

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหางานวิจัย

ปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งชุมชนมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และความเจริญต่างๆ ทำให้มีอัตราการอุปโภคบริโภคน้ำเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลทำให้เกิดน้ำเสียตามมาเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ระบบบำบัดน้ำเสียจึงมีบทบาทสำคัญ ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่สามารถจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ได้โดยไม่มีผลกระทบในทางลบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ยังคงมีกากตะกอนน้ำเสียที่เหลือจากการบำบัดน้ำเสียอยู่เป็นจำนวนมาก และเพิ่มขึ้นทุกวันเช่นกัน โดยจากการวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ได้ทำการศึกษาและคาดการณ์ไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 ว่าโดยเฉลี่ยแล้ว มนุษย์ 1 คน จะทำให้เกิดกากตะกอนน้ำเสียแห้ง 60 กรัมต่อวัน (ขึ้นอยู่กับที่วิธีที่ใช้ในการบำบัดด้วย) ถ้าคิดประชากรในจังหวัดเชียงใหม่ มีประมาณ 1,708,546 คน พบว่าอัตราเกิดกากตะกอนน้ำเสียแห้งต่อวันประมาณ 100 ตัน และถ้าจะคิดต่อจำนวนประชากรทั้งประเทศประมาณ 65 ล้านคน (สำนักสถิติแห่งชาติ, 2555) อัตราเกิดกากตะกอนน้ำเสียแห้งจะประมาณ 3,900 ตันต่อวัน ข้อมูลนี้คิดเฉพาะกากตะกอนน้ำเสียชุมชนเท่านั้น ยังไม่รวมกากตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งอื่นๆในประเทศ ซึ่งมีแนวโน้มจะมีมากขึ้น และเพิ่มมากขึ้นทุกปี

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณกากตะกอนน้ำเสียเหล่านี้แล้วสิ่งที่ตามมาคือ การจัดการกับกากตะกอนเหล่านี้ได้อย่างเหมาะสมอย่างไร โดยสรุปแล้ววิธีการจัดการกากตะกอนน้ำเสียที่นิยมใช้กันเป็นส่วนใหญ่มี 3 วิธีคือ การฝังกลบ การเผา การนำไปทำปุ๋ยสำหรับการเกษตร ซึ่งแต่ละวิธียังมีข้อดีที่แตกต่างกันไป (ปรารธนา แก้วเพชร, 2550) จึงมีแนวคิดที่จะแปลงกากตะกอนเหล่านี้ไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้น เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจัดการ และลดปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อม โดยเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปลงสภาพชีวมวลเพื่อปรับปรุงคุณภาพให้มีคุณค่ามากกว่าขึ้นกว่าเดิมที่ได้รับความนิยมใน

ปัจจุบัน สามารถจำแนกเป็น 3 ประเภท คือ กระบวนการแปรสภาพเชิงกายภาพ การแปรสภาพเชิงชีวเคมี และการแปรสภาพเชิงเคมีความร้อน จากกระบวนการที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ การแปรสภาพเชิงเคมีความร้อน สามารถแปลงสภาพชีวมวลให้กลายเป็นพลังงานและผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย โดยกระบวนการนี้ยังสามารถจำแนกออกเป็นกระบวนการย่อยได้อีก คือ การเผาไหม้โดยตรง แก๊สซิฟิเคชัน และไพโรไลซิส (นคร ทิพยาวงค์, 2553) โดยทั่วไป กระบวนการเหล่านี้จะใช้ได้กับชีวมวลที่มีปริมาณความชื้นต่ำ ความชื้นประมาณ 20 - 30% ซึ่งหากนำมาใช้กับชีวมวลสด ก็จะต้องใส่พลังงานเข้าไปเพื่อลดความชื้นลง ทำให้ซับซ้อนมากขึ้นในการนำมาใช้ จึงมีเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถใช้ได้กับชีวมวลเปียกหรือที่มีความชื้นสูงได้ อุณหภูมิที่ใช้ไม่สูงมาก และมลพิษที่เกิดขึ้นน้อยมาก เทคโนโลยีใหม่ที่นำเสนอในนี้ คือ กระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ของแข็งที่ได้จากกระบวนการสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น นำไปเป็นเชื้อเพลิง สารปรับปรุงดิน สารเสริมแรงในคอนกรีต และพอลิเมอร์ ตัวดูดซับ ใช้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน และใช้ในปฏิกิริยารีดักชันในกระบวนการผลิตเหล็กกล้าได้ (Heilmann, 2011)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการศึกษาความแปรผันไปใดในการสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์จากไบโอชาร์ โดยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันจากตะกอนน้ำเสีย

1.2 สรุปสาระสำคัญของเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 กระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชัน

Mumme et al., (2010) ได้ทำการศึกษากระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันจากข้าวโพดหมัก ในเตาปฏิกรณ์สองชั้นตอนแบบ solid - state ขนาด 1 ลิตร ที่อุณหภูมิ 190, 230, และ 270 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2, 6 และ 10 ชั่วโมง และควบคุม pH ด้วยกรดซิตริกที่ pH 3, 5 และ 7 พบว่า กระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันเกิดขึ้นที่สภาวะค่อนข้างไม่รุนแรง คือที่ อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ของแข็งหรือ hydrochars ที่ได้มีคุณสมบัติ ประกอบไปด้วยคาร์บอนประมาณ 59 - 79% ให้ค่าความร้อน ประมาณ 25 - 36 เมกะ-จูลต่อกิโลกรัม ซึ่งอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลหลัก พื้นที่ผิวที่วิเคราะห์โดยวิธี Brunauer-Emmett-Teller (BET) มีค่าสูงสุดที่

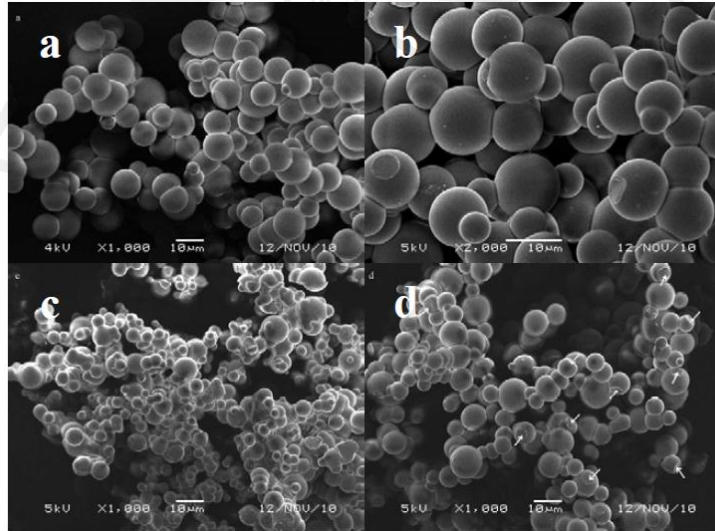
อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส มีค่า 12.3 ตารางเมตรต่อกรัม ดังนั้น hydrochars จึงมีความน่าสนใจสำหรับเป็นทางเลือกในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือสารปรับปรุงดิน

Heilmann et al., (2010) ได้ทำการศึกษากระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันจากสาหร่าย โดยใช้เตาปฏิกรณ์ ขนาด 450 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ควบคุม pH ด้วยกรดกรดออกซาลิก และกรดซิตริก ที่ pH 2 - 7 พบว่ากระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันจากสาหร่ายสามารถแยกผลิตภัณฑ์ได้ 3 ชนิด คือ กรดไขมัน ถ่านชาร์ และสารละลายที่อุดมไปด้วยธาตุอาหาร ซึ่งกรดไขมันดังกล่าวส่วนใหญ่จะถูกดูดซับโดยถ่านชาร์ ถ่านชาร์ที่ได้ให้ค่าความร้อนประมาณ 24.63 เมกะจูลต่อกิโลกรัม โครงสร้างพื้นผิวมีรูพรุน พื้นที่ผิวสูง ส่วนผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ได้ มีธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณสูง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ของแข็งที่ได้จากกระบวนการสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง สารดูดซับได้

Heilmann et al., (2011) ได้ทำการศึกษากระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันจากกากวัตถุดิบที่ได้จากการผลิตเอทานอลโดยใช้เตาปฏิกรณ์ ขนาด 450 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 190, 200 และ 210 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 0.5, 1.25 และ 2 ชั่วโมง พบว่าที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ให้อัตราผลตอบแทนของผลิตภัณฑ์ของแข็งประมาณ 40% ของวัตถุดิบเริ่มต้น และให้ค่าความร้อนประมาณ 29.66 เมกะจูลต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์ของแข็งสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง สารปรับปรุงดิน สารเสริมแรงในคอนกรีต และพอลิเมอร์ ผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ได้จากกระบวนการมีปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในปริมาณสูง สามารถนำไปสกัดเป็นปุ๋ยที่มีความเข้มข้นสูงได้

Liu et al., (2011) ได้ทำการศึกษาผลของสารละลายฟิสิกในการสังเคราะห์อนุภาคคาร์บอนระดับไมโครเมตร โดยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันจากแป้งโดยใช้เตาปฏิกรณ์ ขนาด 130 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 210 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ถึง 6 ชั่วโมง ควบคุม pH ด้วยกรดแอสซิดิกที่ pH 1, 3, 5 และ 7 พบว่า ที่ HTC-5 ประกอบด้วยจำนวนมากของอนุภาคคาร์บอน ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 ไมโครเมตรและอนุภาคคาร์บอนมีการเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบดังภาพ แต่ในขณะที่

HTC-1 พบเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 ไมโครเมตร และ 10 ไมโครเมตร อนุภาคคาร์บอนเกิดการทับซ้อนกันมีการพัฒนาอย่างไม่สมบูรณ์



ภาพ 1.1 ภาพลักษณะ โครงสร้างอนุภาคคาร์บอน, HTC-5 (a, b) HTC-7 (c, d)

โครงสร้างรูพรุนของอนุภาคคาร์บอนพบว่า พื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุนของ HTC-1 และ HTC-5 คือ 512, 408 ตารางเมตรต่อกรัม และ 0.29, 0.22 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ตามลำดับ อัตราผลตอบแทนของอนุภาคคาร์บอนที่ 210 องศาเซลเซียส ตามระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่าอัตราผลตอบแทนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่เตรียมภายใต้ pH 3, 5 และ 7 เพิ่มขึ้นพร้อมกับระยะเวลาของกระบวนการ และให้ค่าสูงสุดหลังจาก 3 ชั่วโมง ลักษณะดังกล่าวข้างต้นปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความคล้ายกันมาก ซึ่งมีค่าดังนี้ 43.69%, 43.57% และ 44.6% สำหรับ HTC-7, HTC-3 และ HTC-5 ตามลำดับ

Berge et al., (2011) ได้ทำการศึกษากระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันจากขยะชุมชน ที่อุณหภูมิ 180 - 350 องศาเซลเซียส โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษารั้งนี้ เป็นศึกษาเทคนิคในการจัดการขยะชุมชนการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม รวมทั้งประเมินทางกายภาพ เคมีและ

สมบัติที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า 49 - 75% ของคาร์บอนในวัตถุดิบเริ่มถูกเก็บรักษาไว้ภายในผลิตภัณฑ์ของแข็ง ในขณะที่ 20 - 37% และ 2 - 11% ของคาร์บอนจะถูกโอนไปยังของเหลว และก๊าซตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซจากกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการฝังกลบ, ปุ๋ยหมัก และการเผา เมื่อพิจารณาการใช้งานของ hydrochar เป็นเชื้อเพลิงสามารถให้พลังงานที่มากกว่าก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายของเสียในการฝังกลบ การหมัก และการย่อยอาหารแบบไม่ใช้อากาศ และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับกระบวนการไพโรไลซิส พบว่า กระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันใช้อุณหภูมิต่ำ ใช้เวลาน้อย ใช้ได้กับวัตถุดิบที่มีความชื้นสูงได้ ให้ผลตอบแทนของผลิตภัณฑ์ที่มากกว่า

1.2.2 กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์

ต่อเยี่ยม สุนทรสิงห์ (2550) ได้ทำการศึกษาการเตรียมสารดูดซับโดยกระบวนการแยกสลายกากตะกอนน้ำเสียจากโรงบำบัดน้ำเสียแบบแอกทีเวเต็ดสแตจจ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ในเตาปฏิกรณ์แบบเบดนิ่งด้วยความร้อนในช่วงอุณหภูมิต่ำ ผลิตภัณฑ์ของแข็งที่ได้สามารถใช้เป็นสารดูดซับได้ ขนาดอนุภาคตัวอย่างกากตะกอนที่ใช้มีขนาดน้อยกว่า 250 ไมโครเมตร ทำการศึกษาผลกระทบที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ของแข็งคือ อุณหภูมิสุดท้ายของการแยกสลายความร้อนที่ 200 ถึง 800 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ 30, 60 และ 90 นาที อัตราการให้ความร้อนที่ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียสต่อนาที ด้วยอัตราการไหลของไนโตรเจน 100 มิลลิลิตรต่อนาที ทดสอบสมบัติของสารดูดซับโดยการวิเคราะห์ค่าเลขไอโอดีน พบว่าที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 30 นาที อัตราการให้ความร้อน 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และมีอัตราการไหลของไนโตรเจน 100 มิลลิลิตรต่อนาที ให้ผลิตภัณฑ์ของแข็ง 65.84% ค่าเลขไอโอดีนสูงสุดเท่ากับ 725.23 มิลลิลิตรไอโอดีนต่อกรัม เมื่อนำกากตะกอนไปกระตุ้นด้วยสารละลายซิงค์คลอไรด์ความเข้มข้น 1, 3 และ 5 โมลาร์ อุณหภูมิสุดท้ายของการแยกสลายความร้อนที่ 300 ถึง 600 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ 60 นาที อัตราการให้ความร้อนที่ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที ด้วยอัตราการไหลของไนโตรเจน 100 มิลลิลิตรต่อนาที ให้ผลิตภัณฑ์ของแข็ง 75.87% โดยน้ำหนัก และให้ค่าเลขไอโอดีน 781.13 มิลลิลิตรไอโอดีนต่อกรัม การทดสอบค่าการดูดซับสารละลาย

เมธิลินบลูที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 มิลลิกรัมต่อกรัม และระยะเวลาในการสัมผัส 0 - 12 ชั่วโมง พบว่า ถ่านชาร์ที่ได้จากอนุหภูมิ 300 องศาเซลเซียส และถ่านชาร์ที่กระตุ้นด้วยสารละลายซิงค์คลอไรด์ความเข้มข้น 3 โมลาร์ อนุหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ให้ค่าการดูดซับสารละลายสีเมธิลินบลู 40.26 และ 98.70% ใช้เวลาถึงจุดสมดุลที่ 3 และ 0.25 ชั่วโมง ตามลำดับ

ไชยยันต์ ไชยยะ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากเปลือกเมล็ดคางพาราโดยใช้ไอน้ำ ถูกแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การคาร์บอนไนซ์ และการกระตุ้นด้วยไอน้ำ การคาร์บอนไนซ์เปลือกเมล็ดคางพาราประกอบด้วย การแปร ผันอนุหภูมิ 400, 500 และ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง จากนั้นทดสอบพื้นที่ผิวของถ่าน เปลือกเมล็ดคางพาราโดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas sorption analyzer พบว่า เปลือกเมล็ดคางพาราที่อนุหภูมิคาร์บอนไนซ์ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งมีผลได้ เท่ากับ 24.29% จะให้พื้นที่สูงสุดเท่ากับ 426 ตารางเมตรต่อกรัม และสถานะนี้เป็นสถานะที่เหมาะสมสำหรับนำไปกระตุ้นด้วยไอน้ำในงานวิจัยนี้ หลังจากนั้นนำถ่านดังกล่าวนี้กระตุ้นด้วยไอน้ำ โดยอัตราไหลไอน้ำ 55.56 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม ด้วยการแปรผันอนุหภูมิ 700, 800 และ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1, 3 และ 5 ชั่วโมง พบว่า ถ่านกัมมันต์ที่อนุหภูมิกระตุ้น 700 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะให้ผลผลิตของถ่านกัมมันต์เท่ากับ 99.98% และถ่านกัมมันต์ที่อนุหภูมิกระตุ้น 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะให้ค่าพื้นที่ผิวสูงสุดเท่ากับ 633 ตารางเมตรต่อกรัม ส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง รูพรุนเฉลี่ยของถ่านกัมมันต์อยู่ในช่วงเมโซพอร์ (mesopore) คือ 2.3 - 2.9 nm

วิจิตร จินดาพันธ์ไพโรจน์ (2547) ได้ทำการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากไม้ยูคาลิปตัส ด้วยการกระตุ้นทางกายภาพด้วยไอน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทำการเปรียบเทียบคุณภาพของถ่านกัมมันต์จากไม้ยูคาลิปตัส อายุ 4 และ 5 ปี ซึ่งขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนการคาร์บอนไนซ์ โดยแปรผันอนุหภูมิตั้งแต่ 350 ถึง 450 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 45 ถึง 150 นาที พบว่าสถานะที่เหมาะสมในการคาร์บอนไนซ์ของไม้ทั้งสี่ชนิด อยู่ที่สถานะเดียวกัน คือที่อนุหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 45 นาที ขั้นตอนที่สองเป็นการกระตุ้นถ่านชาร์ โดยทำการศึกษาที่อนุหภูมิตั้งแต่ 800, 850, 900 และ 950 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90, 120, 150 และ 180 นาที ขนาดอนุภาค 0.3 - 0.6, 0.6 - 1.18, 1.18 - 2.36 และ

2.36 - 4.75 มิลลิเมตร พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในกระตุ้นถ่านชาร์จากไม้ยูคาลิปตัสอายุ 4 และ 5 ปี อยู่ที่สภาวะเดียวกัน คือ 900 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 150 นาที ขนาดอนุภาค 0.3 - 0.6 มิลลิเมตร และใช้ไอน้ำเป็นตัวกระตุ้น สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้ คือค่าความหนาแน่นเชิงปริมาตร 0.1809 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร, ร้อยละปริมาณเถ้า 6.37, ร้อยละผลิตภัณฑ์ 33.14, ค่าการดูดซับไอโอดีน 1233 มิลลิกรัมต่อกรัม, ค่าการดูดซับสารละลายสีเมธิลีนบลู 242 มิลลิกรัมต่อกรัม, พื้นที่ผิวแบบแลงเมียร์ 1497.32 ตารางเมตรต่อกรัม, พื้นที่ผิวแบบบีอีที 1076.15 ตารางเมตรต่อกรัม และจากการวิเคราะห์สมบัติของถ่านกัมมันต์ที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าใกล้เคียงกับถ่านกัมมันต์เกรดการค้า

อรรถัย ศรีวรรณ (2552) ได้ทำการศึกษาการเตรียมสารดูดซับจากการแยกสลายซีลี้อยู่ด้วยความร้อน ในการศึกษาทำการศึกษาหาตัวแปรที่มีผลต่อการแยกสลายซีลี้อยู่ด้วยความร้อน คือ อุณหภูมิแยกสลายด้วยความร้อนในช่วง 400 - 600 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ค้างไว้ ณ.อุณหภูมิแยกสลายด้วยความร้อนในช่วง 0.5 - 1.5 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนในช่วง 5 - 15 องศาเซลเซียสต่อนาที ขนาดซีลี้อยู่ในช่วง น้อยกว่า 0.25 - 0.75 มิลลิเมตร การหาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกสลายซีลี้อยู่ด้วยความร้อน โดยพิจารณาค่าการดูดซับไอโอดีน พบว่าถ่านชาร์ที่ได้การแยกสลายซีลี้อยู่ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ค้างไว้ ณ.อุณหภูมิตสุดท้าย 1.0 ชั่วโมง อัตราการให้ความร้อนในช่วง 10 องศาเซลเซียสต่อนาที ขนาดซีลี้อยู่ในช่วง น้อยกว่า 0.25 - 0.50 มิลลิเมตร ให้ค่าการดูดซับสูงสุด คือ 494.22 มิลลิกรัมต่อกรัม จากนั้นทำการกระตุ้นด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียสต่อนาที โดยตัวแปรที่ศึกษา คือ ระยะเวลาการกระตุ้น 0.5 - 2.0 ชั่วโมง และถ่านชาร์ที่ได้จากการแยกสลายซีลี้อยู่ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 400 - 600 องศาเซลเซียส พบว่า สภาวะที่ดีที่สุดในการกระตุ้น คือ 2 ชั่วโมง ถ่านกัมมันต์ที่ได้เป็นถ่านชาร์ที่ได้จากการแยกสลายซีลี้อยู่ด้วยความร้อนที่ 400 องศาเซลเซียส สามารถให้ค่าการดูดซับไอโอดีน ได้ถึง 916.56 มิลลิกรัมต่อกรัม

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาระยะเวลาที่มีผลต่อกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันกากตะกอนน้ำเสีย

1.3.2 เพื่อศึกษาการสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์จากไบโอชาร์ที่ได้จากกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันกากตะกอนน้ำเสีย

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชันเพื่อการสังเคราะห์ถ่านกัมมันต์ และได้ทางเลือกในการจัดการกากตะกอนน้ำเสีย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 กากตะกอนน้ำเสียที่ได้จากลานตากตะกอนของโรงบำบัดน้ำเสียมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยกระจายเก็บตัวอย่างกากตะกอนให้ทั่วบริเวณลานตาก 1 ลาน และเก็บให้ครบทุกลานตากที่ปล่อยจากถังหมักครั้งเดียวกัน

1.5.2 ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ในกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชัน คือ กรดออกซาลิก โดยใช้อัตราส่วนกากตะกอนน้ำเสียต่อออกซาลेट (oxalate) เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก

1.5.3 เวลาที่ใช้ในกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนในเซชัน คือ 1, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง

1.5.4 เตาปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เป็นเตาขนาด 1 ลิตร มีความดันอยู่ในช่วง 20 - 35 บาร์ ทำการทดลองในช่วงอุณหภูมิ 200 - 300 องศาเซลเซียส โดยเลือกอุณหภูมิจากช่วงอุณหภูมิดังกล่าวมา

1 ค่า