บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

การวิจัยเกี่ยวกับพลังงานชีวมวล เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานจากแหล่งธรรมชาติเดิม (น้ำมันดิบ,ก๊าซธรรมชาติ และลิกไนต์) กำลังกลับมาได้รับความสนใจอีกครั้งหนึ่งในปัจจุบัน หลังจากประสบกับภาวะการขาดแคลนน้ำมันดิบในช่วงที่ผ่านมา และความแปรปรวนของราคาน้ำมัน ตลอดจนสภาวะความไม่มั่นคงทางการเมืองในประเทศผู้ผลิตน้ำมัน หลังจากเกิดวิกฤตการณ์สงครามในอ่าวเปอร์เซีย ทำให้หลายๆประเทศที่นำเข้าน้ำมันดิบเป็นปัจจัยสำคัญ ต้องหันกลับมาเร่งทำการวิจัยเพื่อหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่ อย่างเช่นในประเทศญี่ปุ่น ได้ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพของเตาผลิตก๊าซจากชีวมวลแบบไหลขึ้น (Shimizu,1987) สำหรับในประเทศไทยโดยสำนักงานพลังงานแห่งชาติ ได้มีนโยบายให้การสนับสนุนการวิจัยการนำเอาวัสดุชีวมวลมาใช้เป็นพลังงาน ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 ได้วางเป้าหมายเพิ่มอัตราการใช้พลังงานทดแทนต่างๆ เพื่อลดปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบ ซึ่งศิริวัฒนกุล (2526) ได้รายงานว่า มีการใช้พลังงานทดแทนต่างๆ ในประเทศประมาณ 18-19 % ของปริมาณผลิตภัณฑ์น้ำมันทุกชนิด ซึ่งในส่วนน้ำมันเป็นปริมาณน้ำมันดิบที่นำเข้าจากต่างประเทศประมาณ 1,500 ล้านลิตร ซึ่งเทียบเท่ากับช่วยลดปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบได้ถึง 2,700-2,850 ล้านลิตร โดยที่พลังงานทดแทนที่นำมาใช้มากที่สุดคือพลังงานจากชีวมวล

และในปี 2530 สำนักงานพลังงานแห่งชาติได้รายงานว่า ประเทศไทยมีการใช้พลังงานจากผลิตภัณฑ์น้ำมันทุกชนิดรวมทั้งสิ้นประมาณ 27,127 ล้านลิตร ซึ่งเป็นปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี ดังนั้นจะเห็นได้ว่า หากมีการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นก็จะเป็นการช่วยประเทศประหยัดเงินตราได้เป็นจำนวนมาก

พลังงานทดแทน ที่มีศักยภาพสูงสุดในปัจจุบัน คือ พลังงานชีวมวล ที่ได้จากพืชวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย ซังข้าวโพด กากมันสำปะหลัง กากมะพร้าว และอื่นๆ ตลอดจนวัสดุเศษเหลือจากโรงงานไม้แปรรูปต่างๆ เช่น ขี้เลื่อย เปลือกไม้ จเร (2526) ได้รายงานว่า มีโรงงานไม้แปรรูปในประเทศไทยถึง 493 โรง สมพงษ์ (2527) ได้รายงานว่า มีโรงสีข้าวในประเทศไทยมากถึง 89,606 โรง ปรีดา(2529) ชัยทัศน์ (2530) ได้รายงานว่า มีแกลบประมาณ 3 ล้านตันต่อปี ฟางข้าวประมาณ 50 ล้านตันต่อปี และเศษเหลือจากพืชเศรษฐกิจ 9 ชนิด อีกประมาณ 80 ล้านตันต่อปี ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีปริมาณมากมายหากปล่อยทิ้งละเลยก็จะกลายเป็นมลภาวะต่อผลกระทบในทางลบต่อสิ่งแวดล้อม ควรที่จะมีการศึกษาวิจัยเพื่อนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ อย่างเช่น นำมาใช้เป็นวัตถุดิบป้อนเตาผลิตก๊าซ (Gasifier) หรือเตาไพโรไลซิส (Pyrolysis) เพื่อผลิตพลังงานจากชีวมวล อันจะเป็นการช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ช่วยลดต้นทุนการผลิตในโรงสี โรงงานต่างๆ ตลอดจนช่วยชาติประหยัดเงินตรา

สมพงศ์ (2530) ได้รายงานว่า โรงสีข้าวขนาดเล็กที่มีเครื่องต้นกำลังไม่เกิน 40 แรงม้า ส่วนใหญ่จะใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง สำหรับโรงสีขนาดใหญ่ขึ้นไป จะมีการใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไอน้ำสำหรับหม้อไอน้ำเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะโรงสีที่มีกำลังผลิตตั้งแต่ 100 ตัน/วันขึ้นไป จะมี

การใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงถึง 90% ของโรงสีขนาดใหญ่ทั้งหมด ซึ่งทั่วประเทศมีเพียง 155 โรงเท่านั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ยังมีการนำแกลบมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนในรูปพลังงานชีวมวลน้อยมาก สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ คูวัฒนชัย (2532) ได้ให้เหตุผลถึงสาเหตุที่ยังไม่มีการใช้ก๊าซชีวมวลอย่างแพร่หลาย ในรายงานการวิจัยเรื่องก๊าซชีวมวลว่า สืบเนื่องจากเทคโนโลยีที่นำมาใช้ยังไม่สมบูรณ์พอ มีการรีบเร่งนำมาใช้เกินไป โดยที่ไม่พัฒนาเทคโนโลยีให้สมบูรณ์เสียก่อนทำให้เกิดปัญหาทางเทคนิคในระหว่างการใช้งาน ความแน่นอนของระบบค่อนข้างต่ำ เตาผลิตก๊าซทำงานที่อุณหภูมิสูงมากประมาณ 1,200 ถึง 1,500 °ซ. อย่างต่อเนื่อง ทำให้ชำรุดง่าย เนื่องจากในก๊าซมักมีไอน้ำติดมาด้วยเสมอทำให้ส่วนต่างๆของระบบเกิดสนิม และชำรุดง่าย นอกจากนี้เครื่องยนต์ที่ใช้มักมีปัญหา เพราะเดินด้วยเชื้อเพลิงที่ไม่สะอาด มีทั้งฝุ่น และไอน้ำติดมาด้วย อีกทั้งต้องใช้เวลาในการเริ่มเดินเครื่องครั้งแรกตลอดจนความยุ่งยากในการบำรุงรักษา เช่น การทำความสะอาดอุปกรณ์กรองก๊าซ การทำความสะอาดเตาผลิตก๊าซ และทำความสะอาดเครื่องยนต์บ่อย ๆ ทำให้ผู้ใช้เกิดความเบื่อหน่าย

ระบบของเตาผลิตก๊าซที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นเตาผลิตก๊าซแบบไหลลง (Downdraft) ซึ่งมักประสบปัญหาที่คล้ายๆกันดังที่กล่าวมาข้างต้น ชัยทัศน์ และคณะ (2531) ได้รายงานการวิจัยระบบเตาแบบใหม่ ซึ่งเรียกว่า "เตาไพโรไลซิสแบบไหลขึ้น (Updraft)" ซึ่งเป็นเบบเตาที่ใช้กันแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่น โดยก๊าซที่ได้จากการสันดาปจะไหลผ่านขั้นตอนบนซึ่งเป็นทางออก และจะถ่ายเทความร้อนให้กับชั้นวัสดุซึ่งจะทำหน้าที่เป็นชั้นกรองโดยอัตโนมัติ ณ. จุดทางออกอุณหภูมิของก๊าซถูกควบคุมไว้ไม่ให้เกิน 150°ซ. ซึ่งผิดกับเตาความร้อนประเภทไหลลง จะนำความร้อนจากการเผาไหม้พัด

ผ่านขี้เถ้าด้วยอุณหภูมิสูง (ประมาณ 250-300°ซ.) เข้าสู่เครื่องกรองแล้วผ่านหน่วยหล่อเย็นที่มีขนาดใหญ่กว่า เพราะเหตุว่าก๊าซจำเป็นต้องถ่ายเทความร้อนออกเสียก่อน จึงจะลดปริมาตรลงได้ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความหนาแน่นของมวลสูงสุดก่อนนำไปเก็บกักในถังเก็บ (Storage tank) หรือนำไปใช้ในเครื่องยนต์สันดาปภายในชนิดต่างๆ ดังนั้นเตาไพโรไลซิสแบบไหลขึ้น จึงมีหน่วยกรองก๊าซ และหน่วยหล่อเย็นขนาดเล็กกว่า เพราะถ่ายเทความร้อนทิ้งน้อยกว่าเมื่อเปรียบกับเตาผลิตก๊าซแบบไหลลง

สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเตาไพโรไลซิสแบบไหลขึ้น ด้วยคุณสมบัติดังที่กล่าวข้างต้น และนอกจากนี้ เตาไพโรไลซิส ยังมีข้อดีอีกคือ นอกจากผลิตก๊าซเป็นผลิตภัณฑ์หลักแล้วยังสามารถผลิตภัณฑ์รอง (By-product) ได้เพิ่มอีก 2 ชนิด คือ ของเหลวทาร์ และถ่าน โดยถ่านนั้นสามารถนำมาอัดก้อนเป็นเชื้อเพลิงแข็ง เพื่อใช้เป็นวัสดุเชื้อเพลิงในกระบวนการให้ความร้อนต่างๆ และส่วนของเหลวทาร์นั้นเป็นเรื่องที่ยังมีความน่าสนใจอีกมากในแง่การนำไปใช้ประโยชน์ ด้วยมีองค์ประกอบทางเคมีที่ค่อนข้างซับซ้อนของเหลวทาร์ มีส่วนประกอบของน้ำมันทาร์ ซึ่งสามารถสกัดนำออกมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อการเผาไหม้ได้ ซึ่งให้ค่าความร้อนใกล้เคียงกับน้ำมันเตา ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมถลุงเหล็ก และหากนำมาผ่านการกลั่นและแยกองค์ประกอบกรดคาร์บอนิกออกแล้ว จะได้ผลิตภัณฑ์น้ำมันซึ่งให้ค่าความร้อนใกล้เคียงกับแอลกอฮอล์ สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในได้ นอกจากนี้ของเหลวทาร์ยังมีส่วนประกอบของน้ำมันครีโอโซท (Creosote oil) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มฟีนอลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ซึ่งนับเป็นองค์ประกอบที่มีค่ามากที่สุดในน้ำมันทาร์ เนื่องจากน้ำมันที่สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเรซิน

ในการวิจัยจะมุ่งเน้นศึกษาถึง ลักษณะการเกิดของปฏิกริยารีดักชั่น ซึ่งเป็นปฏิกริยาที่สำคัญที่สุดในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง อันได้แก่ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเป็นก๊าซเชื้อเพลิงหลัก ที่มีเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรทางก๊าซที่ผลิตได้สูงสุด ค่าความร้อนของก๊าซที่ผลิตได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของก๊าซเชื้อเพลิงทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว ส่วนก๊าซเชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับ 3 ก๊าซเชื้อเพลิงหลัก อีกทั้งการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงให้แก่เตา โดยการฉีดไอน้ำเพื่อให้เกิดปฏิกริยาไฮโดรไลชิสกับถ่าน ทำให้ผลิตก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนเพิ่มมากขึ้น ตลอดจนการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการควบคุมการทำงานของเตาแบบไพโรไลชิส เพื่อจะได้ข้อมูลพื้นฐานซึ่งจะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลนำร่อง ในการออกแบบสร้างเตาประเภทนี้ต่อไป อันจะเป็นการเสริมความเข้าใจเทคโนโลยีทางด้านนี้ให้สมบูรณ์เพิ่มขึ้น เพื่อลดปัญหาทางเทคนิคต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นภายหลังการใช้งานต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยในขั้นพื้นฐาน โดยมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของเตาไพโรไลชิสแบบไหลขึ้น ในระดับห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อ

1) ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกริยารีดักชั่นเพื่อการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงของเตาไพโรไลซิสแบบไหลขึ้น

2) ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง ให้แก่เตาไพโรไลซิส โดยการให้ไอน้ำเพื่อให้เกิดปฏิกริยาไฮโดรไลซิสกับถ่านในเตา

3) ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ได้ จากกระบวนการผลิตของเตาไพโรไลซิสแบบไหลขึ้น

1.2.2 ขอบเขตของการวิจัย

เนื่องจากการวิจัยนี้ เป็นการวิจัยในระดับขั้นพื้นฐานของเตาในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับเตาปฏิบัติงานจริง ดังนั้นจึงมีขอบเขตการวิจัยของเตาทดลองแตกต่างจากเตาปฏิบัติงานจริงคือ

1) เตาทดลองไม่มีชั้นของการเผาไหม้วัสดุ (Combustion zone) เพื่อเป็นแหล่งให้พลังงานความร้อนและไม่มีชั้นของการทำแห้งวัสดุ (Drying zone) ดังนั้นการวิจัยจึงทำการศึกษาเฉพาะปฏิกริยาในชั้นรีดักชั่น (Reduction zone) และปฏิกริยาในชั้นไพโรไลซิส (Pyrolysis zone) โดยพลังงานความร้อนที่ใช้ในการทำให้เกิดกระบวนการไพโรไลซิสและปฏิกริยารีดักชั่นนั้น ได้จากการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าผ่านขดลวดไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน แทนการเผาไหม้วัสดุโดยตรง และวัสดุจะถูกทำแห้งก่อนนำมาใช้ในการทดลองโดยใช้ตู้อบ ดังนั้นจึงไม่มีชั้นของการทำแห้งในเตาทดลอง

2) การศึกษาปฏิกริยาในชั้นไพโรไลซิสของเตาทดลองนั้น ทำให้มีสภาพอับอากาศ (ไร้ออกซิเจน) โดยการให้ก๊าซอาร์กอน (Ar) เข้าสู่กระบอกทดลองภายในเตา

3) การศึกษาปฏิกริยารีดักชั่นนั้น จะกำหนดตัวแปรศึกษา ได้แก่การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงอัตราการให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเปลี่ยนแปลงอัตราการให้ไอน้ำ และการเปลี่ยนแปลงชั้นความหนาของถ่านทดลองโดยการให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับเตาทดลองนั้น เป็นการให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บริสุทธิ์ จากถังเก็บก๊าซซึ่งตั้งสมมุติฐานว่า เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ในชั้นเผาไหม้ของเตางานจริง

4) ขอบเขตของการวิจัยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเตาทดลองนั้น สำหรับก๊าซที่ได้จะวิเคราะห์หาองค์ประกอบและค่าความร้อนของก๊าซ ของเหลวทาร์ที่ได้จะถูกกลั่นลำดับส่วนเพื่อแยกสกัดเอาน้ำมันทาร์รวมทั้งการสกัดเอาสารประกอบอินทรีย์บางส่วน เช่น สารฟีนอล โดยวิธีการทางเคมี ส่วนถ่านที่ได้หลังการทดลองจะถูกตรวจสอบปริมาณที่ใช้ไปในปฏิกริยารีดักชั่นและปฏิกริยาไฮโดรไลซิส รวมทั้งการวิเคราะห์ค่าความร้อนของถ่านที่ได้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

การวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในแง่ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทน ในรูปของพลังงานจากชีวมวลเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเกี่ยวกับ

1) การนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม เช่น แกลบ ฟางข้าว ขี้เลื่อย และอื่นๆ มาใช้ให้เป็นประโยชน์ในรูปของพลังงาน อันจะทำให้วัสดุเหลือใช้เหล่านี้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นในเชิงพาณิชย์ และเป็นการช่วยหมุนเวียนให้เกิดการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2) ช่วยต่อเติม ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบ ทดสอบและก่อสร้างเตาไพโรไลซิสแบบไหลขึ้นให้แพร่หลาย และเสริมสร้างเทคโนโลยีทางด้านนี้ให้สมบูรณ์มากขึ้น อันเป็นการกระตุ้นให้ผู้สนใจ ผู้ประกอบการโรงสี โรงงานไม้แปรรูป และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีกระบวนการผลิตโดยใช้พลังงานความร้อน หันมาใช้เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวล อันเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิต ทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง

3) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเตาไพโรไลซิสแบบไหลขึ้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด ไม่สูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ กล่าวคือ ก๊าซที่ได้สะอาด เนื่องจากผ่านการกรองอัตโนมัติภายในชั้นถ่าน ชั้นวัสดุภายในเตา จึงสามารถนำมาใช้ในการเผาไหม้ในกระบวนการความร้อนได้โดยตรง หรือผ่านเครื่องกรองทำความสะอาดเพิ่มอีกเล็กน้อย ก็จะสามารถป้อนเป็นเชื้อเพลิงให้แก่เครื่องยนต์สันดาปภายในได้ ของเหลวทาร์นั้นสามารถกลั่นแยกให้น้ำมันทาร์ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถเผาไหม้ให้พลังงานความร้อนได้ ผลิตภัณฑ์ถ่านที่เหลือจากเตา สามารถนำมาอัดแท่งใช้ในรูปเชื้อเพลิงแข็ง ทดแทนการใช้ไม้ฟืน

4) ช่วยทำให้ลดปัญหามลภาวะ เนื่องจากวัสดุชีวมวลที่เหลือใช้จากการเกษตร และอุตสาหกรรมการเกษตรนั้น มีปริมาณมากมาย เช่น ปริมาณแกลบจะมีประมาณ 4,500 ล้านตันต่อปี ซึ่งหากไม่มีการนำมาใช้ให้เป็น

ประโยชน์ ก็จะกลายเป็นปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และนอกจากนี้เตาไพโรไลซิสมีคุณสมบัติที่ดีคือ สามารถนำผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น มาใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด ทั้งส่วนที่เป็นก๊าซ ของเหลวทาร์ หรือ ถ่านซึ่งเป็นเชื้อเพลิงแข็งสามารถนำมาใช้ทดแทนไม้ฟืนหุงต้มในครัวเรือน และเป็นเชื้อเพลิงสำหรับอุตสาหกรรมในชนบท เช่น การเผาอิฐ,โอ่ง,เตาหุ้งต้ม และอื่นๆ โดยที่การเผาไหม้ของถ่านที่ได้จากเตาไพโรไลซิสนั้น ให้ความร้อนที่สะอาดปราศจากควันเขม่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเผาไหม้ของไม้ฟืน ดังนั้นจึงช่วยลดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม