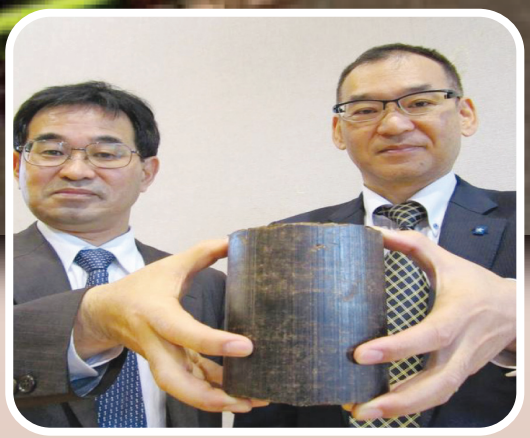
WAB2E : Biocoke อีกหนึ่งทางเลือกของประเทศไทย

ธีรพล คังคะเกตุ*



"หนึ่งในปัญหาใหญ่ของเอเชียก็คือการท่วมท้นไปด้วยขยะ" นี่คือความนึกคิดของศาสตราจารย์ ดร.Tamio Ida แห่งมหาวิทยาลัย Kinki และเขายังคิดต่อไปว่า "ตัวเขาจะช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากขยะอันเป็นผลพวงที่ตามมาพร้อมกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วในภูมิภาคได้อย่างไร" ในเวลาหนึ่งเขาได้เกิดความคิดว่า กากใบชา/กาแฟบดน่าจะเอามาทำประโยชน์ในเชิงพลังงานได้ ในปี พ.ศ. 2550 เขาจึงได้เริ่มทำการทดลองที่ Hokkaido และประสบความสำเร็จเบื้องต้นในการผลิต 'Biocoke' ที่สามารถใช้ทดแทน 'coke' ในอุตสาหกรรมการถลุง/ผลิตเหล็ก หรือสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาขยะได้

*สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่จริงแล้ว "ขยะ" ไม่ได้เป็นปัญหาเฉพาะในประเทศในแถบเอเชียเท่านั้น แต่อาจกล่าวได้ว่า ขยะเป็นปัญหาระดับโลกก็ว่าได้ ทั้งในประเทศที่กำลังพัฒนาและพัฒนาแล้ว ปัญหาขยะล้นเมืองไม่เพียงแต่ก่อความเดือดร้อนรำคาญในแง่ของกลิ่นเน่าเหม็นและทัศนอุจาด ยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค เช่น หนูและแมลงต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งยังเป็นเหตุของการเกิดอัคคีภัยอีกด้วย ประการสำคัญ คือ การปะปนของขยะอิเล็กทรอนิกส์และขยะอันตรายต่าง ๆ รวมอยู่กับขยะชุมชนหรือขยะมูลฝอย เป็นผลทำให้มีโอกาสของการแพร่กระจายความเป็นพิษเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศน์และมนุษย์ในที่สุด ปัญหาขยะจึงไม่ได้จำกัดอยู่เพียง "ขยะชุมชน/ขยะมูลฝอย" ที่มาจากแหล่งชุมชน/เมืองเท่านั้น ดังนั้น ในการจัดการปัญหาขยะจึงต้องพิจารณาให้รอบด้านและครอบคลุมถึงแหล่งกำเนิดขยะประเภทอื่น ๆ ได้แก่ "ขยะอุตสาหกรรม" และ "ขยะภาคเกษตรกรรม" ด้วย ทั้งนี้ ผลกระทบจากขยะไม่ได้จำกัดอยู่ในระดับท้องถิ่นหรือที่แหล่งกำเนิดเท่านั้น แต่ได้กลายเป็นปัญหาระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และต่อไปอาจขยายผลกระทบไปจนถึงระดับโลก ดังจะเห็นได้อย่างชัดเจนในกรณีตัวอย่างหรือข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น อาทิ การทิ้งขยะลงในทะเล/มหาสมุทรทั้งที่ไม่ได้ตั้งใจและที่จงใจ หรือกรณีการขาย/การขนส่งขยะไปกำจัดยังประเทศอื่น ๆ เป็นต้น

โดยทั่วไปการกำจัดขยะมีวิธีการจัดการอย่างถูกต้องหลายวิธี ไม่ว่าจะเป็น *การฝังกลบอย่างถูกสุขลักษณะ* ซึ่งเป็นวิธีดั้งเดิมและยังคงใช้อยู่จนถึงปัจจุบัน *การหมักเพื่อทำปุ๋ย* และสุดท้าย คือ *การเผา* ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นการจัดการขยะโดยกำจัดขยะที่ปลายทาง แต่จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณขยะและขีดความสามารถในการกำจัด (ซึ่งมีข้อจำกัด/ปัญหาหลายประการ) ล้วนเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ปัญหาขยะยังคงเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอยู่จนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีแนวโน้มที่จะยังคงเป็นปัญหาต่อไปในอนาคต แม้ว่าจะมีการพัฒนาวิธีการและเทคโนโลยีในการกำจัดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง รวมทั้งการนำขยะกลับมาใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ทางก็ตาม ในการจัดการขยะยุคใหม่จึงมีแนวคิดที่เริ่มตั้งแต่การจัดการขยะที่ต้นทางเพื่อลดปริมาณขยะให้เหลือไปกำจัดยังปลายทางให้น้อยที่สุดจนถึงไม่มีเลย เริ่มตั้งแต่การคัดแยกขยะ การใช้ซ้ำ การแปรรูปหรือแปรสภาพ เป็นต้น แต่สิ่งที่น่าสังเกตและน่าแปลกใจ คือ "ขยะ" ก็ยังคงเป็นปัญหาอยู่และยังไม่เห็นว่าจะมีแนวโน้มที่ลดปัญหาลงแต่อย่างใด มีแต่กลับจะเพิ่มปัญหามากขึ้น

ถ้าพูดถึงเรื่อง "ขยะ" เรามักนึกถึงขยะชุมชนและอาจรวมถึงขยะอุตสาหกรรมพร้อมทั้งปัญหาและผลกระทบที่เป็นผลเสียต่าง ๆ ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะว่าเป็นปัญหาใกล้ตัว จริง ๆ แล้ว โดยทั่วไปคนเรามักไม่ได้ใส่ใจหรือสนใจกับเรื่องของขยะ ตราบเท่าที่มันไม่ก่อให้เกิดปัญหากับเรา "ขยะจากภาคเกษตรกรรม" ก็คงเป็นเช่นเดียวกันที่คนส่วนใหญ่ไม่ได้นึกถึง โดยเฉพาะคนไทย ที่ถึงแม้ว่าประเทศเราเป็นประเทศเกษตรกรรมก็ตาม นั่นเป็นเพราะว่ามันเป็นเรื่องไกลตัวเรามาก เนื่องจากขยะดังกล่าวถูกทิ้งอยู่ตามเรือกสวนไร่นาซึ่งห่างไกลจากชุมชนเมือง แม้ว่าที่จริงแล้วขยะจากภาคเกษตรกรรมก่อให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หลายประการก็ตาม แต่อย่างไรก็ตาม ขยะจากภาคเกษตรกรรมกลับได้รับความสนใจจาก UNEP ซึ่งเป็นหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมหน่วยหนึ่งขององค์การสหประชาชาติที่มองเห็นถึงผลกระทบและขณะเดียวกันก็เห็นถึงประโยชน์ที่แฝงอยู่

UNEP กับ WAB2E

เมื่อประชากรเพิ่มจำนวนมากขึ้นพร้อมกับมาตรฐานความเป็นอยู่ที่สูงขึ้น ความต้องการผลผลิตทางการเกษตรก็เพิ่มมากขึ้นเป็นเงาตามตัวเพื่อตอบสนองความต้องการทั้งด้านการบริโภคและอุปโภคที่เพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น โลกต้องการอาหารมากขึ้นขณะเดียวกันก็ต้องการเสื้อผ้าและของใช้ต่าง ๆ มากขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้น เราไม่เพียงต้องปลูกข้าวและพืชอาหารอื่น ๆ มากขึ้น แต่เราต้องปลูกฝ้ายหรือพืชเส้นใยอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน เมื่อมีการเพาะปลูกมากขึ้นก็ทำให้มีขยะ/ของเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรม ที่เกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อมมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เกิดขึ้นตามมา อาทิ เศษซากพืชที่ถูกทิ้งให้ย่อยสลายตามธรรมชาติตามท้องทุ่งไร่นาก็เป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญแหล่งหนึ่งของก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการกักความร้อนได้มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

(CO_2) ถึงกว่า 20 เท่า รวมทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาให้กับดินและแหล่งน้ำจากความเน่าเสีย การเผาเศษซากพืชที่ถูกทิ้งไว้ตามเรือกสวนไร่นาก็เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่ง เพราะนอกจากจะก่อให้เกิด CO_2 ขึ้นแล้วยังก่อให้เกิดฝุ่นและควันที่ก่อให้เกิดปัญหากับสุขภาพและทัศนียภาพ/ทัศนวิสัย ดังตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือ การเผาตอซังข้าว การเผาปรับพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยที่นับวันจะกลายเป็นปัญหาที่รุนแรงขึ้นทุกปี จากการศึกษาของ UNEP พบว่า ในแต่ละปีทั่วโลกมีของเสียชีวมวลจากภาคเกษตรกรรมเกิดขึ้นประมาณปีละ 5 พันล้านเมตริกตัน ซึ่งเทียบได้กับพลังงานความร้อนจากน้ำมันถึง 1.2 พันล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 25 ของกำลังการผลิตน้ำมันทั่วโลก ตัวอย่างชีวมวล ได้แก่ ฟางข้าว ชานอ้อย แกลบ ขี้เลื่อย/เศษไม้ (จากการแปรรูปไม้) เป็นต้น

ดังนั้น UNEP จึงได้สนับสนุนการนำชีวมวลที่เป็นขยะ/ของเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมมาใช้ประโยชน์เป็นพลังงาน หรือเรียกย่อ ๆ ว่า **WAB2E** (Waste–Agriculture–Biomass–To–Energy) ซึ่งนอกจากจะได้พลังงานสะอาดที่สามารถนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลแล้วยังมีประโยชน์อื่น ๆ ตามมาอีกด้วย ซึ่งพอสรุป ได้ดังนี้

- ขยะชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานราคาถูกที่สามารถหาหรือนำมาใช้ได้อย่างไม่จำกัด โดยปกติขยะชีวมวลถูกปล่อยทิ้งไว้ตามท้องทุ่งไร่นาเพื่อให้ย่อยสลายไปตามธรรมชาติหรือถูกเผาทิ้ง ซึ่งมักเกิดขึ้นในประเทศกำลังพัฒนา

- ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และหลีกเลี่ยงการเกิด CH_4 จากกระบวนการย่อยสลายขยะชีวมวลที่ถูกปล่อยทิ้งไว้ตามธรรมชาติ

- พลังงานจากชีวมวล เป็นพลังงานสะอาดเนื่องจากครบรอบการหมุนเวียนของธาตุ C (CO_2 neutral) และโดยปกติไม่มีการปล่อยสารอันตราย เช่น SO_2 และ โลหะหนัก เป็นต้น

- ช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรและผู้มีรายได้น้อย จึงนับได้ว่ามีส่วนช่วยแก้หรือบรรเทาปัญหาความยากจนในสังคม

- ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นมาหลายวิธีที่ใช้ในการเปลี่ยนชีวมวลให้เป็นพลังงาน

- การผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากผลิตผลทางการเกษตร เช่น ข้าวโพด น้ำตาล เป็นต้น ยังเป็นบริบทของการโต้เถียงของการนำพืชอาหารมาเป็นพลังงานในประเทศกำลังพัฒนา

ความแตกต่างระหว่างการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลและเชื้อเพลิงฟอสซิลกับการเพิ่มขึ้นของ CO_2 ในบรรยากาศ

*หนึ่งในธาตุหลักที่ทำให้สสารหรือวัตถุธาตุต่าง ๆ มีหรือแสดงคุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิง คือ ธาตุคาร์บอน (C) ที่ให้**ความร้อน**ออกมาเมื่อทำปฏิกิริยา (สันดาป) กับก๊าซออกซิเจน (O_2) พร้อมทั้งได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกมาด้วย*

***ชีวมวล** หรือ **biomass** โดยเฉพาะจากพืชที่มีธาตุ C เป็นองค์ประกอบโดยธาตุ C ในพืชได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์แสงที่มี CO_2 และน้ำ (H_2O) เป็นสารตั้งต้นปฏิกิริยาและผลผลิตที่ได้อยู่ในรูปของน้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) และ O_2 จากน้ำตาลกลูโคสนี้เอง พืชได้นำไปสร้างเป็นสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น แป้งและเซลลูโลส เป็นต้น*

กล่าวได้ว่า ***ชีวมวล****เป็นวัตถุต้นกำเนิดของเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ผ่านกระบวนการทางชีวภาพ เคมี และกายภาพตามธรรมชาติเป็นเวลานับหลายล้านปี จนเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่นำมาใช้กันในปัจจุบัน เช่น น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ดังนั้น การนำขยะชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิงจึงไม่แตกต่างจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมากนักในแง่ของนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาการสันดาปกับ O_2 และการให้พลังงานความร้อนออกมา แต่ในแง่ของการปลดปล่อย CO_2 นั้น มีความแตกต่างกัน คือ CO_2 ที่เกิดจากการเผาไหม้ชีวมวลนั้นมาจาก CO_2 ที่พืชนำมาใช้โดยการสังเคราะห์แสงในแต่ละรอบการเพาะปลูก แต่ CO_2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลนั้นเป็นการปลดปล่อย CO_2 ที่ถูกสะสมมานับล้านปีเข้าสู่บรรยากาศโลกในยุคปัจจุบัน โดยไม่มีกลไกกักเก็บที่มีประสิทธิภาพที่เพียงพอในการกักเก็บ CO_2 ที่เกิดขึ้นได้หมด จึงทำให้เกิดการสะสมและการเพิ่มปริมาณ CO_2 ในบรรยากาศโลก จะเห็นว่าการนำขยะชีวมวลมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงจึงไม่ก่อให้เกิดการเพิ่มสะสมของ CO_2 ในบรรยากาศเหมือนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ดังนั้น CO_2 ที่เกิดจากชีวมวลจึงถูกเรียกว่า 'CO_2 neutral'*

WAB2E : **Biocoke vs Coal coke**

ถ่าน coke เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในอุตสาหกรรมการถลุงและผลิตเหล็กโดยทำหน้าที่สองอย่าง คือ เป็นเชื้อเพลิงและเป็นสารลดออกซิเจน (reducing agent) เนื่องจากแร่เหล็กที่ใช้เป็นวัตถุดิบอยู่ในรูปออกไซด์ของเหล็ก คุณภาพของ coke มีความสำคัญมากต่อกระบวนการผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณคาร์บอน (C) ในยุคแรก ๆ การถลุงเหล็กใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิง ต่อมาจึงใช้ถ่านหินและในที่สุดได้เปลี่ยนแหล่งพลังงานเป็นถ่าน coke ตามความก้าวหน้าของวิทยาการและเทคโนโลยี จึงทำให้สามารถผลิตเหล็กที่มีคุณภาพสูงได้ เช่น เหล็กกล้า (เป็นโลหะผสมของเหล็กและคาร์บอน) เป็นต้น ถ่าน coke ผลิตจากถ่านหิน (bituminous) ที่ผ่านกระบวนการเผาหรือให้ความร้อนสูงที่อุณหภูมิประมาณ 1,000–1,100 ˚C ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ (ออกซิเจน) เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ออกไปและเหลือไว้แต่คาร์บอน

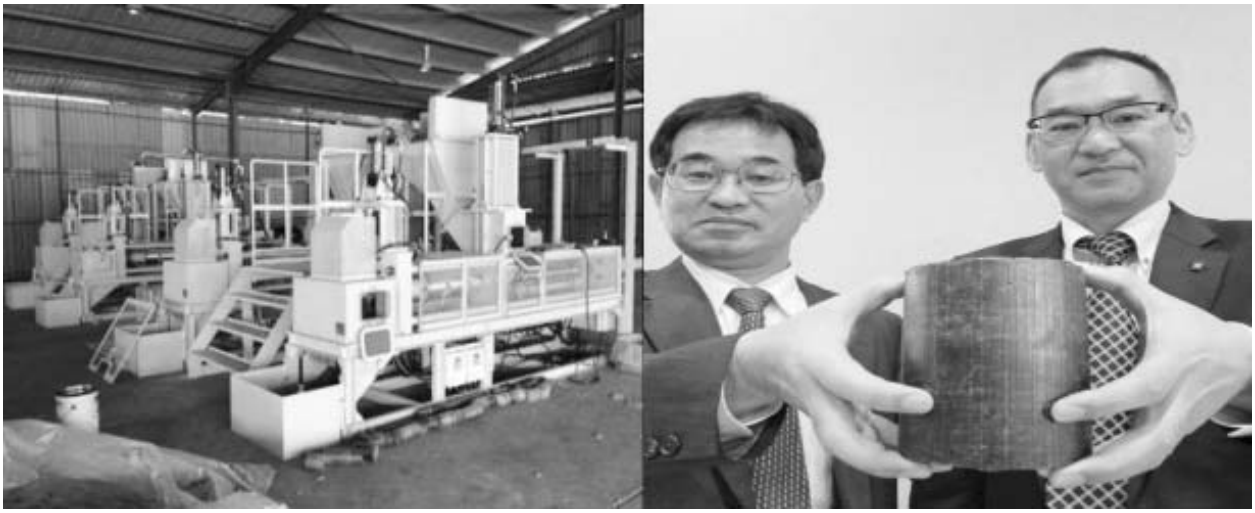
อุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก/เหล็กกล้าและปูนซิเมนต์ กล่าวได้ว่า เป็นสองอุตสาหกรรมหลักที่ปล่อย CO_2 ออกสู่บรรยากาศในปริมาณมาก ทั้งนี้ หนึ่งในวิธีการลดการปล่อย CO_2 จากอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก/เหล็กกล้า คือ ความพยายามหาเชื้อเพลิง C อื่น (carbon neutral) เพื่อมาทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล (coke) ซึ่งชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง C ที่ได้รับความสนใจเนื่องจากเป็น CO_2 neutral แต่อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก/เหล็กกล้าจำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิง C คุณภาพสูง ดังนั้น การใช้ชีวมวลทดแทน coke โดยตรงจึงเป็นไปได้ยาก ซึ่งงานวิจัยที่มุ่งใช้ชีวมวลมาเป็นเชื้อเพลิงทดแทนจึงเลือกกระบวนการผลิตถ่าน coke โดยใช้ชีวมวลบางส่วนมาทดแทนถ่านหินในกระบวนการผลิตถ่าน coke และได้ Biocoke ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียง Coal coke ซึ่งสามารถใช้ในการผลิตเหล็กได้ ส่วน Biocoke ที่ผลิตได้จากการวิจัยของศาสตราจารย์ ดร. Tamio Ida นั้น มีความแตกต่างกันตั้งแต่ความหลากหลายของชนิด/ประเภทของชีวมวลที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ สัดส่วนชีวมวลที่ใช้จนถึงกระบวนการผลิต เป็นต้น

Biocoke : **พลังงานเขียวแบบญี่ปุ่น**

จากแรงบันดาลใจในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากขยะในปัจจุบัน หนึ่งในความคิดของดร. Tamio Ida คือ การหาเชื้อเพลิงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาทดแทนการใช้ถ่านหิน ต่อมาได้เกิดความคิดในการนำกากใบชา/กาแฟบดที่เป็นของเหลือทิ้งมาใช้เป็นพลังงานโดยเริ่มการทดลองในปี พ.ศ. 2550 ที่เมืองฮอกไกโด และประสบผลสำเร็จสามารถผลิตเป็น 'Biocoke' ซึ่งมีลักษณะเป็นถ่านที่มีความแข็งมากและสามารถนำมาใช้แทน Coke หรือ Coal coke ในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กได้ ความสำเร็จนี้เป็นจุดเริ่มต้นของ ดร. Tamio Ida ในการพัฒนากระบวนการผลิต/คุณภาพ

ของ Biocoke ต่อไป ซึ่งรวมถึงการนำชีวมวลอื่น ๆ เช่น เศษอาหาร เศษพืชผัก ตลอดจนขยะชุมชน เป็นต้น มาใช้เป็นวัตถุดิบในงานวิจัยของ ดร. Tamio Ida ในการเปลี่ยนของเสียเป็นพลังงานเขียวโดยเน้นของเสียที่มาจากพืชนั้นสอดคล้องกับหลักคิดของ UNEP ในเรื่อง WAB2E

ต่อมาในปี พ.ศ. 2551 ได้มีการทดลองนำ Biocoke ไปใช้ทดแทน Coal coke ในเตาหลอมของ Toyota Industries Corp. ผลปรากฏว่า Biocoke สามารถนำไปใช้ทดแทน Coal coke ได้ถึง 11.4% และต่อมาในปี พ.ศ. 2553 ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์การผลิตจนสามารถทำการผลิตได้ประมาณ 1 ตัน/วัน หลังจากนั้นอีกหนึ่งปีจึงได้มีการสร้างโรงผลิต Biocoke ในเชิงพาณิชย์โดยใช้เศษไม้เป็นวัตถุดิบขึ้นเป็นครั้งแรกของโลกที่เมือง Takatsuki (Osaka) และภายในปีเดียวกันนั้นเองก็ได้ประสบความสำเร็จในการนำ Biocoke ไปใช้ทดแทน Coke ในเตาหลอมอุณหภูมิสูงได้ถึง 56.5% ความสำเร็จของงานวิจัย Biocoke ได้รับการยืนยันอย่างชัดเจนเมื่อได้รับรางวัล 'The New Energy Reward' และรางวัล 'Global Warming Prevention Activity' ในปี พ.ศ. 2555 ต่อมาดร. Tamio Ida ได้ร่วมมือกับ Osaka Gas Engineering Co, Ltd. ภายใต้การสนับสนุนของ JST (Japan Science and Technology Agency) ตามแผนงาน NexTEP (NexTEP หรือ the Next Generation Technology Transfer Program เป็นหนึ่งในแผนงานของ JST ที่ให้การสนับสนุนความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับบริษัทเอกชน) ในการก่อสร้างโรงผลิต Biocoke ขึ้นที่ประเทศมาเลเซีย โดยใช้แหล่งพลังงานจากกากผลปาล์มเป็นวัตถุดิบในปี พ.ศ. 2557 (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 โรงงานต้นแบบในประเทศมาเลเซีย และตัวอย่าง 'biocoke'

ที่มา : Mizuho Information and Research Institute, 2015

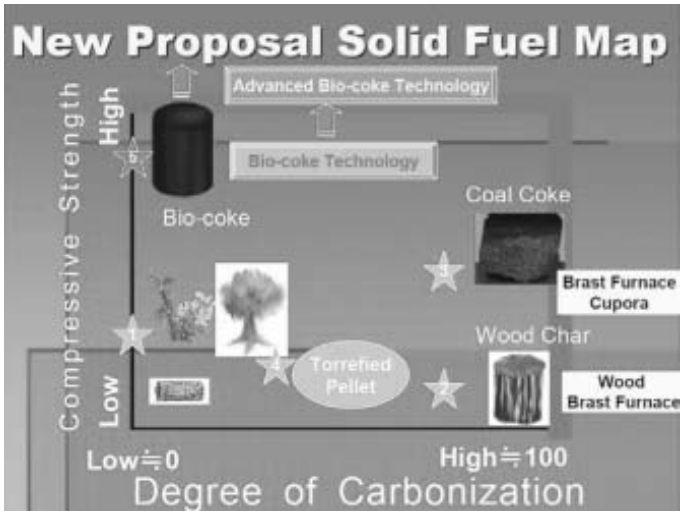
ทั้งนี้ ผลผลิตชุดแรกจะถูกส่งมาทดสอบประสิทธิภาพการใช้ในโรงงานผลิตเหล็กและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่มีการใช้ Coal coke เป็นเชื้อเพลิงภายในปี พ.ศ. 2558 โดยในระยะแรกของการผลิตคาดว่าจะมีกำลังผลิตประมาณ 400–700 ตัน/ปี และมีแผนที่จะเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 7,000 ตัน/ปีภายในสามปี ผลสำเร็จของการพัฒนา Biocoke แสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความก้าวหน้าและความสำเร็จในการพัฒนา Biocoke ของประเทศญี่ปุ่น

ปี พ.ศ.	เหตุการณ์
2550	ประสบความสำเร็จเป็นครั้งแรกในการผลิต Biocoke จากโรงงานต้นแบบขนาดเล็กที่ Hokkaido
2551	ทดลองใช้ biocoke กับเตาหลอมที่ Toyota Industries Corp. โดยสามารถใช้ทดแทน Coal coke ได้ถึง 11.4 %
2553	พัฒนาการผลิตได้ถึง 1 ตัน/วัน
2554	● สร้างโรงงานผลิต Biocoke (จากเศษไม้) ในเชิงพาณิชย์ขึ้นเป็นครั้งแรกของโลกที่เมือง Takatsuki Osaka ปัจจุบันมีกำลังผลิต 1,800 ตัน/ปี ● ประสบความสำเร็จในการทดลองใช้ทดแทน Coal coke ได้ถึง 56.5% ในเตาหลอมแบบ direct melting
2555	● ชนะรางวัล the New Energy Award ● ได้รับรางวัล Global Warming Prevention Activity
2557	เริ่มทดลองผลิตโดยใช้กากผลปาล์มเป็นวัตถุดิบในประเทศมาเลเซีย
2558	ส่งผลผลิตไปประเทศญี่ปุ่นตามคำสั่งซื้อจากบริษัทในญี่ปุ่น

หลักการสำคัญของการผลิต Biocoke ของดร. Tamio Ida คือ การใช้แรงอัด (ความดัน) สูงและความร้อน โดยกระบวนการดังกล่าวได้ทำการจดสิทธิบัตรเทคโนโลยีการผลิต (PCT/JP2006/300985) ทั้งนี้ ข้อแตกต่างที่เด่นชัดระหว่างงานวิจัยของดร. Tamio Ida กับงานวิจัยชิ้นอื่น ๆ สรุปพอสังเขปได้ ดังนี้

- การใช้ชีวมวลเป็นวัตถุ 100% ในการผลิตโดยไม่จำเป็นต้องผสมกับถ่านหิน
- กระบวนการผลิตใช้อุณหภูมิประมาณ 180˚C (แต่ใช้ความดันสูงถึง 20 MPa) ในขณะที่งานวิจัยอื่น ๆ ใช้อุณหภูมิในช่วง 500–1,000˚C ดังนั้น จึงเกือบไม่มีการปลดปล่อยธาตุ C และสารอื่น ๆ ออกมาระหว่างการผลิต (zero emission) (ภาพที่ 2)
- สามารถใช้ชีวมวลเกือบทุกชนิดเป็นวัตถุดิบและรวมถึงขยะชุมชนหรือ MSW (Municipal Solid Waste) (ภาพที่ 3)
- สัดส่วนที่ใช้ทดแทน coal coke สูงถึง 50%



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบอุณหภูมิและแรงอัดของการผลิตเชื้อเพลิงต่าง ๆ

ที่มา : Mizuho Information and Research Institute, 2015

ภาพที่ 3 ตัวอย่างชีวมวลที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต 'Biocoke'

ที่มา : Mizuho Information and Research Institute, 2015

การที่งานวิจัยของดร. Tamio Ida ได้เริ่มต้นจากการศึกษาวิจัยในห้องทดลองจนเป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปใช้ได้จริงในการผลิตเชิงพาณิชย์ ย่อมเป็นข้อประจักษ์ที่ชัดเจนถึงความสำเร็จที่ไม่เพียงแค่สร้างองค์ความรู้และจบที่แผ่นกระดาษดังเช่นงานวิจัยส่วนใหญ่ในปัจจุบัน หากแต่ได้มีการพัฒนาและค้นคว้าเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง เกิดประโยชน์ต่อสังคมอย่างกว้างขวางไม่เพียงเฉพาะในแวดวงวิชาการเท่านั้น จึงเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับงานวิจัยอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานวิจัยด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับประเทศไทย

WAB2E : Biocoke แง่คิดสำหรับประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมในแต่ละปีจึงมีเศษของเหลือ/ขยะจากภาคเกษตรกรรม หรือ WAB (Waste Agriculture Biomass) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก และถูกปล่อยทิ้งไว้โดยไม่ได้ถูกนำใช้ประโยชน์อย่างที่ควรจะเป็นซ้ำร้ายบางส่วนยังถูกกำจัดแบบไม่ถูกต้องหรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เช่น การเผา เป็นต้น ซึ่งนอกเหนือจากเป็นการทำลายวัตถุดิบที่สามารถนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงโดยเปล่าประโยชน์แล้ว กลับยังเป็นการสร้างปัญหามลพิษทางอากาศและเป็นอันตรายต่อระบบนิเวศน์อีกด้วย

เมื่อย้อนกลับมาดูถึงเรื่อง "ความมั่นคงทางพลังงาน" อาจกล่าวได้ว่าประเทศไทยมีความมั่นคงทางพลังงานอยู่ในระดับที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการขาดแคลนพลังงาน เนื่องจากเป็นประเทศที่นำเข้าพลังงาน ต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ แม้ว่าประเทศไทยมีแหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิลทั้งน้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติก็ตาม แต่ก็ไม่พอเพียงต่อการใช้ภายในประเทศ ในแต่ละปีจึงมีความจำเป็นต้องนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลและพลังงานไฟฟ้าจากต่างประเทศมูลค่านับล้าน ๆ บาท เมื่อราคาเชื้อเพลิงฟอสซิลในตลาดโลกโดยเฉพาะน้ำมันมีความผันผวนก็สร้างความวิตกกังวลให้กับทุกภาคส่วนตั้งแต่หน่วยงานรัฐ บริษัทเอกชน ธุรกิจการค้าขายต่าง ๆ การขนส่งตลอดไปถึงประชาชนทั่วไป ในคราวที่ประเทศพม่า (เมียนมาร์) ปิดซ่อมบำรุงท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากแหล่งยาดานา–เยตากุน ก็สร้างความวิตกกังวลเป็นอย่างมากในเรื่อง "ไฟฟ้าดับ" และ "การขาดแคลนก๊าซสำหรับเติมรถยนต์" ให้กับทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชนที่เกี่ยวข้องอยู่พอสมควร เหตุการณ์ดังกล่าวจึงเป็นข้อเท็จจริงที่สะท้อนให้เห็นถึงภาพ "ความมั่นคงทางพลังงานของประเทศไทย" ได้อย่างชัดเจน

สถานการณ์พลังงานปี 2556		
มูลค่าการนำเข้าพลังงานตลอดปีมีมูลค่า 1.42 ล้านล้านบาท แยกเป็น		
น้ำมันดิบ	*1,073,000*	*ล้านบาท*
ก๊าซธรรมชาติและ LNG	*146,944*	*ล้านบาท*
น้ำมันสำเร็จรูป	*134,306*	*ล้านบาท*
ถ่านหิน	*39,733*	*ล้านบาท*
ไฟฟ้า	*20,168*	*ล้านบาท*

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, ม.ป.ป.

WAB เป็นชีวมวลที่มีคุณค่าของพลังงานแฝงอยู่ ถ้าทิ้งไปเปล่า ๆ โดยไม่รู้จักนำมาใช้ก็น่าเสียดาย และหากทิ้งไว้โดยไม่กำจัดก็จะก่อปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น เกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็ก่อให้เกิดก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกและความเน่าเสียของแหล่งน้ำ เป็นต้น หากจัดการไม่ถูกต้องเหมาะสม เช่น การเผา เป็นต้น ก็สร้างปัญหามลพิษทางอากาศดังตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจน คือ การเผาเศษวัสดุการเกษตรในพื้นที่เพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งก่อนเข้าหน้าฝนในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นมานานและเพิ่มความรุนแรงขึ้นทุกปี จนกลายเป็นปัญหาระดับชาติที่รัฐบาลต้องเข้ามาจัดการแก้ไข เนื่องจากก่อให้เกิดความเสียหายอย่างกว้างขวางตั้งแต่สุขภาพของประชาชน การคมนาคมขนส่ง (จากทัศนวิสัยที่เลวลง) ระบบนิเวศน์ ตลอดไปถึงภาคการท่องเที่ยว (ทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ)

การวิจัยเพื่อการผลิต Biocoke ของดร. Tamio Ida แห่งมหาวิทยาลัย Kinki น่าจะเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่มีความมั่นคงทางพลังงานค่อนข้างต่ำ เนื่องจากต้องพึ่งพาพลังงานโดยต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ประกอบกับการที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งในแต่ละปีจะมี WAB เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากและมีความหลากหลายของประเภท จากที่กล่าวมาข้างต้นถ้าเราเปลี่ยนมุมมองใหม่ให้เห็นว่าแท้จริงแล้ว WAB ไม่ใช่ของเหลือทิ้ง/ขยะที่ไม่มีประโยชน์และ/หรือเป็นภาระที่จะต้องกำจัดทิ้งไป หากแต่เป็นของที่มีคุณค่า (พลังงาน) แฝงอยู่ อยู่ที่ว่าเราจะหาทางว่าจะต้องทำอย่างไรถึงจะดึงประโยชน์จาก WAB มาใช้ได้อย่างคุ้มค่าคุ้มทุน ซึ่งนั่นหมายความว่าไม่เพียงแต่ผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมเท่านั้น หากแต่ยังรวมถึงผลประโยชน์ต่อประเทศในแง่พลังงานและเศรษฐกิจด้วย

ในการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการผลิต Biocoke ในประเทศไทย แกลบและกากผลปาล์ม ได้ถูกเลือกใช้เป็นวัตถุดิบซึ่งนอกจากผลดีในด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจสังคม และด้านพลังงานดังกล่าวแล้ว ยังมีผลดีอีกสองประการ ประการแรก คือ ไทยสามารถส่งออกพลังงานสะอาดในรูปของ Biocoke และถ้าสามารถส่งออกไปยังยุโรปได้ก็จะมีผลต่อชื่อเสียงและการยอมรับในเวทีโลกของประเทศไทยมากขึ้น และประการที่ 2 การผลิต Biocoke จากขยะอินทรีย์สามารถเป็นหนึ่งในทางออกของปัญหาขยะชุมชนของประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยมีปัญหาด้านการจัดการขยะชุมชนหรือ MSW ที่นับวันก็มีแต่จะรุนแรงมากขึ้น ตั้งแต่การเพิ่มมากขึ้นของขยะชุมชน การตกค้างของขยะเนื่องจากขีดจำกัดของความสามารถในการกำจัดและความด้อยสมรรถนะในการกำจัดอย่างถูกวิธี (ตารางที่ 2) ประการสำคัญ คือ ประเทศไทยยังเลือกใช้การฝังกลบเป็นวิธีการหลักในการกำจัดขยะชุมชน ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพื้นที่ดำเนินการที่ยากต่อการจัดหาทั้งในแง่ความเหมาะสมของที่ตั้ง ราคาที่ดิน และที่สำคัญคือ การต่อต้านจากประชาชนในพื้นที่ เป็นที่น่าเชื่อได้ว่า หากหน่วยงานรัฐในทุกระดับที่เกี่ยวข้องและรับผิดชอบ

ยังติดอยู่กับการจัดการขยะในแนวทางเดิมก็คงจะยังไม่เห็นหนทางในการแก้ปัญหาขยะท่วมเมืองให้บรรเทาลงได้ไม่ว่าเวลาจะผ่านไปอีกกี่ปีก็ตาม เทคโนโลยีการกำจัดขยะโดยการเผาน่าจะเป็นทางออกที่ดีและเป็นไปได้ทางหนึ่งของการจัดการปัญหาขยะของประเทศ แต่ก็ต้องสร้างความเข้าใจกับประชาชนถึงข้อดีถ้าเทียบกับการฝังกลบ เทคโนโลยี Biocoke ของดร. Tamio Ida สามารถใช้ขยะชุมชนหรือ MSW เป็นวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งถ้ามองในแง่ของการกำจัดขยะแล้วน่าจะมีประสิทธิภาพและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าการฝังกลบ นอกจากนี้ Biocoke เอง (ไม่ว่าจะผลิตจากขยะการเกษตรหรือขยะชุมชน) ก็สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการเผาทำลายขยะสำหรับเตาเผาแบบ Gasification และ Direct melting ได้

ตารางที่ 2 ปริมาณขยะมูลฝอย (ขยะชุมชน) และการจัดการของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2556

การเกิดขยะและการจัดการ	ปริมาณ	หน่วย
เกิดขึ้นทั่วประเทศ	26.77 (100%)	ล้านตัน
กำจัดแบบถูกต้อง	7.2 (27%)	ล้านตัน
กำจัดแบบไม่ถูกต้อง	6.9 (26%)	ล้านตัน
ตกค้างในพื้นที่อยู่	7.6 (28%)	ล้านตัน
นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่	5.1 (19%)	ล้านตัน
สะสมทั้งประเทศ	19.9	ล้านตัน
อัตราการผลิตขยะ ปี 2551	1.03	กิโลกรัม/คน/วัน
อัตราการผลิตขยะ ปี 2556	1.15	กิโลกรัม/คน/วัน

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.

นอกจากนั้น Biocoke ที่ผลิตขึ้นเองนี้ส่วนหนึ่งสามารถนำไปใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลภายในประเทศ ส่วนที่เหลือยังสามารถส่งออกไปขายต่างประเทศได้ด้วย ด้วยเหตุนี้เทคโนโลยี Biocoke จึงน่าจะถูกหยิบยกขึ้นมาพิจารณาเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศไทยในประการต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมา

บทสรุป

บทเรียนจากญี่ปุ่นถึงความสำเร็จของ WAB2E นั้น นอกเหนือจากการดำเนินงานวิจัยโดยนักวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นต้นทางแล้ว ปัจจัยสำคัญต่อมาก็คือ การสนับสนุนจากภาครัฐในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เช่น นโยบาย เงินทุน องค์กรสิ่งแวดล้อม เป็นต้น และสุดท้าย คือ บริษัทเอกชน เนื่องจากเป็นผู้ใช้ปลายทาง ทั้งนี้ สิ่งสำคัญสองประการของงานวิจัยของญี่ปุ่นที่ไม่ควรมองข้าม คือ (1) การปรับกระบวนการผลิตให้ใช้ได้กับชีวมวลได้หลากหลายไม่จำกัดเฉพาะชีวมวลชนิดใดชนิดหนึ่ง และ (2) การผลิตเชื้อเพลิงคุณภาพสูงที่สามารถนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรม และที่น่าสนใจ คือ การพัฒนาเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งทั้งสองเรื่องดังกล่าวน่าจะมีนัยสำคัญสำหรับประเทศไทย เนื่องจากมีชีวมวล (ของเหลือจากภาคการเกษตร) ที่หลากหลาย และปัญหาหนึ่งที่แฝงอยู่ในมิติของความมั่นคงทางพลังงานก็คือความขัดแย้งในเรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมในการดำเนินงานโรงไฟฟ้าถ่านหิน ดังเช่นที่เกิดขึ้นที่จังหวัดกระบี่และที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ (จังหวัดลำปาง) เป็นต้น

ข้อดีหรือประโยชน์ของ WAB2E ในแง่ สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม และพลังงาน

- *เป็นวัตถุที่มีธาตุ C เป็นองค์ประกอบหลัก จึงสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงได้*
- *มีอยู่เป็นจำนวนมาก หาได้ง่าย ไม่มีราคาหรือมีราคาถูก*
- *มีส่วนช่วยลดปัญหาโลกร้อนและมลพิษ จากการใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล*
- *บรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยทิ้งหรือเผาทิ้ง หากถูกปล่อยทิ้งไว้ให้ย่อยสลายตามธรรมชาติก็ทำให้เกิด CH_4 และทำให้แหล่งน้ำมีออกซิเจนน้อยลงจนถึงขั้นเน่าเสียได้*
- *บรรเทาปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการเผาทิ้ง ได้แก่ ปัญหาฝุ่นควันที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและต่อทัศนวิสัย (สร้างปัญหาด้านการคมนาคม) ทำลายระบบนิเวศน์ และส่งผลเสียต่อการท่องเที่ยว เป็นต้น*
- *ผลดีด้านเศรษฐกิจ เช่น สร้างมูลค่าเพิ่มให้เกษตรกร สร้างแรงงานในท้องถิ่นนำรายได้เข้าประเทศ (จากการส่งออก) และประหยัดเงินตราต่างประเทศจากการลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ*
- *เสริมความมั่นคงทางพลังงานของประเทศจากการลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศได้ส่วนหนึ่ง*

เอกสารอ้างอิงและบรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2556**. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm?task=report2556 (25 มิถุนายน 2558)

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. ม.ป.ป. **สถานการณ์พลังงานไทย ปี 2556**. [ออนไลน์] แหล่งที่มา:http://www.eppo.go.th/info/Situation/quarterly/2013_Q4.pdf (25 มิถุนายน 2558)

ภาษาอังกฤษ

Asia Biomass. n. d. **Start of a Trial to Manufacture Bio-Coke from Palm Trees in Malaysia**. [online]. Available from: http://www.asiabiomass.jp/english/topics/1405_01.html (June 25, 2015)

JST. n. d. **Can our future rely on palm wastes**?. [Online]. Available from: http://www.jst.go.jp/inter/singapore/index.html (June 25, 2015)

Mizuho Information and Research Institute, Inc. 2015. **FY 2014 Project for Promoting the Spread of Technologies to Counter Global Warming (Feasibility Study of Biocoke technology JCM project in Thailand)**. [Online]. Available from: http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2015fy/001062.pdf (June 24, 2015)

Nikkei Asian Review. 2014. **Osaka team to make palm biofuel in Malaysia**. [Online]. Available from: http://asia.nikkei.com/Business/Companies/Osaka-team-to-make-palm-biofuel-in-Malaysia (June 25, 2015)

UNEP. 2011. **Global Partnership on Waste Management Waste Agricultural Biomass to Energy (WAB2E)**. [Online]. United Nations Environment Programme.Division of Technology, Industry and Economics. International Environmental Technology Centre. Available from: http://www.unep.org/gpwm/Portals/24123/images/Work%20Plans GPWM%20WAB%20work%20Plan%202012-2013_final.pdf (June 20, 2015)

UNEP. n. d. **Waste Agricultural Biomass.** [Online]. Available from: http://www.unep.org/gpwm/FocalAreas/WasteAgriculturalBiomass/tabid/56456/Default.aspx (June 29, 2015)

World Coal Association. n. d. **Coal and Steel.** [Online]. Available from: www.worldcoal.org/coal/uses-of-coal/coal-steel/Wed1507 (July 15, 2015)