บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสามารถและประสิทธิภาพในการกรองสารแขวนลอย อนินทรีย์ อินทรีย์ และสารละลายอินทรีย์ธรรมชาติในตัวอย่างน้ำเสียจากขั้นตอนต่างๆของระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำใช้และน้ำทิ้งหลังบำบัดฯที่ไม่ผ่านและผ่านการปรับสภาพ โดยใช้ทฤษฎีของการกรองชั้นเค้กในสภาวะการทดสอบที่ความดัน 0.5 บาร์ และความดัน 0.2 บาร์ ด้วยเยื่อกรองขนาดรูกรอง 0.22 μm และ 0.05 μm โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานจำเพาะ ($\alpha.W$) และค่าความต้านทานจำเพาะของชั้นเค้ก (α) เป็นตัวบ่งชี้ความแตกต่างโครงสร้างชั้นสะสมที่เกิดขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันตามชนิดตัวอย่างน้ำป้อน ความเข้มข้นของมวลสารต่างๆ และสภาวะที่ทำการกรอง โดยพบว่า ตัวอย่างน้ำเสียมีค่าความต้านทานจำเพาะเชิงชลศาสตร์เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นตัวอย่างน้ำป้อน น้ำตะกอนแขวนลอยจุลินทรีย์ที่กรองรวมและกรองตัวอย่างที่แยกเอามวลแบคทีเรียแขวนลอยออกให้ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชั้นสะสมที่เคลือบผิวเยื่อกรองเป็นชั้นบางแต่มีความพรุนต่ำ ระดับของค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานและค่าความต้านทานจำเพาะที่เกิดขึ้นในเยื่อกรองที่ใช้ทดสอบมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละสภาวะที่ศึกษา

ความสามารถในการกรองสารละลายอนุภาคเบนโทไนต์ น้ำผิวดินจากอ่างเก็บน้ำฯ และน้ำทิ้งหลังบำบัดฯ พบค่า $\alpha.W$ และ α เพิ่มขึ้นตามความเข้นข้นอนุภาคเบนโทไนต์ ค่า $\alpha.W$ และ α ขณะกรองตัวอย่างน้ำทิ้งหลังบำบัดก่อนปล่อยทิ้งสู่แหล่งน้ำสาธารณะ มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการกรองตัวอย่างน้ำใช้ทั้งสองประเภทมากกว่าถึง 5-20 เท่า และค่า $\alpha.W$ และ α สูงขึ้นขณะกรองที่ความดัน 0.5 บาร์เทียบกับการกรองที่ความดันต่ำที่ 0.2 บาร์ และผลของขนาดรูกรองเยื่อกรองไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดขึ้นกับความแตกต่างขององค์ประกอบน้ำป้อน โดย การกรองสารละลายอนุภาคเบนโทไนต์และน้ำผิวดินจากอ่างเก็บน้ำฯ ด้วยเยื่อกรองขนาดรูกรอง 0.22 μm และ 0.05 μm ให้ค่า $\alpha.W$ และ α ใกล้เคียงกันที่สองค่าความดันทดสอบ ขณะที่ ค่า $\alpha.W$ และ α มีแนวโน้มต่ำกว่าเมื่อกรองตัวอย่างน้ำทิ้งหลังบำบัดฯด้วยเยื่อกรองขนาดรูกรอง 0.05 μm เทียบกับกรองด้วยเยื่อกรองขนาดรูกรอง 0.22 μm ที่ความดันเดียวกัน

ตัวอย่างน้ำใช้และน้ำทิ้งหลังบำบัดฯที่ปรับสภาพมีค่าความต้านทานที่ไม่เพิ่มขึ้นตามเวลากรองและสอดคล้องกับค่า $\alpha.W$ และ α ที่มีแนวโน้มต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้ขณะกรองตัวอย่างที่ไม่ผ่านการปรับสภาพมากกว่า 5-20 เท่า ชั้นสะสมที่เกิดขึ้นของตัวอย่างน้ำที่ปรับสภาพนั้น มีความหนาแต่มีความพรุนต่ำเนื่องจากการจัดเรียงโครงสร้างขณะกรองไม่อัดตัวแน่น เป็นฟาวลิ่งแบบฟื้นตัวได้และเป็นเสมือนชั้นกรองสองที่ทำให้อัตราการซึมผ่านคงที่ ทั้งนี้เยื่อกรองมีประสิทธิภาพในการกักกันสารแขวนลอย สารละลายต่างๆได้ดี คุณภาพน้ำทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก ค่าความขุ่นต่ำกว่า 5 NTU ค่า COD ในน้ำภายหลังกรองแล้วมีค่าลดลงกว่า 50-90% และการใช้สารปรับสภาพทั้งสองร่วมกันกับการกรองตัวอย่างน้ำทิ้งหลังบำบัดฯทำให้คุณภาพน้ำทิ้งหลังบำบัดฯดีขึ้น โดยพบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ธรรมชาติละลายน้ำในรูปของค่าการดูดกลืนแสงยูวีที่ความยาวคลื่น 254 nm และความเข้มข้นของกรดฮิวมิก ลดลงไม่ต่ำกว่า 60-70 %

ประสิทธิภาพในการกักกันสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งหลังบำบัดในรูป COD ระหว่าง 50-60 % และปริมาณสีทั้งหมดลดลงกว่า 90 % สภาวะการเดินระบบที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพที่สูงของกระบวนการแยกด้วยเยื่อกรองสำหรับงานด้านน้ำเสีย การใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งหลังบำบัดเพื่อนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ และเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ต้องควบคุมกระบวนการแยกให้มีสมรรถนะสูง เดินระบบได้อย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพในการทำให้น้ำหลังกรองให้มีคุณภาพดีขึ้นในระดับที่ใช้เป็นน้ำใช้ในกิจกรรมต่างๆ ขณะที่ต้องควบคุมปฏิกริยาชีวภาพในการบำบัดภายในถังปฏิกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูง และอาจใช้กระบวนการปรับสภาพร่วมด้วย

คำสำคัญ : ฟาวลิ่ง; ความต้านทานจำเพาะ; การกรองแบบปิดตาย; น้ำป้อน; เยื่อกรองรูพรุน; การปรับสภาพน้ำ

Abstract

The objective of this study was to evaluate and quantify the filterability of soluble and suspended organic/inorganic solution from several steps in wastewater treatment plant of seafood processing industry. And surface water and effluent without and with conditioning were also studied. A laboratory-scale filtration unit with Plane organic membranes was used to conduct the filtration runs with different feed water concentration under a given Transmembrane pressures-TMP (ranged from 0.2 to 0.5 bars) without any applied turbulence. The fouling potential and the filterability were examined and described by cake filtration law in term of resistance coefficient ($\alpha.W$) and specific resistance (α). The latter indicated the difference structure of cake deposition on membrane surface. The results showed that an increase of $\alpha.W$ and α with the concentration of wastewater samples tested. The values of $\alpha.W$ and α obtained from total composition of Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS) comparing to soluble fraction from MLSS showed similar values. This soluble fraction induced fouling and its mechanism is due both to the interaction of soluble organic components and also some of particular colloids in MLSS causing irreversible fouling of thin film formation on membrane surface with low porosity, dense structure, pore reducing and blocking.

The evaluation of filterability of bentonite suspension, reservoir surface water and final treated wastewater with and without chemical conditioning showed an increase in $\alpha.W$ and α when the concentration of feed water without any conditioning methods. It was found that values of $\alpha.W$ and α from final treated wastewater were 5-20 times higher than bentonite suspension and reservoir surface water tested. Higher pressure than 0.2 bars induced greater $\alpha.W$ and α values than lower pressure applied. The pore size of porous membrane did not showed any different in the values of $\alpha.W$ and α obtained but they depended on type of feed water tested. It was observed that high resistance values were in the same range as that for bentonite suspension and reservoir surface water when they were filtered with 0.22 μm and 0.05 μm in both applied pressures. The $\alpha.W$ and α values for final treated wastewater using 0.05 μm membrane were higher than those obtained from 0.22 μm membrane at the same pressure tested.

Feed water, bentonite suspension reservoir surface water and final treated wastewater, was conditioned by adding ferric chloride, alum and/or activated carbon showed similar resistance values despite increasing the filtration time. The values of $\alpha.W$ and α were lower than the values obtained from feed water without conditioning condition because of low porosity and less dense of cake structure forming reversible fouling and its represent to the secondary filter with constant filtration rate. Membrane separation showed a very good efficiency to retain suspended solids and solutes in all suspension tested. Physical quality of filtered water is in good to excellent level with turbidity lower than 5 NTU with the COD removal about 50-90%. The combination of coagulation and adsorption for filtering final treated wastewater performed a very good quality due to natural organic matter in term of UV absorbance 254 and humic concentration was reduced about 60-70 %. The reduction rate of COD was between 50-60 % and 90 % total color removal was achieved. Finally, the optimization of membrane process should be considered and controlled. The significant operating conditions such as biological reaction water and wastewater conditioning prior filtration process can maintain system performances and its efficiency for continuous filtration runs. In addition the quality of treating water will be suited as raw water for water supply production and reuse recycling.

Keywords: fouling; specific resistance; frontal filtration; feed water; porous membrane; water conditioning