บทที่ 2

พลังงานจากไม้

แม้ว่าวิทยาการต่างๆ ได้ก้าวหน้าไปจนมนุษย์สามารถนำเอาพลังงานจากแหล่งอื่นๆ เช่น จากถ่านหิน, ไฟฟ้า, ก๊าซธรรมชาติ, น้ำมันปิโตรเลียม, พลังน้ำ, นิวเคลียร์ และความร้อนใต้พิภพ (geothermal) มาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกสบาย และแพร่หลายมากเพียงใดก็ตาม พลังงานจากไม้ในรูปของฟืนและถ่าน ก็ยังคงมีความสำคัญมิได้ด้อยลงไปเลย โดยเฉพาะประเทศเกษตรกรรม

2.1 ความต้องการพลังงานจากไม้

จากตัวเลขในรายงานแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520 - 2524) การใช้พลังงานจากฟืนและถ่าน รวมกันประมาณ 0.7% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดทั่วประเทศ หรือเพียง 0.64×10^{12} กิโลแคลอรี่เท่านั้น ซึ่งดูแล้วอาจนับได้ว่ามีความสำคัญน้อยมากในแง่ของการวางแผน อย่างไรก็ตามหากใช้ข้อมูลจากการสำรวจและศึกษาแนวโน้มการใช้ไม้ของประเทศไทยโดย แบคเกอร์ (Backer) และโอเพนชอว์ (Openshaw) ซึ่งรายงานและทำนายความต้องการการใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิงของไทยไว้ดังนี้

ปี พ.ศ. 2513 ประมาณ 50 ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี พ.ศ. 2528 ประมาณ 70 ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี พ.ศ. 2543 ประมาณ 85 ล้านลูกบาศก์เมตร

ซึ่งอาจคิดเป็นค่าความร้อน โดยใช้ค่าความร้อนของไม้ฟืนแห้งพอหมาดๆ (ความชื้น 30%) ประมาณ 2800 กิโลแคลอรี่/กก. และไม้มีน้ำหนักถัวเฉลี่ยขั้นต่ำประมาณ 500 กก./ลบ.ม. ดังนั้นในปี 2513 เพียงปีเดียว จะใช้ไม้ให้ความร้อนถึง 70×10^{12} กิโลแคลอรี่ จะเห็นว่าต่างกันกับข้อมูลของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ มากกว่า 100 เท่า ซึ่งควรจะได้รับการศึกษารายละเอียดและตรวจสอบยืนยันกันให้แน่ชัดกว่านี้ หากข้อมูลที่ แบคเกอร์ และ โอเพนชอว์ สำรวจได้ใกล้เคียงกับข้อเท็จจริง การวางแผนจัดการกับการใช้พลังงานจากไม้ของประเทศ ควรจะได้รับการจัดลำดับความสำคัญมากกว่าเป็นอยู่ปัจจุบัน

2.2 แหล่งพลังงานจากเศษไม้

ในปัจจุบันทางการได้ตระหนักถึงความสำคัญในการใช้เชื้อเพลิงไม้ในชนบทและได้เริ่มดำเนินการปลูกป่าเพื่อการนี้ไปบ้างแล้ว อย่างไรก็ตามแหล่งพลังงานจากไม้ที่มีอยู่แล้ว และอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ยังมีอยู่มาก โดยเฉพาะเศษเหลือจากการประกอบกิจกรรมที่สำคัญๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 การทำไม้ ผู้ทำไม้จะนำเฉพาะลำต้นส่วนที่เปลาตรงออกมาเท่านั้น ส่วนลำต้นที่คดงอ มีตำหนิ หรือพวกกิ่งก้านสาขา รวมทั้งตอไม้ จะถูกทิ้งไว้ในป่า ได้มีผู้เชี่ยวชาญป่าไม้ของไทยและชาวต่างประเทศได้ให้การประมาณกันว่ามีถึง 60% ของสารชีวมวลที่อยู่ในไม้ เศษเหลือของไม้ทั้งหมดที่ถูกทอดทิ้งไว้ในป่าจากการทำไม้จะมีปริมาณไม่ต่ำกว่า 4 - 5 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งหากคิดเทียบความร้อนแล้วประมาณ 5.6 - 7.0 X 10^{12} กิโลแคลอรี่ (เทียบน้ำมันดิบประมาณ 2.7 - 3.4 ล้านบาเรล) (3)

2.2.2 การปลูกสร้างสวนป่า ในปัจจุบันทางการเร่งดำเนินการปลูกป่าตามโครงการประมาณปีละ 100,000 ไร่ และคาดว่า จะขยายการปลูกเพิ่มขึ้นเป็นปีละ 400,000 ไร่ ในอนาคต ในการถากถางเพื่อเตรียมที่ปลูกป่าใหม่นี้จะมีเศษไม้ปลายไม้ ที่อาจจำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ในปริมาณที่ไม่น้อยทีเดียว มีผู้ชำนาญการประมาณว่า ควรจะได้เศษไม้ไร่ละ 5 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งพื้นที่ 400,000 ไร่ จะได้เศษไม้ไม่น้อยกว่า 2 ล้านลูกบาศก์เมตร (3,5)

2.2.3 การแปรรูปไม้ในโรงเลื่อย โรงเลื่อยจักรนับว่าเป็นแหล่งเศษไม้ที่ใหญ่ที่สุดในบรรดาอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลป่าไม้ด้วยกัน ทั้งนี้เพราะใช้ไม้ซุงเป็นวัตถุดิบป้อนโรงงาน มากกว่า 85% ของไม้ซุงที่นำออกจากป่าในประเทศ และซุงที่นำเข้าจากต่างประเทศจากการศึกษาอัตราการแปรรูปไม้ปรากฏว่าโรงเลื่อยผลิตไม้แปรรูปได้เพียง 51% สำหรับไม้สักและ 49% สำหรับไม้กระยาเลยส่วนที่เหลือประมาณครึ่งหนึ่งเป็นขี้เลื่อย ปีกไม้ ไม้เสี้ยว ไส้ไม้ หัวไม้ และไม้ส่วนที่เป็นตำหนิซึ่งรวมได้ถึงปีละ 1.5 ล้านลูกบาศก์เมตร (3)

2.2.4 การสังเคราะห์การทำสวนยาง เนื่องจากสวนยางเมื่อเก่าแล้วคือกรีดยางได้น้อยแล้วก็จะมีการโค่น เพื่อปลูกต้นยางใหม่ จากรายงานการศึกษาปรากฏว่าใช้เนื้อไม้ไร่ละ 21.8 ลูกบาศก์เมตร ในปี 2521 ไม้ยางพาราที่ถูกตัดออกมามีปริมาณถึง 4.8 ล้านลูกบาศก์เมตร และถึง 6.8 ล้านลูกบาศก์เมตร ตั้งแต่ปี 2522 เป็นต้นไป การใช้ประโยชน์ไม้ยางพารายังค่อนข้างจำกัดคือใช้ไปเพียงประมาณ 1 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนที่เหลืออีกอย่างน้อย 3.8 ล้านลูกบาศก์-เมตร ยังคงถูกทอดทิ้งให้ผุพังหรือเผาทิ้งไปขณะเตรียมพื้นที่ปลูกใหม่ (3)

2.3 การปรับปรุงคุณภาพของเชื้อเพลิงจากไม้

ในการปรับปรุงคุณภาพของเชื้อเพลิงจากไม้เราจะคำนึงถึงค่าความร้อนที่เชื้อเพลิงให้ออกมาต่อน่วยน้ำหนัก เป็นหลัก โดยการปรับปรุงคุณภาพให้มีค่าความร้อนต่อหน่วย น้ำหนักสูงขึ้น วิธีการปรับปรุงที่สำคัญๆ มีดังนี้

2.3.1 การเก็บรักษาและลดความชื้นในไม้ฟืน ค่าความร้อนของฟืนที่จะได้ต่อหน่วยน้ำหนัก นอกจากจะมากน้อยไปตามชนิดของไม้แล้ว ปัจจัยที่นับได้ว่ามีความสำคัญต่อความร้อนที่ควรจะได้จากไม้ชนิดหนึ่งๆ นั้นขึ้นอยู่กับความชื้นที่มีอยู่ในไม้ ไม้สดกับไม้แห้ง อาจให้ค่าความร้อนแตกต่างกันได้ถึง 2 เท่า ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าความร้อนของไม้ ที่มีความชื้นค่าต่างๆ (4)

สภาพของไม้	ความชื้นในไม้ (คิดจากน้ำหนักอบแห้ง) %	ความร้อนที่ได้กิโลแคลอรี่/กก.	หมายเหตุ
อบแห้งด้วยเตาอบ	0	3934	ค่าความร้อนที่ได้นี้ใช้ค่า higher calorific value ของไม้ใบกว้างโดยเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ ซึ่งเมื่ออบแห้งสนิทมีค่าเท่ากับ 4773 แคลอรี่ / กก. และมีสภาวะการเผาไหม้ดังนี้ : อุณหภูมิของไม้และของอากาศเริ่มต้น 16.7° ซ. อุณหภูมิ fluegas 232° ซ. ปริมาณอากาศส่วนเกิน 50 %
หรืออบด้วยความร้อน	5	3719	
ตากแห้งหรือผึ่งแห้งใน	10	3519	
อากาศ	15	3336	
ตากแดดหรือผึ่งพอหมาดๆ	20	3169	
	30	2873	
	50	2399	
ไม้สดถึงอิ่มตัวด้วยน้ำ	100	1628	
	150	1166	
	200	858	
	250	638	

2.3.2 การทำฟืนแห้งอัด คือการนำเศษไม้มาสับเป็นชิ้นเล็กๆ เสียก่อน แล้วผึ่งหรืออบให้แห้ง จากนั้นนำมาอัดเข้าด้วยกัน โดยใช้เครื่องอัดฟืน ชิ้นไม้จะอ่อนตัวและติดกันแน่น โดยไม่ต้องใช้กาวหรือสารเชื่อมยึดแต่ประการใด ฟืนแห้งอัดที่ได้จะมีความหนาแน่นสูงกว่าเนื้อไม้ธรรมชาติมาก เช่น 1,000-1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่ไม้ธรรมดาทั่วๆ ไป มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 350 - 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เท่านั้น ค่าความร้อนต่อหน่วยน้ำหนักของฟืนแห้งอัดยังสูงกว่าฟืนที่อบแห้งธรรมดา การทำฟืนแห้งอัดนอกจากจะใช้เศษไม้สับเป็น

ชิ้นเล็กๆ แล้ว ยังสามารถใช้พวกขี้เลื่อยขี้กบ วัสดุที่เหลือจากผลผลิตทางเกษตรหรือแม้แต่ วัชพืช ก็นำมาใช้ทำฟืนแท่งอัดได้ วัสดุที่ทดลองแล้วในต่างประเทศและรายงานว่าได้ผลดีคือ เปลือกผลมะพร้าว, แกลบและฟางข้าว กากอ้อย หลังจากหีบน้ำตาล, ซังข้าวโพด, ต้นฝ้าย และเปลือกถั่วลิสง

2.3.3 <u>การทำถ่านไม้</u> (Wood Carbonization) การกลั่นทำลายไม้ในที่อากาศจำกัด (Pyrolysis) โดยใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 280 - 600 ^{o}ช. จะทำให้ไม้เปลี่ยนสภาพ ไปจากเดิม คือได้ผลผลิตหลักเป็นถ่าน และส่วนที่เหลือพวกน้ำมันดิบ น้ำมันไม้ เมทธิลแอลกอฮอล์ กรดน้ำส้ม กรดไฟโรลิกเนียส,ก๊าซต่างๆ CO_2,CH_4,C_2H_6,C_2H_4 และ H_2 มักจะถูกทิ้งไป การปรับปรุงคุณภาพของถ่านคงต้องปรับปรุงเตาที่ใช้เผา ส่วนการเผาตามบ้านของคนในชนบทที่ใช้เตาหลุม ให้ผลผลิตและคุณภาพของถ่านต่ำมาก การประเมินคุณภาพของถ่านจะได้องค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ ถ่านคงตัว (Fixed Carbon) สารที่ระเหยได้ (Volatile matter)และเถ้าถ่าน (Ash) ถ่านที่มีคุณภาพสูงต้องมีปริมาณของคาร์บอนที่ได้สูง และมีสารระเหยได้กับขี้เถ้าต่ำ

2.4 <u>การพัฒนาการแปรรูปพลังงานจากไม้ในปัจจุบัน</u>

การแปรรูปพลังงานจากวัตถุดิบไม้ให้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมัน เพื่อกิจการต่างๆ ในรูปของเชื้อเพลิง แข็ง เหลว และก๊าซ นั้น ปัจจุบันได้มีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนากันอย่างกว้างขวางในหลายๆ ประเทศ เช่น แคนาดา, สหรัฐอเมริกา, บราซิล,กลุ่มยุโรปตะวันตก, ญี่ปุ่น, ออสเตรเลีย เป็นต้น สาเหตุที่ได้มีการหันกลับมาสนใจการใช้ไม้เป็นพลังงานแทนน้ำมัน ไม่ใช่เป็นเพราะน้ำมันขาดแคลนหรือมีราคาสูงขึ้นแต่เพียงอย่างเดียวไม่ แต่เนื่องจากพลังงานจากไม้สามารถผลิตขึ้นทดแทนได้ภายในระยะเวลาอันสั้น และยิ่งไปกว่านั้นเชื้อเพลิงไม้ไม่มีส่วนประกอบของกำมะถัน และฟอสฟอรัสเจือปน ดังเช่นในน้ำมันและถ่านหิน ซึ่งในการเผาไหม้จะได้กำมะถันออกไซด์ (SO_2) ออกมาและเมื่อรวมกับความชื้นในอากาศจะเกิดเป็นกรดขึ้น ทำให้เกิดอากาศเป็นพิษ (Air polution) (4)

2.4.1 <u>การพัฒนาเชื้อเพลิงแข็ง</u> ฟืนและถ่านนั้นนับได้ว่าเป็นพลังงานสำคัญและใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยทั้งในชนบทและในเมือง การปรับปรุงคุณภาพของฟืนนั้นกระทำได้โดยไม่ยากนัก ซึ่งโดยทั่วไปก็เพียงแต่ใช้วิธีตากให้แห้งก่อนนำไปใช้งานจะให้ค่าความร้อนของฟืน

เพิ่มขึ้น เช่น ไม้ฟืน ความชื้น 15% อาจจะให้ค่าความร้อนมากกว่าไม้ฟืนชนิดเดียวกัน แต่ความชื้น 50% ได้ถึง 37% ในด้านถ่านไม้นั้นการปรับปรุงคุณภาพของถ่านทำได้โดยการพัฒนาเทคนิคในการเผา การควบคุมปัจจัยที่สำคัญ เช่น ให้อากาศเข้ามากหรือน้อย การเลือกชนิดเตาเผา เช่น เตาเผาถ่านไม้ เคลื่อนที่แบบ "มาร์ค 5" ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (5) นอกจากจะพัฒนาคุณภาพของเชื้อเพลิงแข็ง ยังต้องพัฒนาต่อจนถึงการเผาให้พลังงานความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพด้วย เช่น เตาเศรษฐกิจของฝ่ายเคหกิจการเกษตรและฝ่ายจักรกลการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (4)

2.4.2 <u>การพัฒนาเชื้อเพลิงเหลว</u> เชื้อเพลิงเหลวที่ผลิตได้จากไม้ในปัจจุบัน มีดังนี้ คือ เมธานอล เอธานอล และน้ำมันดิบ ใน 3 ชนิดนี้ เมธานอล จัดได้ว่ามีศักยภาพในการผลิตเพื่อจำหน่ายสูงสุด โดยปกติการกลั่นทำลายไม้หรือการเผาถ่านจะได้ เมธานอล โดยตรงเป็นจำนวนเล็กน้อยเท่านั้น ประมาณ 1% ของนน. แต่ในการผลิต เมธานอล ในปริมาณมากๆ จะผลิตทางอ้อมคือผลิตก๊าซเชื้อเพลิง จากไม้เสียก่อน แล้วจึงนำมาผลิต เมธานอล ซึ่งจะให้ เมธานอล สูงถึง 40% ของนน.ไม้ สำหรับการผลิตเอธานอลจากไม้นั้นกระทำโดยการไฮโดรไลซิสด้วยกรดหรือเอ็นไซว อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับเมธานอลจะได้น้อยกว่า คือได้ เอธานอลเพียง 25% ของนน.ไม้ (4) ส่วนน้ำมันดิบ ถ้าผลิตทางตรงโดยการกลั่นทำลายไม้จะให้น้ำมันดิบจากไม้ในปริมาณน้อย แต่ถ้าผลิตทางอ้อมคือผลิตก๊าซสังเคราะห์จากไม้ก่อน แล้วผ่านกระบวนการสังเคราะห์น้ำมันแบบฟิสเชอร์ไทรปส์ (Fischer Tropsce Synthesis)จะให้น้ำมันดิบในปริมาณที่มากกว่า(8)

2.4.3 <u>การพัฒนาก๊าซเชื้อเพลิงจากไม้</u> ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานขับเครื่องยนต์โดยตรง หรือนำก๊าซที่ผลิตได้ไปสังเคราะห์เป็น เมธานอล ต่อไป การผลิตก๊าซจากไม้ กระทำโดยใช้เครื่องกำเนิดก๊าซ ที่เรียกกันว่า โปรดิวเซอร์ ก๊าซ เจนเนอเรเตอร์ (Producer gas generater) หรือ เตาผลิตก๊าซ (Gasifiers) การเกิดก๊าซเชื้อเพลิง นี้จะได้ก๊าซที่สำคัญที่จะนำมาจุดสันดาปได้ มี CO และ H_2 ส่วน CH_4 มีในปริมาณที่น้อยไป คือ 1 - 4% ของก๊าซที่ได้จากเครื่องกำเนิดก๊าซ การพัฒนาก๊าซเชื้อเพลิง คงจะอยู่ที่การเพิ่มปริมาณ CO และ H_2 ในก๊าซเชื้อเพลิง เป็นหลัก ในเมืองไทยที่ได้พัฒนาเตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิง เช่น ของกองเกษตร-วิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร บางเขน ฯ (2) ของกองวิศวกรรมไฟฟ้า และเครื่องกลกรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย (1) ของ Biomass Gasification Research ของ ดร. วรพัฒน์ อรรถยุกติ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (17)

2.5 กระบวนการทางเคมีของการพัฒนาการแปรรูปพลังงานจากไม้

การพัฒนา การแปรรูปพลังงานจากไม้ ซึ่งเป็น Biomass นี้ ในทางเคมีจะมีการบวนที่เกี่ยวข้องอยู่ 6 กระบวนการด้วยกันคือ

2.5.1 การเผาไหม้โดยตรง (Combustion) ในขบวนการนี้จะได้พลังงานความร้อน เพื่อนำไปใช้งานต่อ ดังปฏิกริยา

$$(-CH_xO_y-) + (1 + \frac{x}{2} - \frac{y}{2})\ O_2 \longrightarrow CO_2 + \frac{x}{2}\ H_2O + \text{ความร้อน}$$

โดยคิดว่า สูตรเคมีอย่างง่าย (Empirical formula) เป็น CH_xO_y สำหรับเตาที่ใช้เผาโดยตรง มีทั้งแบบ เบดนิ่ง (Fixed Bed) และ แบบฟลูอิไดซ์ เบด (Fluidized Bed)

2.5.2 การเกิดก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification) ในกระบวนการนี้จะได้ก๊าซเชื้อเพลิง คือ CO, H_2 และ CH_4 นำไปใช้งานกับเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงได้เลย ดังปฏิกริยา

$$(-CH_xO_y-)_n + mO_2 \longrightarrow aCO_2 + bCO_2 + cCH_4 + dH_2 + eH_2O + \text{Tar \& Oil}$$

เตาปฏิกรณ์ผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบบนี้เรียกว่า กาซซิไฟเออร์ (Gasifier) ซึ่งมีทั้งแบบ เบดนิ่ง และฟลูอิไดซ์เบด อีกทั้งก็ยังมีแบบอื่นๆ อีก ดังจะได้กล่าวในบทที่ 3 ต่อไป

2.5.3 การกลั่นทำลายไม้ (Pyrolysis or Distillation) ในกระบวนการนี้จะได้ถ่าน (char) เป็นผลผิตหลัก นอกจากนั้นยังได้พวกน้ำมันจากไม้ (Oil), ทาร์ (Tar) และได้ก๊าซ H_2 กับ CH_4 พอสมควร ได้ปริมาณ CO_4 น้อย แต่ก็พอจะนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์ได้ ดังปฏิกริยา

$$(-CH_xO_y-)_n + mO_2 \longrightarrow aCO_2 + bCO + cCH_4 + dH_2 + eH_2O + \text{Oil} + \text{Tar} + \text{char} + (C_2H_4, C_2H_6, C_xH_y)\ \text{เล็กน้อย}$$

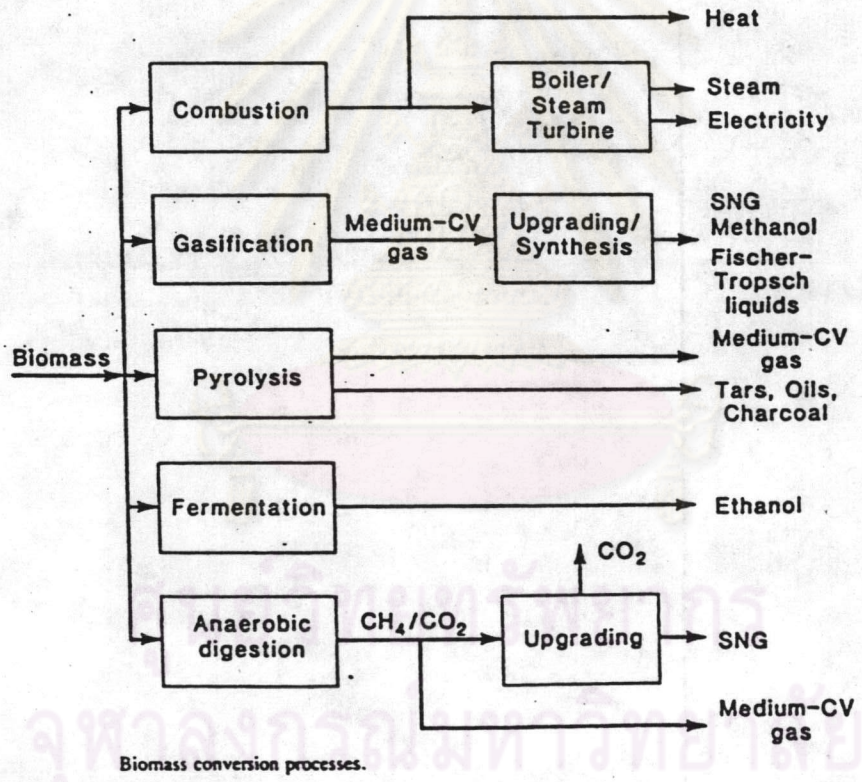
2.5.4 การหมัก (Fermentation) เพื่อผลิตเอธานอล อาจจะใช้ เอ็นไซม์บางชนิด หรือใช้จุลชีพบางชนิด เช่น ยีสต์ ดังปฏิกริยา

$$(-CH_xO_y-)_n + mO_2 \xrightarrow{\text{เอ็นไซม์}} aC_2H_5OH + bCO_2 + cH_2O$$

2.5.5 <u>การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน</u> (Anaerobic Digestion) จะให้ก๊าซชีวภาพซึ่งได้ CH_4 และ CO_2 เป็นหลัก ดังปฏิกริยา

$$(-CH_xO_y-)_4 \xrightarrow{\text{Anaerobic bacteria}} aCH_4 + bCO_2 + CO \text{ และ } H_2 \text{ เล็กน้อย}$$

ทั้ง 6 กระบวนการ ดูแผนภาพที่ 2.1 จะเห็นว่าในกระบวนการ กาซซิฟิเคชัน นั้น ก๊าซเชื้อเพลิง ที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายทาง เช่น เป็นก๊าซเชื้อเพลิงโดยตรง นำไปสังเคราะห์เมธานอล และไปสังเคราะห์น้ำมัน (Fishcer Topsce Synthesis) ในอนาคต การพัฒนากระบวนการ กาซซิฟิเคชัน นั้น ดูจะสดใสกว่ากระบวนการอื่นๆ



Biomass conversion processes.

รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนสารชีวมวลไปเป็นเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ (12) โดยกระบวนการต่างๆทางเคมี