้ำประปาด้วยวิธีที่ 1 จึงมีความเหมาะสมกว่าวิธีที่ 2 อย่างไรก็ตามน้ำที่เตรียมได้จากทั้ง 2 วิธี มีคุณภาพทางจุลชีววิทยาเทียบเท่าคุณภาพน้ำประปาตามมาตรฐาน มอก. 257-2521 และของกรมอนามัย พ.ศ. 2543 และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม มอก. 257-2549 จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบกรองน้ำ พบว่า Activated carbon ปริมาณ 25 กิโลกรัม มีประสิทธิภาพลดลงหลังจากที่ได้ใช้น้ำคุณภาพตามที่ปรับปรุงผ่านในปริมาณ 390 ลิตร เมื่อนำตัวอย่างน้ำที่มีค่าความกระด้างโดยเฉลี่ย 671.39 mg/L $CaCO_3$ ผ่าน Cation exchange resin จำนวน 25 ลิตร สามารถผ่านได้ปริมาณ 473.86 ลิตร และจากตัวอย่างน้ำที่มีปริมาณคลอไรด์ไอออนโดยเฉลี่ย 1,428.93 มิลลิกรัม/ลิตร หลังจากผ่านการปรับปรุงคุณภาพตามวิธีที่พัฒนาขึ้นแล้ว ระบบ RO สามารถรองรับน้ำได้จำนวน 5,092.57 ลิตร โครงการวิจัยนี้มีผลสำเร็จที่ได้กรรมวิธีเตรียมน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลังภายหลังการบำบัดให้ได้น้ำที่มีคุณภาพเทียบเท่าน้ำดื่มที่มีมาตรฐานสูงกว่าน้ำประปา และสามารถปรับใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งได้อย่างกว้างขวาง ผลสำเร็จที่ได้ยังเป็นพื้นฐานสำคัญที่ควรมีการศึกษาต่อเนื่องเกี่ยวกับการเพิ่มกำลังการผลิต พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพของระบบการผลิตและงบลงทุน