บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐาน ของประชาชน และเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิต ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงต้องมีการจัดหาพลังงาน ให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้สามารถตอบสนอง ความต้องการขั้นพื้นฐาน ของประชาชน และสามารถตอบสนอง ความต้องการใช้ ในกิจกรรมการผลิตต่างๆ ได้อย่างเพียงพอ

เนื่องจากปัจจุบันปัญหาความต้องการในการใช้พลังงานในรูปแบบเชื้อเพลิงและอื่นๆเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณทั้งน้ำมัน ถ่านหินและแหล่งพลังงานในรูปแบบอื่นๆส่งผลให้เกิดความต้องการแหล่งพลังงานที่สูงมากตามไปด้วยเป็นผลให้เชื้อเพลิงในรูปแบบต่างๆมีราคาที่สูงขึ้นและจากการใช้พลังงานที่สูงขึ้นรวมถึงความไม่มั่นคงทางด้านพลังงาน เนื่องจากพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไป โดยพลังงานที่เราใช้อยู่ในปัจจุบัน อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ พลังงานสิ้นเปลือง และพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสิ้นเปลือง คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ซึ่งรวมถึงถ่านหิน หินน้ำมัน ทรายน้ำมัน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติ ส่วนพลังงานหมุนเวียน หมายความรวมถึง พลังงานที่ได้จากไม้ ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม และคลื่น

ทำให้หลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องมีการคาดการณ์วิกฤตการณ์การขาดแคลนพลังงานในอนาคตอันใกล้ จึงเริ่มมีการมองหาแหล่งพลังงานสำรองที่จะมาทดแทนการใช้น้ำมัน ถ่านหินและแหล่งพลังงานในรูปแบบอื่นๆ ที่ช่วยลดผลกระทบทางด้านความไม่มั่นคงทางด้านพลังงานและทางด้านโลกร้อนซึ่งพลังงานทดแทนชนิดเชื้อเพลิงแข็งก็เป็นแหล่งพลังงานอีกชนิดหนึ่งที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ และเพื่อเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืนจึงใช้ชีวมวลมาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งเนื่องจากชีวมวลมีปริมาณมาก ราคาถูก ดังตาราง 1 ที่แสดงศักยภาพเชิงพลังงานและการใช้พลังงานในประเทศไทยโดยใช้หน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศสุทธิเป็นศูนย์ ซึ่งก็สอดคล้องกับกระแสการลดภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน อีกทั้งยังช่วยสร้างงานและเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรจากการปลูกชีวมวลชนิดต่างๆอีกด้วย ชีวมวลที่น่าสนใจคือ ไผ่ ซึ่งไม้ไผ่นั้นหาได้ง่าย ปลูกได้ทุกสภาพอากาศและสามารถขึ้นได้ตลอดทั้งปี จึงน่าจะนำมาผลิตเชื้อเพลิงแข็งได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1.1 ศักยภาพเชิงพลังงานและการใช้พลังงาน จำแนกตามประเภทพลังงาน [1]

ปี (พ.ศ.)	พลังงานชีวมวลแข็ง		เชื้อเพลิงชีวภาพของเหลว	
	ศักยภาพเชิงพลังงาน	การใช้พลังงาน	ศักยภาพเชิงพลังงาน	การใช้พลังงาน
2549	19,786.39	10,993.00	642.98	96.00
2550	30,953.77	11,645.00	887.88	190.00
2551	33,824.96	12,475.14	982.56	602.00
2552	33,004.54	12,981.89	1,138.52	798.00
2553	33,055.70	13,813.32	986.10	820.00

หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

ไบโอชาร์ (biochar) หรือเรียกในภาษาไทยว่าไบโอชาร์หรือถ่านชีวภาพคือ วัสดุที่อุดมไปด้วยคาร์บอนผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก ซึ่งไบโอชาร์แตกต่างจากถ่านทั่วไปตรงจุดมุ่งหมายของการใช้ประโยชน์คือ เมื่อกล่าวถึงถ่านทั่วไปจะหมายถึงถ่านที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ขณะที่ไบโอชาร์คือถ่านที่ใช้ประโยชน์เพื่อกักเก็บคาร์บอลลงดินและปรับปรุงดิน

ถ่านไบโอชาร์และถ่านทั่วไปมีลักษณะที่แตกต่างกัน คือ

1. ถ่านไบโอชาร์ มีสีดำเป็นเงา เบา เปลวไฟสีน้ำเงินติดไฟง่ายมีปริมาณขี้เถ้าน้อยสีขาวปนเทา
2. ถ่านทั่วไป มีสีดำความเป็นเงาน้อยกว่าถ่านชีวภาพเปลวไฟสีส้ม มีปริมาณขี้เถ้ามากสีน้ำตาลปนเทา

คุณประโยชน์ของถ่านไบโอชาร์

- ใช้ดูดกลิ่น กลบความชื้นและฟอกอากาศ
- ใช้ดูดกลิ่นเหม็นอับของข้าวและกลิ่นคลอรีนในการหุงข้าว
- ใช้ปรับสภาพน้ำในแจกันดอกไม้
- ใช้ดูดสิ่งสกปรกในถังน้ำดื่ม
- ใช้ปรับสภาพดิน
- ใช้ขัดผิว หรือผสมกับแชมพูหรือสบู่
- ใช้ผสมอาหารสัตว์เลี้ยง
- ทำให้ใบมีดโกนขึ้นสนิมยาก
- ช่วยไม่ให้น้ำมันเหม็นหืน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากคุณประโยชน์ที่หลากหลายแล้วที่สำคัญถ่านไบโอชาร์ (Biochar) ยังมีข้อดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งสามารถสรุปได้ 4 ประเด็นหลักดังนี้

1. ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เนื่องจากไบโอชาร์สามารถลดคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศระยะยาวได้ด้วยการกักเก็บคาร์บอนในดิน
2. ช่วยปรับปรุงดินและผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากเมื่อนำไบโอชาร์ดิน ลักษณะความเป็นรูพรุนของไบโอชาร์จะช่วยกักเก็บน้ำและอาหารลงดิน และเป็นที่อยู่ให้กับจุลินทรีย์สำหรับทำกิจกรรมเพื่อสร้างอาหารในดิน เมื่อดินอุดมสมบูรณ์จะส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น
3. ช่วยผลิตพลังงานทดแทน เนื่องจากกระบวนการผลิตไบโอชาร์จากชีวมวลด้วยการแยกสลายด้วยความร้อนจะให้พลังงานชีวภาพที่สามารถให้พลังงานทดแทนเพื่อการขนส่งและในระบบอุตสาหกรรมได้
4. ช่วยในกระบวนการจัดการของเสียประเภทอินทรียวัตถุได้

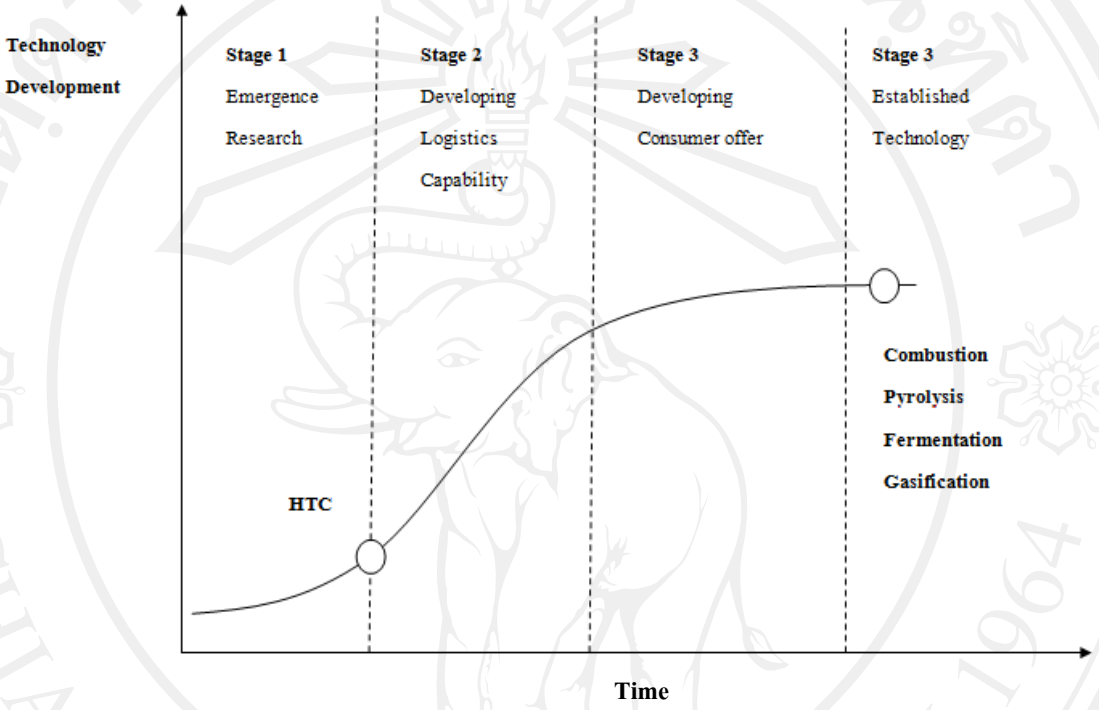
จากคุณสมบัติและประโยชน์ของถ่านไบโอชาร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นได้รับการพิจารณาจากนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายว่าเป็นเสมือนทองสีดำของเกษตรกรรม นอกจากนี้ไบโอชาร์ยังช่วยบำรุงดินให้ดีขึ้น เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เหมาะสำหรับประเทศไทยที่เป็นประเทศเกษตรกรรมอย่างยิ่ง

การแปรสภาพชีวมวลเป็นไบโอชาร์ด้วยกระบวนการทางเคมีความร้อนสามารถใช้ในการแปลงสภาพชีวมวลให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายด้วยการแตกสลายทางความร้อนและการรวมตัวทางเคมีจากการให้ความร้อนไปที่ชีวมวลโดยการจำกัดออกซิเจน กระบวนการเหล่านี้ได้แก่ การเผาไหม้โดยตรง แก๊สซิฟิเคชั่น และไพโรไลซิส เมื่อชีวมวลรับความร้อนจะแตกตัวได้เป็นผลิตภัณฑ์ก๊าซ ของเหลว และของแข็ง โดยทั่วไป กระบวนการเหล่านี้จะใช้ได้กับชีวมวลที่มีปริมาณความชื้นต่ำ ซึ่งหากนำมาใช้กับชีวมวลที่มีความชื้นสูงหรืออยู่ในรูปสารแขวนลอย ก็จะต้องใส่พลังงานเข้าไปเพื่อลดความชื้นลง ทำให้ซับซ้อนมากขึ้นในการนำมาใช้ เทคโนโลยีใหม่ คือ กระบวนการไฮโดรเทอร์มอลสามารถใช้ได้กับชีวมวลที่มีความชื้นสูงมากได้เทคโนโลยีนี้ค่อนข้างใหม่ สามารถใช้เป็นแนวทางในการแปลงสภาพชีวมวลได้ และยังไม่มีการศึกษาวิจัยมากนัก

นอกจากนี้ยัง พบว่า กระบวนการคาร์บอนไนเซชันของชีวมวลจะมีปริมาณน้ำมันทาร์ เกิดขึ้นในกระบวนการ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการอุดตัน และยังลดประสิทธิภาพเชิงความร้อนของกระบวนการโดยรวมเพราะสัดส่วนผลได้ของคาร์บอนคงที่ (fixed carbon) ลดลง การพัฒนาระบบที่สามารถลดทาร์ที่เกิดขึ้น จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการคาร์บอนไนเซชันของชีวมวล การแตกตัวด้วยความร้อนร่วมกับไอน้ำในสภาวะความดันสูง และตัวเร่งปฏิกิริยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่เหมาะสมสามารถเพิ่มร้อยละการเปลี่ยนเป็นเชื้อเพลิงแข็งสูงขึ้น อีกทั้งการใช้ไอน้ำร่วมทำปฏิกิริยาจะช่วยเพิ่มผลิตภัณฑ์พลอยได้ ซึ่งเป็นของเหลวที่อุดมไปด้วยแร่ธาตุสำคัญที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของต้นไม้ อีกด้วย



รูป 1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับการพัฒนาของเทคโนโลยีของไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนไนเซชัน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจเกี่ยวกับการแปลงชีวมวลให้เป็นถ่านโดยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล ซึ่งเกี่ยวกับการออกแบบ สร้าง และทดสอบเตาปฏิกรณ์ไฮโดรเทอร์มอลในการแปลงสภาพชีวมวล และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตเพื่อวิเคราะห์ถึงผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยจะทำการทดสอบชีวมวลที่มาจากไผ่ เพื่อวิเคราะห์ผลต่อปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้ง 2 ส่วน คือ ผลิตภัณฑ์ของแข็ง และผลิตภัณฑ์ของเหลว โดยผลิตภัณฑ์ของแข็งที่ได้เกิดจากกลไกการเกิดกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอไนเซชันของชีวมวลภายในเตาปฏิกรณ์แบบปิดซึ่งมีน้ำเป็นตัวกลาง ทำให้เกิดผลพลอยได้อีกชนิดหนึ่งคือ สารละลายที่อยู่ในรูปของเหลว เช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Hu และคณะ(2008)ได้ทำการศึกษาผลิตถ่านซึ่งได้รับความสนใจมากที่จะใช้ชีวมวลในการผลิตถ่านแก้ปัญหาทางเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมด้วยเทคนิคการ HTC นำเสนอลักษณะที่เหนือกว่าที่ทำให้มันเป็นเทคนิคที่มีแนวโน้มของการประยุกต์ที่มีศักยภาพกว้าง นี้มุมมองให้ภาพรวมของเทคโนโลยีล่าสุดในกระบวนการ HTC วัสดุจากชีวมวล ขั้นแรกเราจะหารือเกี่ยวกับการเตรียมวัสดุสังเคราะห์โดยเป็นถ่านการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโดยตรงหรืออย่างใดอย่างหนึ่ง สารประกอบคาร์โบไฮเดรต เป็นวัตถุที่สามารถผลิตถ่านได้ และมีรูปร่างลักษณะพิเศษเช่นnanospheres, nanocables, nanofibers, submicrocables, submicrotubes และโครงสร้างที่มีรูพรุน แต่ยังมีกลุ่มการทำงานที่สมบูรณ์อย่างมากสามารถปรับปรุงสมบัติการชอบน้ำและปฏิกิริยาทางเคมี นอกจากนี้ยังศึกษาการใช้งานของวัสดุชนิดนี้มีถ่านในด้านสิ่งแวดล้อมและการเร่งปฏิกิริยาไฟฟ้า

Sevilla และคณะ(2009)ได้ศึกษาการผลิต hydrochar ผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนไนเซชันของเซลลูโลสที่อุณหภูมิที่ใช้ 210 -250 ^{o}C จากการทดลองพบว่า hydrochar ที่ผลิตได้ที่สภาวะ 210^{o}C และ 220^{o}C องศาเซลเซียส นั้นมีขนาดประมาณ 2-10 ไมโครเมตร ส่วนองค์ประกอบทางเคมีพบว่า hydrochar ที่ได้นั้น มีจำนวณของ ออกซิเจนประมาณ 23-24 โดยมวลทั้งใน core และ shell ซึ่งตามธรรมชาติของกลุ่มออกซิเจน ใน core และ shell นั้นจะแตกต่างกัน โดยออกซิเจนใน core พบว่าเป็นกลุ่มที่เกิดปฏิกิริยาน้อย(อีเธอร์, ควีโนน, ไพโรน) ขณะที่ใน shell พบกลุ่มที่เกิดปฏิกิริยามาก(ไฮดรอกซิล, คาร์บอนิล, คาร์บอกซาลิก, เอสเทอร์)

Liu และคณะ(2010)ได้ศึกษาถ่านที่ผลิตได้จากกระบวนการ pyrolysis และ hydrothermal ของไม้สนและมีการใช้ตัวดูดซับทองแดงจากน้ำทิ้ง โดยผลการทดสอบพบว่าเมื่อใช้กระบวนการไฮโดรเทอร์มอลจะมีหมู่ฟังก์ชัน ออกซิเจน (คาร์บอกซาลิก, แลคโตน และฟีโนลิค) เพิ่ม 95% ขณะที่เมื่อใช้กระบวนการไพโรไลซีสมีเพียง 56% และเมื่อวิเคราะห์ด้วย SEM พบว่า ทั้ง2 กระบวนการทำให้พื้นที่ผิว ขรุขระดีขึ้นอีกทั้งยังเพิ่มรูพรุนด้วย เมื่อดูการดูดซับทองแดงจากน้ำทิ้งพบว่า hydrothermal char นั้นจะผ่านกลไกแลกเปลี่ยนไอออน ส่วน pyrolysis cher นั้นจะผ่านกระบวนการ การดูดซับบนพื้นผิวทางกายภาพ ส่วนข้อมูลการดูดซับอธิบายได้โดย Langmuir model และพบว่าความจุในการดูดซับสูงสุด 4.46 และ 2.75 ตามลำดับ

Wang และคณะ(2010)ได้ทำการศึกษาแนวทางใหม่ในการเตรียมไฮโดรชาร์จากเปลือกข้าว โดยตัวแปลที่ศึกษามี ชีวมวลที่ใช้คือ เปลือกข้าวทำที่อุณหภูมิตัวและใช้สารละลาย H_2SO_4 ความเข้มข้น 42, 52, 62 และ 72% ตามลำดับจากการศึกษาพบว่าที่ความเข้มข้น 42 และ 52% รูปร่างของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัสดุคาร์บอนที่ได้มีลักษณะคล้อยทรงกลม ณ อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส โดยมีขนาดประมาณ 500 นาโนเมตร ส่วนสัญฐานวิทยาของ ไฮโดรชาร์จะเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มข้นกรดที่เพิ่มขึ้น พื้นผิวของวัสดุนั้นจะมีจำนวนของหมู่ฟังก์ชันใหญ่ และยังพบอีกว่า มีความพรุนสูง ซึ่งทำให้มันสามารถนำไฟฟ้าได้ดี

Ryu และคณะ(2010)ได้ทำการศึกษาการเตรียม isolate carbon microshere ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 1-4 ไมโครเมตร โดยผ่านกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลของ โมโนแซคาไรด์กับสารประกอบฟีโนริก พบว่าการเติมสารประกอบดังกล่าวไปในสารละลายน้ำตาลนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของผลผลิตคาร์บอน โมโนแซคาไรด์ เช่นการกำจัดน้ำในรูปสารประกอบฟูราน (furan compounds) ขณะที่เกิดกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอไนเซชัน สารประกอบนี้ทำปฏิกิริยากับ phloroglucinol ซึ่งไปวิเคราะห์ได้โดยใช้ HPLC ส่วนการศึกษาการวิเคราะห์ทางองค์ประกอบและทาง spectroscopic นั้น พบว่ามีหมู่ฟังก์ชันประกอบด้วย คาร์บอนิล คาร์บอซาลิก และเอสเทอร์ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จาก น้ำตาลของวัสดุคาร์บอน

Heilmann และคณะ(2010)ได้ศึกษากระบวนการผลิตชีวมวลจากไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอไนเซชัน ในการสร้างผลิตภัณฑ์ถ่าน ของกระบวนการทางเคมี ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบจำพวกลิกนิน, เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส ในสารประกอบของสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีเขียวแกรมน้ำเงินไม่มีสารประกอบ lignocellulosic ในการประกอบและเคมีมีทั้งที่แตกต่างกันเกี่ยวกับโปรตีนไขมันและคาร์โบไฮเดรต (โดยทั่วไปไม่มีเซลลูโลส) มีเงื่อนไขของของสภาวะที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา น้อยกว่า 1 ชั่วโมง และความดัน(<2 MPa), พบว่า ถ่านชีวภาพจากสาหร่ายมีประสิทธิภาพ ในการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์รวมถึงการสร้างก๊าซสังเคราะห์และการแปลงเป็นสารเคมีอุตสาหกรรมและก๊าซโซลีนการประยุกต์ใช้ในดินแก้ไขการขาดสารอาหารและเป็นอาหารเสริมที่เป็นกลาง และเป็นคาร์บอนถ่านหินธรรมชาติในการกำเนิดพลังงานไฟฟ้า

โดยงานวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยอื่นตรงที่เน้นการใช้ชีวมวลเป็นไผ่ตงในท้องถิ่นที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ของภาคเหนือ แล้วจึงทำการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนไนเซชันโดยใช้น้ำเป็นตัวกลางในเตาปฏิกรณ์แบบปิด และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นกรดออกซาลิก

Schneider และคณะ(2011)ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบเบื้องต้นของ biochar ในกระบวนการผลิตจากไม้ไผ่โดยใช้เทคนิคของไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอไนเซชันและเป็นการทดลองระดับห้องปฏิบัติการในการผลิตวัสดุที่มีถ่านได้ทดสอบตัวอย่างชีวมวลแขวนลอยในน้ำโดยนำมาเป็นถ่านที่ร้อนในสภาวะ 220 องศาเซลเซียส ความดัน 2.2 เมกะปาสคาลในภาชนะปิดเป็นเวลา 6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชั่วโมง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในสถานะที่เป็นของแข็งและของเหลว biocharที่มีลักษณะเหมือนถ่านหินพบว่า มีพื้นผิวขรุขระและโครงสร้างรูพรุน ส่วนสารละลายน้ำพบว่า มีความเข้มข้นสูงของสารอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม การศึกษาแสดงให้เห็นไม้ไผ่ที่เป็นมวลชีวภาพที่น่าสนใจและเพียงพอสำหรับการผลิตของ biochar

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อออกแบบ สร้างและทดสอบเตาปฏิกรณ์สำหรับกระบวนการไฮโดรเทอร์มอล

1.3.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตถ่านจากไม้ไผ่ด้วยกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอไนเซชัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงตัวแปรที่ส่งผลในการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากไม้ไผ่โดยกระบวนการ ไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนไนเซชัน

1.4.2 สามารถผลิตเชื้อเพลิงแข็งได้จากกระบวนการไฮโดรเทอร์มอลคาร์บอนไนเซชันไม้ไผ่ในเตาปฏิกรณ์

1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.5.1 เตาปฏิกรณ์ที่ใช้เป็นแบบระบบปิดปริมาตร 1.00 ลิตร ที่ความดันไม่เกิน 30 บาร์

1.5.2 เชื้อเพลิงใช้ในการศึกษาเป็นไม้ไผ่ที่หาได้ในภาคเหนือ

1.5.3 ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 1 ชนิด คือ กรดออกซาลิก

1.5.4 ขนาดของชีวมวลอยู่ในช่วงไม่เกิน 10.0 มิลลิเมตร เวลาเกิดปฏิกิริยาภายในเตาปฏิกรณ์ 1, 2, 4, 6 h. อัตราส่วนโดยมวลไม้ไผ่ต่อตัวเร่งปฏิกิริยา 1:0 1:1และ1:2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved