บทที่ 1

บทนำ

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งในปัจจุบันเนื่องจากสีในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมมีปริมาณสูงมาก สีในน้ำเสียเหล่านี้เกิดจากสีย้อมที่ใช้ไม่หมดในการย้อมหรือพิมพ์ผ้าและจากการซักล้างหรือปรุงแต่งวัสดุสิ่งทอที่ผ่านการย้อมมาแล้ว โดยสีย้อมที่ใช้ในโรงงานฟอกย้อมมักเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีสูตรโครงสร้างซับซ้อน ไม่สามารถบำบัดได้โดยง่าย ซึ่งทั่วไปมีความเข้มข้น 10-200 มิลลิกรัม/ลิตร (Valencia และคณะ, 1999) นอกจากนี้น้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมยังมีซีโอดี บีโอดี และของแข็งแขวนลอยสูง จึงจำเป็นต้องนำน้ำเสียมาบำบัดขั้นแรกด้วยกระบวนการทางชีวภาพก่อนเพื่อกำจัดซีโอดี บีโอดี และของแข็งแขวนลอยแล้วจึงนำมากำจัดสีอีกครั้งหนึ่ง

การกำจัดสีจากน้ำเสียทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างตะกอนทางเคมี (Chemical Coagulation) ด้วยปูนขาวและเฟอร์รัสซัลเฟต ($Fe_2(SO_4)_3$) การออกซิเดชั่นด้วยสารเคมี (Chemical Oxidation) โดยโอโซน (O_3) และคลอรีน (Cl_2) การใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Resin) และการดูดซับ (Adsorption) ด้วยผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมที่สุดในปัจจุบัน แต่วิธีการนี้เสียค่าใช้จ่ายสูงมากเนื่องจากผงถ่านกัมมันต์มีราคาสูง จึงมีการพิจารณานำวัสดุชนิดอื่นที่มีราคาต่ำกว่ามาสังเคราะห์เพื่อใช้แทนผงถ่านกัมมันต์ ซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียต่ำลงมาก วัสดุที่นำมาใช้แทนมักเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ ซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง แกลบ ชานอ้อย ก้านดอกทานตะวัน เป็นต้น ซึ่งเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ตามธรรมชาติ และมีคุณสมบัติในการดูดติดผิวกับสารที่มีประจุบวกสูงแต่กับสารที่มีประจุลบต่ำ (Shi และคณะ, 1999) เนื่องจากส่วนประกอบที่สำคัญของวัสดุเหล่านี้ คือ เซลลูโลสและลิกนิน มีคุณสมบัติในการแลกเปลี่ยนไอออน ทั้งนี้เพราะโครงสร้างของเซลลูโลสประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชั่นคาร์บอกซีลิก (carboxylic) ฟีนอลิก (phenolic) และไฮดรอกซีลิก (hydroxylic) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เซลลูโลสมีคุณสมบัติคล้ายเรซินที่สังเคราะห์จากกระบวนการทางเคมี แต่จะมีลักษณะบางประการที่แตกต่างกัน เช่น โครงสร้างของเซลลูโลสเป็นไฮโดรฟิลิก (hydrophilic) แต่โครงสร้างของเรซินสังเคราะห์เป็นไฮโดรโฟบิก (hydrophobic) การเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนไอออนของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถทำได้โดยการประสานพันธะในเซลลูโลสโดยใช้สารเคมีชนิดต่างๆ ซึ่งสารเซลลูโลสแลกเปลี่ยนไอออนที่ได้จะมีทั้งแบบกรดและแบบด่างขึ้นกับชนิดของสารเคมีที่ใช้

การทำควอร์เทอร์ไนซ์และครอสส์ลิงก์เป็นการสังเคราะห์สารเซลลูโลสแลกเปลี่ยนไอออนด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นวิธีหนึ่ง โดยควอร์เทอร์ไนซ์ครอสส์ลิงก์เซลลูโลสที่ได้จะเป็นเรซินแบบต่างแก่ ซึ่งในงานวิจัยที่ผ่านมามีการทดลองกับชานอ้อยให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้สูง (Laszlo, 1996) นอกจากนี้งานวิจัยในประเทศไทยโดยใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อาทิเช่น ชานอ้อย ผักตบชวา และเส้นใยลูกปาล์ม มาทดลองพบว่าให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีได้สูง (จิรภรณ์, 2542) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทดลองกับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดอื่นๆ เพื่อทำการเปรียบเทียบกัน เลือกใช้สีย้อมรีแอคทีฟและสีย้อมไดเรกท์เนื่องจากมีประจุลบ ละลายน้ำได้ดี กำจัดได้ยาก และมีการใช้งานอยู่มากในปัจจุบัน โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นที่สองแล้ว

จากการพิจารณาคุณสมบัติของซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวันซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีปริมาณมากในประเทศ ซึ่งมีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบมีค่าต่างกัน คือ 36.5%, 50 - 64% และ 71% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1.1 จากคุณสมบัติดังกล่าว สมมติฐานสำหรับงานวิจัยนี้ คือ สารเซลลูโลสในวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถนำมาพัฒนาเป็นเรซินแลกเปลี่ยนไอออน เพื่อใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมหลังจากผ่านระบบบำบัดขั้นที่สองแล้ว โดยการปรับสภาพด้วยสารเคมีเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนไอออนเพิ่มขึ้น โดยวัสดุที่ใช้ในการทดลองได้มาจากสถานที่ต่างๆ กัน คือ ซังข้าวโพดได้รับความอนุเคราะห์จากโรงงานผลิตอาหารสัตว์แห่งหนึ่งในจังหวัดสระบุรี เปลือกถั่วเหลืองได้รับความอนุเคราะห์จากโรงงานผลิตถั่วเหลืองซีกแห่งหนึ่ง และก้านดอกทานตะวันได้รับความอนุเคราะห์จากพื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดลพบุรี

ตาราง 1.1 องค์ประกอบทางเคมีของซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวัน

องค์ประกอบ	ซังข้าวโพด (จันทนา, 2538)	เปลือกถั่วเหลือง (Allan, 1978)	ก้านดอกทานตะวัน (Sun, 1997)
เซลลูโลส	36.5 %	49.3 – 64 %	71 %
เฮมิเซลลูโลส	-	16 – 16.6 %	-
ลิกนิน	10.4 %	4.5 – 8 %	-
เพนโตเซน	28.1 %	22.6	-
ขี้เถ้า	-	4.9 – 5.7 %	-

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาความสามารถและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสีของสารเซลลูโลสแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวัน

ชนิดที่ไม่ได้ปรับสภาพ และชนิดควอร์เทอร์ไนซ์ครอสส์ลิงก์เซลลูโลส (Quarternized Crosslinked Cellulose)

2. ศึกษาโครงสร้างและลักษณะทางกายภาพของสารเซลลูโลสแลกเปลี่ยนไอออนของซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวัน ชนิดเซลลูโลสที่ยังไม่ได้ปรับสภาพ (Untreated Cellulose) และชนิดควอร์เทอร์ไนซ์ครอสส์ลิงก์เซลลูโลส (Quarternized Crosslinked Cellulose)

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้สารเซลลูโลสแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลืองและก้านดอกทานตะวัน ดังนี้

1. สารเซลลูโลสแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวันชนิดที่ไม่ได้ปรับสภาพ
2. สารเซลลูโลสแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากซังข้าวโพด เปลือกถั่วเหลือง และก้านดอกทานตะวันชนิดควอร์เทอร์ไนซ์ครอสส์ลิงก์เซลลูโลสที่ปรับสภาพด้วยอีพิคลอโรไฮดริน (Epicholorohydrin) และนอร์มัล-3-คลอโร-2-ไฮดรอกซีโพรเพนไตรเมทธิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (N-(3–Chloro–2–hydroxypropane)Trimethylammonium Chloride; CHMAC)

วัสดุที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเล็กกว่า 80 mesh (0.177 มิลลิเมตร) สีที่ใช้ในการทดลองได้แก่ สีย้อมรีแอคทีฟ (Reactive Dye) และสีย้อมไดเรกท์ (Direct Dye) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และทำการวิเคราะห์สีด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) โดยวิธี SU