บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันปัญหามลพิษทางน้ำได้ทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น สืบเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ทำให้มีกิจกรรมต่างๆ อาทิเช่น กิจกรรมทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม รวมถึงการอุปโภคบริโภคด้วย ก่อให้เกิดน้ำเสียและมีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ โดยเฉพาะบริเวณที่มีชุมชนอาศัยอย่างหนาแน่นส่งผลให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำ คู คลอง เสื่อมโทรมลง น้ำเสียในเขตชุมชนเกิดจากการมีสิ่งปฏิกูล เชื้อโรคต่างๆ สารพิษ สารอนินทรีย์ สารอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมันและน้ำมัน ทั้งไขมันและน้ำมันเป็นปัญหาสำคัญของน้ำทิ้งในครัวเรือน ร้านอาหาร ศูนย์อาหาร ตลาด รวมถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับน้ำมัน เนื่องจากคราบน้ำมันที่ลอยเป็นฝา ทำให้ก๊าซออกซิเจนในอากาศไม่สามารถจะละลายลงไปในน้ำ มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำขาดก๊าซออกซิเจน ยิ่งกว่านั้นถ้ามีคราบน้ำมันคลุมผิวพื้นน้ำ แสงแดดส่องลอดลงไปใต้น้ำไม่ได้ ทำให้พืชในน้ำบางชนิดไม่สามารถสร้างอาหารและเจริญเติบโต แล้วยังมีผลเสียต่อเนื่องทำให้สัตว์น้ำไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ นอกจากนั้นทั้งไขมันและน้ำมันยังเป็นปัญหาต่อท่อระบายน้ำอีกด้วย

น้ำมันและไขมันสามารถถูกย่อยสลายทางชีวภาพได้ด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติ แต่จุลินทรีย์ในธรรมชาติมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำมันและไขมันได้ค่อนข้างน้อยมาก ส่งผลให้กระบวนการในการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบทั่วไปไม่สามารถบำบัดไขมันหรือน้ำมันได้ดีเท่าที่ควร แม้มีการพัฒนาจุลิน ทรีย์ชนิดใหม่ๆ มาใช้ซึ่งส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำมาใช้อย่างแพร่หลาย [1,2] ยังมีวิธีการต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการกำจัดน้ำมัน เช่น ใช้วิธีการทางเคมีร่วมกับวิธีทางชีวภาพ[3,4] นอกจากนั้นยังมีการแก้ปัญหาโดยการดักหรือแยกสารประกอบไขมัน และน้ำมันที่เจือปนออกมาก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

การติดตั้งถังดักไขมัน [5] ซึ่งอาศัยหลักการของความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของน้ำมันกับน้ำ เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดความสกปรกของน้ำทิ้งที่เกิดจากคราบน้ำมันได้ ก่อนระบายลงสู่ท่อระบายน้ำ อย่างไรก็ตาม ในน้ำเสียที่มีสารชะล้างน้ำมันหรือสารลดแรงตึงผิวปนอยู่ด้วยจะทำให้ประสิทธิภาพของถังดักไขมันลดลง เนื่องจากสารลดแรงตึงผิวสามารถช่วยให้น้ำมันกับน้ำรวมตัวกันได้ น้ำมันในส่วนนี้ซึ่งถังดักไขมันไม่สามารถกำจัดได้จึงยังคงเป็นปัญหาใหญ่ของการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ กระบวนการดูดซับเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถลดปริมาณของน้ำมันก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำหรือลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย[6] ตัวอย่างของตัวดูดซับที่นำมาใช้ในการดูดซับน้ำมัน เช่น การใช้ผงขี้เลื้อย [7,8] ถ่านกัมมันต์ [9] เส้นใยจากธรรมชาติ เช่น เส้นใยจากต้นปาล์มน้ำมัน [10] ฝ้าย[6,11]

โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นการดัดแปรเส้นใยเซลลูโลสโดยใช้สารเคมีประเภทพอลิเมอร์ชนิดประจุบวกและสารลดแรงตึงผิวเพื่อเพิ่มความเป็นไฮโดรโฟบิกให้เส้นใยเซลลูโลส เพื่อใช้ในการดูดซับน้ำมันออกจากน้ำเสียที่ปล่อยมาจากครัวเรือนหรือร้านอาหารก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ด้วยวัสดุธรรมชาติที่ผ่านการ

ดัดแปรสภาพพื้นผิวด้วยวิธีทางเคมีให้เหมาะสมกับการดูดซับน้ำมันไว้ที่ผิว ทั้งยังนำวัสดุนี้กลับมาใช้ดูดซับน้ำมันใหม่ได้ ข้อดีที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือวัสดุชนิดนี้น่าจะสามารถช่วยลดปริมาณของสารแรงตึงผิวที่ปะปนมากับน้ำทิ้งได้บางส่วนด้วย เนื่องจากเส้นใยเซลลูโลสต้องถูกดัดแปรให้มีสภาพประจุที่ผิวเป็นบวกด้วยพอลิเมอร์ชนิดประจุบวก ซึ่งสามารถดูดซับกับสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ ที่เป็นสารลดแรงตึงผิวที่ใช้กันมากในครัวเรือน ผู้วิจัยคาดว่างานวิจัยนี้ จะสามารถนำความรู้ที่ได้จากการดัดแปรพื้นผิวเส้นใยเซลลูโลสไปพัฒนาให้สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งประโยชน์ในเรื่องของการช่วยลดปริมาณน้ำมันและสารลดแรงตึงผิวที่ปะปนอยู่ในน้ำเสีย นอกจากนั้นยังสามารถนำน้ำมันที่กำจัดและวัสดุที่ใช้ในการกำจัดน้ำมันกลับมาใช้ใหม่ได้ เพื่อเป็นทางเลือกใหม่หรือเป็นการเสริมประสิทธิภาพของถังดักไขมัน ให้สามารถลดปริมาณของเสียที่จะปะปนลงไปในแหล่งน้ำธรรมชาติได้

ในกระบวนการกำจัดน้ำเสีย ของเสียประเภทที่เป็นน้ำมัน ไม่ว่าจะมาจากการทำเกษตรกรรม อุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งจากครัวเรือน นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างมาก จึงได้มีการกำจัดคราบน้ำมันเหล่านี้ออกก่อนไม่ว่าจะเป็นการใช้ถังดักไขมัน การย่อยสลายคราบน้ำมันด้วยจุลินทรีย์ การดูดซับด้วยวัสดุดูดซับ และกระบวนการอื่นๆ ในการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเน้นในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้วัสดุธรรมชาติในการดูดซับน้ำมัน และกระบวนการดัดแปรวัสดุเหล่านี้เพื่อการกำจัดน้ำมันด้วย วัสดุที่ได้มาจากธรรมชาตินั้นสามารถย่อยสลายได้เองจึงมีงานวิจัยจำนวนมากที่พยายามนำเอาข้อได้เปรียบนี้มาทำการดัดแปรเพื่อวัสดุธรรมชาติมีสมบัติตรงกับความต้องการที่จะนำไปใช้งานได้ เช่น การใช้ไคโตซานมาใช้ดูดซับน้ำมันเนื่องจากไคโตซานเป็นพอลิเมอร์จากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ จากการทดลองพบว่าไคโตซานสามารถกำจัดน้ำมันปาล์มที่เป็นของเสียหลังจากการบีบอัดได้ถึง 97-99% โดยสามารถแสดงผลการดูดซับของน้ำมันบนไคโตซาน ด้วย เทคนิค FTIR และ SEM[12] นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการดูดซับน้ำมันบนบนไคโตซาน เบนโทไนท์ และ ถ่านกัมมันต์ พบว่า ไคโตซานให้ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันได้มากที่สุด อีกทั้งไคโตซานยังสามารถช่วยลดปริมาณของแข็งที่แขวนลอยอยู่สารละลายได้มากกว่า เบนโทไนท์ และ ถ่านกัมมันต์ อีกด้วย[13] เมื่อเปรียบเทียบการดูดซับน้ำมันบนไคโตซานแบบผงและแบบแผ่น พบว่า ไคโตซานแบบผงจะให้ค่าการดูดซับน้ำมันที่มากกว่าแบบแผ่น ซึ่งมาจากไคโตซานแบบผงมีพื้นผิวมากกว่า และพบว่า สภาวะที่เป็นกรดจะมีปริมาณการดูดซับของน้ำมันมากที่สุด เนื่องจากที่สภาวะนี้จะเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างโมเลกุลของน้ำมันกับหมู่เอมีนของไคโตซาน[14]

นอกจากนี้ยังมีการนำเอาเส้นใยจากต้นปาล์มน้ำมันมาทำการดัดแปรด้วย TMCS (Trimethylchlorosilane และ DEDCS (Diethyldichlorosilane) เพื่อนำไปใช้ในการกำจัดอิมัลชันของน้ำมันในน้ำ ซึ่งพบว่าเส้นใยที่ถูกดัดแปรสามารถดูดซับน้ำมันได้มากกว่าเส้นใยที่ไม่ได้ถูกดัดแปร เนื่องจากการดัดแปรพื้นผิวของเส้นใยโดยการใช้ silylating agent นี้ทำให้เกิดการเปิดรูพรุนของเส้นใยมากขึ้น และไอโซเทอมของการดูดซับจะเป็นแบบแลงเมียร์[10] เส้นใยปาล์มน้ำมันและพืชชนิดอื่นๆ ยังถูกดัดแปรด้วยกระบวนการต่างๆ เช่น Esterification, Etherification, Mercerization, latex coating, gamma irradiation, silane treatment และอื่นๆ เพื่อลดความเป็น hydrophilic ของเส้นใยธรรมชาติลง [15-16] ผลการดัดแปรด้วยกระบวนการต่างๆทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมี หลังผ่านการดัด

แปรพื้นผิวของเส้นใยจะทำให้การดูดซับน้ำของเส้นใยลดลง อย่างไรก็ตาม ปริมาณการดูดซับน้ำที่น้อยลงมีผลให้ความแข็งแรงของเส้นใยลดลงเช่นกัน[17]

เส้นใยฝ้ายเป็นเส้นใยอีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาดัดแปรเพื่อประยุกต์กับงานด้านการดูดซับ มีการศึกษาเพื่อเพิ่มความเป็น Hydrophobic เช่นเดียวกับเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่นๆ โดยการสังเคราะห์ซิลิกาที่ถูกดัดแปรด้วย PFSC (Perfluorooctyllated quaternary ammonium silane coupling agent) จากนั้นนำไปประยุกต์กับผ้าฝ้าย พบว่า ผ้าฝ้ายที่ผ่านการดัดแปรมีความเป็น Hydrophobic สูงมาก[18] มีการนำเส้นใยฝ้ายไปประยุกต์กับการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสีย [19] และงานด้านสีย้อม สีย้อมธรรมชาติจะยึดติดบนเส้นใยฝ้ายได้ไม่ดี เนื่องจากพื้นผิวของเส้นใยฝ้ายจะมีประจุเป็นลบเมื่ออยู่ในน้ำ [20] จึงมีการดัดแปรพื้นผิวของเส้นใยฝ้ายด้วยพอลิเมอร์ชนิดบวก PEI (Polyethyleneimine) และพบว่าเส้นใยฝ้ายสามารถยึดติดกับสีธรรมชาติได้ดีขึ้นหลังดัดแปรพื้นผิวด้วย PEI [21]

PEI เป็นพอลิเมอร์ที่มีความเป็นประจุบวกสูงมาก และสามารถเกิดอันตรกิริยากับวัสดุที่มีประจุที่ผิวเป็นลบได้ดีมาก [22] มีการนำเอา PEI ไปใช้อย่างแพร่หลาย เช่น Cationic coagulant สำหรับการกำจัดโลหะหนัก [23] สารที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการเกิด H-bonding ให้กับเส้นใย [24] การศึกษาการดูดซับ PEI บนแผ่นซิลิกา โดยวิธีรีแฟกโทเมตรี (Reflectometry) พบว่า พีเอชและความแรงของไอออนมีอิทธิพลต่อจลน์ของการดูดซับพอลิเมอร์บนแผ่น ซิลิกา และจากการศึกษาลักษณะของการดูดซับแสดงให้เห็นว่าการดูดซับของพอลิเมอร์ที่ผิวของซิลิกานั้นเป็นผลมาจากอันตรกิริยาของประจุบวกของ PEI และประจุลบของแผ่นซิลิกา [25] หลังจากนั้น ได้มีการศึกษาสมบัติการดูดซับของพอลิเอธิลีนอิมีนบนแผ่นซิลิกาที่มีการเติมโซเดียมโดเดคิลซัลเฟตลงไป และสนใจโครงสร้างของชั้นพอลิเอธิลีนอิมีนที่ดูดซับบนแผ่นซิลิกา รวมถึงอิทธิพลของสารลดแรงตึงผิวชนิดลบที่มีต่อการดูดซับนี้โดยใช้เทคนิคเอลลิพโซเมตรี (Ellipsometry) พบว่าปริมาณการดูดซับ PEI รวมที่ผิวของซิลิกามีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของโซเดียมโดเดคิลซัลเฟตที่เติมลงไป และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับพีเอชที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามถ้ามาพิจารณาความหนาของชั้นที่ผิวของซิลิกา พบว่าแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งน่าจะมาจากลักษณะของโครงสร้างของชั้นที่ดูดซับและลักษณะการจัดเรียงโมเลกุลที่ผิวของซิลิกา [26]

สารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบในงานวิจัยนี้เลือกใช้ SDS เนื่องจากเป็นสารลดแรงตึงผิวที่มีความเป็นพิษน้อย ทั้งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย [27, 28] เช่น นำไปเป็นส่วนประกอบในการผลิตน้ำยาล้างจาน แชมพูสระผม และอื่นๆ ประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันของสารลดแรงตึงผิวชนิดนี้ได้ถูกศึกษาเปรียบเทียบกับ rhamnolipid และ saponin ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/MS พบว่า SDS สามารถกำจัดน้ำมันได้มากที่สุดโดยจะกำจัดอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน [29] และจากการศึกษาการกำจัดน้ำมันชนิด n-decane โดยใช้โซเดียมโดเดคิลซัลเฟตใส่ลงใน column ที่มีเส้นใยของ ferro-nickel ความเข้มข้นของ SDS ที่ใช้คือ 0 – 1.0×10^{-4} M พบว่า n-decane จะไปจับที่ผิวของเส้นใยโลหะที่มี SDS อยู่ โดยระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดน้ำมันจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ SDS ที่เติมลงในคอลัมน์ [30]