

เทคโนโลยีพลังงานกับวิถีชีวิตชนบทไทย

นฤมล พินเนียม^{*}

พลังงานและการใช้

ความตื่นตัวในเรื่องการใช้พลังงานของสังคมไทยได้เกิดขึ้นเป็นกระแสต่อเนื่อง และได้รับความสนใจในวงกว้างกว่าครั้งอดีต การใช้และการจัดการพลังงานส่งผลกระทบต่อทางตรงและทางอ้อมในทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง เช่นผลกระทบจากการปรับราคาและขึ้นภาษีน้ำมัน ราคาก๊าซหุงต้ม ต่อสินค้าอุปโภค บริโภค การสร้างเขื่อนเก็บน้ำเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การวางท่อก๊าซจากสหภาพเมียนมาร์ การซื้อไฟฟ้าจากสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ฯลฯ นอกจากนี้แนวคิดการอนุรักษ์พลังงาน ได้กลายเป็น “หน้าที่” และความรับผิดชอบร่วมกันในสังคมที่ทุกคน “ต้องทำ” เพื่อประหยัดพลังงานในสถานการณ์ที่พลังงานทวีความคับขัน การจัดหาแหล่งพลังงานและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการนำใช้พลังงาน จะเป็นหนทางที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงานและทรัพยากร โลกให้มีความยั่งยืนต่อไป

สถานการณ์พลังงาน

การใช้พลังงานชนิดต่างๆ ของประเทศไทย เช่นน้ำมันเชื้อเพลิง ไฟฟ้า ถ่านหิน ฟืน ถ่านไม้ ฯลฯ ในระยะเวลาสิบปีที่ผ่านมา มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี ในอัตราเฉลี่ยสูงกว่าการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ในปีพ.ศ. 2539 มีการใช้พลังงานจำนวนรวมทั้งสิ้น เทียบเท่าน้ำมันดิบ 52.8 ล้านตัน ในขณะที่ประเทศสามารถจัดหาพลังงานรวมได้ทั้งสิ้น เทียบเท่าน้ำมันดิบ 80.1 ล้านตัน (เพิ่มจากปี พ.ศ. 2538 ร้อยละ 10) โดยจัดหาจากแหล่งภายในประเทศ ร้อยละ 53.3 และ นำเข้าจากต่างประเทศ ร้อยละ 46.7 (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2540 : 4) และจากรายงานสถานการณ์การใช้ปิโตรเลียมของประเทศไทยที่ยังไม่รวมภาคอุตสาหกรรมและปิโตรเคมีพบว่า มีการใช้น้ำมันปิโตรเลียมโดยเฉลี่ยถึงเกือบล้านบาร์เรลต่อวัน (946,350 บาร์เรลต่อวัน) ในขณะที่สามารถจัดหาได้จากแหล่งภายในประเทศได้เพียงร้อยละ 33.6 หรือประมาณ 318,000 บาร์เรลต่อวันเท่านั้น (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2540 : 2) ซึ่งสร้างภาระให้แก่ประเทศทั้งในด้านการลงทุนผลิตพลังงาน และการนำเข้าจากต่างประเทศ

^{*} ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี

เกือบครึ่งของพลังงานที่ผลิตได้เองในประเทศ (ร้อยละ 48.8) เป็นพลังงานหมุนเวียนที่เป็นพลังงานจากชีวมวล (พลังงานที่ได้จากสิ่งมีชีวิต หรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต หรือสารอินทรีย์ต่าง ๆ ทั้งจากพืชและสัตว์) เช่น ฟืน ถ่าน กาก-ขานอ้อย แกลบ ฯลฯ โดยที่สาขาเศรษฐกิจกลุ่มบ้านอยู่อาศัย ธุรกิจการค้า (รวมถึงการบริการและส่วนราชการ) นั้นใช้พลังงานหมุนเวียนถึง ร้อยละ 61 ของการใช้พลังงานในสาขานี้ ตารางที่ 1 และ 2 แสดงถึงการใช้พลังงานในสาขาเศรษฐกิจของไทย และแหล่งพลังงานที่ใช้อยู่ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การใช้พลังงานในกิจกรรมตามสาขาเศรษฐกิจของไทย

กิจกรรม	ปริมาณ (ktoe)*	% ของพลังงานทั้งประเทศ
เกษตร	1,786	3.4
เหมืองแร่	43	0.1
อุตสาหกรรม	17,450	33.0
ก่อสร้าง	315	0.6
ที่อยู่อาศัยและพาณิชย์	13,159	24.9
การขนส่ง	20,094	38.0
รวม	52,847	100.0

ที่มา : รายงานพลังงานของประเทศไทย 2539, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2540 หน้า 13

ktoe = kiloton of oil equivalent = 10.093 Gcal = 40.047×10^6 Btu

ตารางที่ 2 แหล่งของพลังงานที่ใช้ในประเทศ

แหล่งพลังงาน	ปริมาณ (ktoe)	% ของพลังงานทั้งประเทศ
พลังงานสมัยใหม่ (modern energy)	58,740	73.3
- ถ่านหิน ลิกไนต์ น้ำมันปิโตรเลียม ไฟฟ้า ฯลฯ		
พลังงานหมุนเวียน (renewable energy)	21,387	26.7
- ไม้ฟืน ถ่านไม้	17,550	21.9
- แกลบ	684	0.9
- กาก ขานอ้อย	3,153	3.9

ที่มา : รายงานพลังงานของประเทศไทย 2539, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2540 หน้า 13

ในกรณีของประเทศกำลังพัฒนาอย่างประเทศไทยนั้น ประชากรกว่าร้อยละ 70 ยังอาศัยอยู่และดำรงชีพในชนบทโดยการเกษตรกรรมเป็นหลักการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัยของคนชนบทในปีพ.ศ. 2539 เป็นสัดส่วน ถึงประมาณร้อยละ 83 ของการใช้พลังงานในภาคที่อยู่อาศัยของประเทศ แต่รูปแบบของแหล่งพลังงานที่คนชนบทใช้นั้น ร้อยละ 99 ของพลังงานที่ใช้ในชนบท เป็นพลังงานหมุนเวียนที่ได้จากฟืนไม้และถ่านไม้เป็นหลักในขณะที่ที่พักอาศัยในเมืองบริโภคพลังงานจากแหล่งพลังงานสมัยใหม่ถึง ร้อยละ 95.15 (ดังแสดงในตารางที่ 3)

ในชนบท พลังงานส่วนใหญ่ถูกใช้ไปในกิจกรรมระบบแสงสว่าง และระบบทำความร้อนสำหรับระบบทำความร้อนนั้น การหุงต้มจะมีส่วนใช้พลังงานมากที่สุด และกว่าร้อยละ 70 ของประชากรในประเทศอาศัยอยู่ในชนบท และยังใช้เตาหุงต้มแบบเตาอั้งโล่ ซึ่งพลังงานเหล่านี้จะได้จาก ฟืน และถ่านไม้เป็นหลัก (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2539 : 55)

ตารางที่ 3 การใช้พลังงานในส่วนที่อยู่อาศัย จำแนกโดยแหล่งของพลังงาน ในปีพ.ศ. 2539

พื้นที่	พลังงานสมัยใหม่ (ktoe)	%	พลังงานหมุนเวียน (ktoe)					รวม (ktoe)
			ฟืน	ถ่าน	แกลบ	รวม	%	
กทม.และปริมณฑล	1,002	32.2	2	9	0	11	0.1	1,013
เทศบาล	552	17.7	2	27	0	29	0.4	581
สุขาภิบาล	211	6.8	16	34	0	50	0.6	261
ชนบท	1,349	43.3	3,076	4,856	1	7,933	98.9	9,282
รวม	3,114	100.0	3,096	4,926	1	8,023	100.0	11,137

ที่มา : รายงานพลังงานของประเทศไทย 2539, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2540 หน้า 19

ในปัจจุบัน สภาวการณ์ขาดแคลนพลังงานหมุนเวียน เช่น ฟืน ถ่านไม้ แกลบ กากอ้อย ฯลฯ โดยเฉพาะฟืนและถ่านไม้ของประเทศ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักของชาวชนบท ผู้มีรายได้น้อยและโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงบ่มไบโอดีเซล ฯลฯ มีความรุนแรงขึ้น เนื่องจากการเติบโตและการขยายพื้นที่ทำกินและอยู่อาศัยของประชากรอย่างรวดเร็ว รวมทั้งขาดการจัดการทรัพยากรสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม ป่าไม้จึงถูกทำลายอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการปลูกทดแทนอย่างเพียงพอ เมื่อโลกเกิดวิกฤตการณ์ด้านพลังงานขึ้น เชื้อเพลิงที่นำเข้าจากต่างประเทศกลายเป็นสิ่งหายากและมีราคาสูง กระทบต่อความมั่นคงและการ

ขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ ทำให้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติตั้งแต่แผนที่ 7 ได้บรรจุนโยบายด้านการพัฒนาพลังงานเข้าไว้ด้วย โดยมุ่งเน้นการจัดหาพลังงานให้เพียงพอต่อความต้องการของประเทศ โดยส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

บทบาทของพลังงานหมุนเวียนจากวัสดุเกษตร

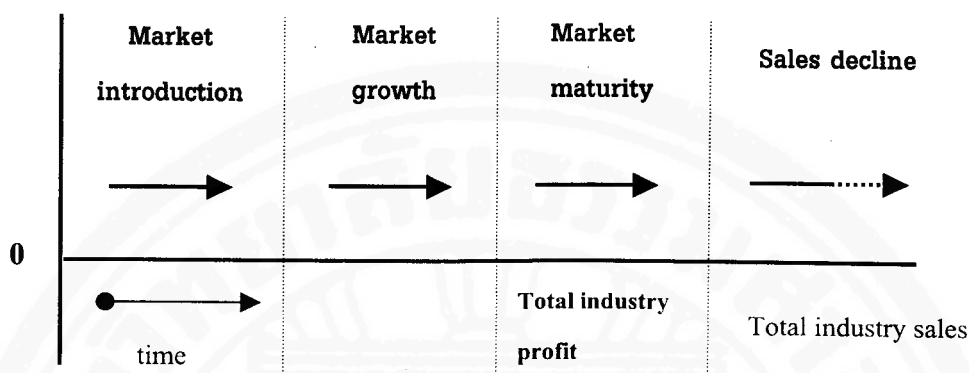
เทคโนโลยีหนึ่งทางด้านพลังงานหุงต้มที่ได้มีการดำเนินการวิจัยและพัฒนาโดยหลายหน่วยงานของภาครัฐเช่นสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท) จนได้ผลเป็นรูปธรรมสามารถนำออกมาใช้และจำหน่ายโดยภาครัฐและเอกชนบ้างแล้วคือ การอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยเครื่องอัดแบบร้อนและแบบเย็นและใช้วัตถุดิบจากวัสดุทางการเกษตรที่พบเห็นทั่วไปในชนบท เช่น แกลบ ฟางข้าว ชี้อ้อย กากอ้อย ชังข้าวโพด ขุยมะพร้าว ผักตบชวา ฯลฯ ทั้งนี้โดยมีสมมติฐานความคิดที่ว่าวัสดุเกษตรที่ใช้ในการแปรรูปนั้น เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งยังเป็นความสิ้นเปลืองและภาระในการเก็บ รวบรวม กำจัดทิ้งวัสดุเหล่านี้ออกจากพื้นที่ด้วย

อย่างไรก็ตาม พบว่าเชื้อเพลิงอัดแท่งจากวัสดุเกษตรนั้น มีการจำหน่ายและใช้อยู่ในวงค่อนข้างจำกัด ส่วนหนึ่งนั้นเป็นเพราะราคาที่ค่อนข้างสูงและหาซื้อได้ยาก เมื่อเทียบกับสภาพชนบทที่สามารถเก็บไม้ ทำฟืนเผาถ่านได้จากบริเวณใกล้เคียงที่อยู่อาศัยได้สะดวกและมีต้นทุนต่ำ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีและวงจรอายุของสินค้า

เทคโนโลยีการผลิตสินค้าใหม่หรือปรับปรุงสินค้าเดิมที่มีใช้กันอยู่แล้ว เป็นเรื่องที่มีความจำเป็นและหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากเทคโนโลยีเป็นปัจจัยการผลิตที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อลดข้อจำกัดของปัจจัยการผลิตหลักแต่เดิมในอดีต คือ ที่ดิน แรงงาน ทุน และผู้ประกอบการ การเพิ่มเทคโนโลยีเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นการขยายโอกาสในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่นำมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการ ให้ถูกใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดต้นทุนการผลิตลง พร้อมกับเปิดโอกาสให้กับผู้บริโภคได้มีทางเลือกในการใช้สินค้าได้อย่างหลากหลาย ลักษณะ ตรงกับความต้องการและรสนิยมได้มากยิ่งขึ้น

การที่จะนำเทคโนโลยีใหม่ผ่านการวิจัยและพัฒนาอย่างยาวนาน ออกสู่การผลิตเชิงอุตสาหกรรม ได้อย่างจริงจังนั้น จะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่จะทำให้เทคโนโลยีการผลิตได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค นอกเหนือจากตัวผลิตภัณฑ์นั่นเองด้วย การลงทุนนั้นจึงจะเป็นไปอย่างคุ้มค่า ในการวางแผนการตลาดของสินค้าใหม่เช่นฟืนหรือถ่านอัดแท่งจากวัสดุทางการเกษตรนั้น ตัวฟืนอัดและเทคโนโลยีเป็นเพียงส่วนเดียวที่จะสร้างความยอมรับจากผู้บริโภค ส่วนนั้นต้องพิจารณาจากวงจรชีวิตของฟืนหรือถ่านอัดแท่งด้วย ซึ่งโดยทั่วไปแล้ววงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีใหม่ (life cycle of a typical product) จะมีลักษณะ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์/เทคโนโลยีใหม่ที่นำไปผลิตในขั้นอุตสาหกรรม และออกสู่ตลาด
ที่มา McCarthy E.J., 1981, page 308

ระยะที่ 1 ระยะแนะนำผลิตภัณฑ์ เป็นระยะที่ผู้ซื้อในตลาดยังไม่รู้จักตัวผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีใหม่ จึงต้องการการแนะนำและให้ความรู้ สร้างความคุ้นเคยแก่ผู้ใช้

ระยะที่ 2 ระยะการเติบโตทางการตลาด เป็นช่วงที่ผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีใหม่สามารถขายได้ และทำกำไรให้แก่อุตสาหกรรม แต่ก็ยังเป็นช่วงที่ชักนำการแข่งขันระหว่างผู้ผลิตอื่น

ระยะที่ 3 ระยะตลาดอิ่มตัว เป็นช่วงที่เกิดการแข่งขันทางการผลิตและการตลาดอย่างรุนแรง สินค้าอุตสาหกรรมทั่วไปมักเข้าสู่ระยะนี้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากผู้ซื้อต้องการการเลือกใช้จากแหล่งต่าง ๆ

ระยะที่ 4 ระยะยอดขายตกต่ำ ความต้องการในผลิตภัณฑ์/เทคโนโลยีนั้นลดต่ำลง ผลิตภัณฑ์จะอยู่ในสภาพหมดอายุจากตลาด มีความล้าหลัง นอกจากว่าผู้ผลิตสามารถแนะนำเทคโนโลยีใหม่ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างกันได้อีก จึงจะสามารถรักษาเครื่องหมายการค้าหรือชื่อเสียงของผลิตภัณฑ์นั้นได้ต่อไป

ผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีทางพลังงานก็เช่นกัน บ่อมีอายุตามวงจรชีวิตของตัวเองในการใช้พลังงานจากแหล่งที่มีความแตกต่างกันด้วย ในเมื่อวิถีแห่งมนุษยชาติแต่ละเผ่าพันธุ์พัฒนาจากการหาอยู่หากิน ตามความแตกต่างของสภาพแวดล้อมจนกลายเป็นวัฒนธรรมการกินอยู่ในแต่ละสังคม การหุงต้มเพื่อให้ได้มาซึ่งอาหารรับประทานแต่ละมื้อก็มีวิถีและพัฒนาการในตัวเอง แม้ว่าเทคโนโลยีการหุงต้มในครัวเรือนได้มีการเปลี่ยนแปลงไป จากการใช้ไม้ฟืน เป็นถ่าน เป็นก๊าซ ไฟฟ้า ไมโครเวฟ พลังแสงอาทิตย์ ฯ แล้วก็ตามวิธีการได้มาซึ่งอาหารสุกทั้งต้ม ย่าง ทอด ปิ้ง คั่ว รวน จี่ นึ่ง รนคั่ว ฯ นั้นต้องอาศัยกรรมวิธีที่แตกต่างกันไปด้วย พลังงานจากแหล่งที่ต่างกันก็จะส่งผลต่อรสชาติอาหารที่ต่างกันด้วย

ความแตกต่างในการใช้พลังงานในครัวเรือนชนบท

ในครัวเรือนทั่วไปที่ไม่ได้ถูกจำกัดด้วยข้อบังคับของที่อยู่อาศัยร่วมประเภทตึกสูง (ซึ่งสามารถใช้อุปกรณ์หุงต้มและเชื้อเพลิงชนิดที่ไม่เกิดเปลวไฟเท่านั้น) ผู้ปรุงอาหารมักใช้อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานมากกว่าจากหนึ่งรูปแบบเสมอ เช่นมีเตาแก๊ส เตาไมโครเวฟ เตาอบไฟฟ้า หรือเตาด่านใช้ถ่านหรือปิ้ง ในครัวเรือนชนบทเอง แม้ว่าเชื้อเพลิงจากฟืน ถ่าน และวัสดุเกษตรเป็นเชื้อเพลิงที่นำมาใช้ทั่วไป เนื่องจากหาง่าย ราคาถูก การเปลี่ยนแหล่งเชื้อเพลิงเป็นก๊าซบรรจุถัง หรือที่เรียกทั่วไปว่าแก๊สนั้น ถือได้ว่าเป็นพัฒนาการทางเทคโนโลยีในครัวเรือนที่แสดงออกเป็นรูปธรรมอีกประเภทหนึ่ง จากการสังเกตครัวเรือนชนบท พบว่าเตาหุงต้มนั้นจะมีทั้งเตาแก๊ส และเตาด่านหรือฟืนเพื่อวัตถุประสงค์ในการหุงต้มที่ต้องการความเร็วที่ต่างกัน นอกเหนือจากรสชาติและการประหยัดค่าใช้จ่าย

ในการสำรวจครัวเรือนชนบทในส่วนของปริมณฑลกรุงเทพมหานคร โดยนักศึกษาของภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่าครัวเรือนจำนวนมากมีทัศนคติต่อการใช้เตาหุงต้มด้วยถ่านและฟืนในเชิงที่เป็นการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ล้ำสมัย ราคาต่ำ และผู้ใช้อยังมีระดับการครองชีพและความเป็นอยู่ดีกว่าเพื่อนบ้าน ในขณะที่สถานภาพทางครัวเรือนที่สูงกว่า ก้าวหน้ากว่า จะหุงต้มประกอบอาหารด้วยเตาแก๊ส เตาไฟฟ้า หรือ เตาไมโครเวฟ (เกศินี, วงศ์พางา, ชูจิตร, 2539 : 2540)

ข้อสรุป

การที่เทคโนโลยีใหม่ทางพลังงานเพื่อการหุงต้มในครัวเรือนก็มีวงจรชีวิตของตนเอง ที่จะเกิดการแข่งขันด้วยสินค้าใหม่และเทคโนโลยีใหม่ให้ผู้บริโภคมีทางเลือกที่มากกว่าเดิม การนำเสนอเทคโนโลยีใหม่ของผู้ผลิตในในรูปแบบเดิม ที่แม้ว่านักวิจัยและพัฒนาจะมีวัตถุประสงค์ที่ดี และประสบผลสำเร็จในการผลิต เช่น ฟืนหรือถ่านอัดแท่งเป็นเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเกษตร ในขณะที่ผู้บริโภคทั่วไปมีทัศนคติต่อเชื้อเพลิงจากฟืนและถ่านเป็นตัวแทนของความล้าหลัง ความล่าช้า สิ้นเปลืองเวลา สกปรก และไม่สะดวก ก็อาจทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีใหม่ของฟืนแท่งเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันได้

ดังนั้นการถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางด้านพลังงานซึ่งกำลังต้องการการรณรงค์อย่างจริงจังนั้น จึงต้องพิจารณาถึงประเด็นประกอบของการถ่ายทอดความรู้ในตัวผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่ นอกเหนือจากตัวผลิตภัณฑ์หรือเทคโนโลยีใหม่เพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

- กองอนุรักษ์พลังงาน. 2536. ครอบครัวตัวอย่างประหยัดพลังงาน. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. 2539. วารสารพลังงาน ปีที่ 7 (34) กรกฎาคม-กันยายน 2539. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. สรุปข่าวพลังงานปีที่ 22 (22) กรกฎาคม 2540. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. รายงานพลังงานของประเทศไทย 2539. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- เกศินี เดชเคชะสุนันท์, วงศ์พงา เสี่ยงสาย, และชูจิตร์ ดันติวิชกุล. 2539. การยอมรับการใช้เชื้อเพลิงแข็งและเชื้อเพลิงเขียวในครัวเรือนชนบท (รายงานปัญหาพิเศษ). ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.
- นารา พิทักษ์อรณพ. 2527. เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- ฝ่ายประหยัดพลังงาน. 2534. แนวทางการประหยัดพลังงานในบ้านอยู่อาศัย. กองเศรษฐกิจการพลังงาน สำนักงานพลังงานแห่งชาติ. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ห้องปฏิบัติการเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม. 2535. การผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้. สาขาวิจัยอุตสาหกรรมพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- McCarthy E.J. and A.A. Brogowiz. 1981. Basic Marketing : A Managerial Approach, Seventh Edition, Richard D. Erwin, Inc., USA.