โพรเพน : พลังงานสะอาด จากเชื้ออีโคไล (E. coli)

ธีรพล คังคะเกตุ*

"ค่าเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโลกได้แตะระดับ 400 ส่วนในล้านแล้ว"

เมื่อเดือนมีนาคมที่ผ่านมานี้นักวิทยาศาสตร์จาก NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) ได้รายงานว่าค่าเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของบรรยากาศโลกได้แตะระดับ 400 ส่วนในล้าน (ppm) เป็นครั้งแรก[1] รายงานดังกล่าวชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโลกยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แม้ว่าโลกจะได้ตระหนักถึงปัญหาและผลร้ายที่ตามมา รวมทั้งได้พยายามหยุดยั้งภัยคุกคามดังกล่าวมานานนับสิบปีแล้วก็ตาม ตั้งแต่การปฏิวัติอุตสาหกรรม (ระหว่าง พ.ศ.2293-2393 หรือ ค.ศ. 1750–1850) เป็นต้นมาโลกได้พึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติฯ) มากขึ้นเรื่อย ๆ จนทำให้เกิดปัญหาโลกร้อนขึ้นมาอันเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ที่จริงแล้วก่อนหน้านี้นักวิทยาศาสตร์ได้ตรวจวัดและพบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่บางแห่งมีความเข้มข้นสูงถึง 400 ส่วนในล้าน แต่ครั้งนี้เป็นครั้งแรกที่พบว่าค่าเฉลี่ยโลกสูงถึง 400 ส่วนในล้านซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นมากกว่า 120 ส่วนในล้านตั้งแต่ช่วงก่อนยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมและครึ่งหนึ่งของความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นนี้เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ 2523 (ค.ศ. 1980) เป็นต้นมา[1] ถ้านึกภาพการคำนวณอย่างคร่าว ๆ จะเห็นว่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มในช่วงสิ้นสุดยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมจนถึงปี พ.ศ 2523 หรือประมาณ 130 ปีเท่ากับคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ 2523-2558 (50 ปี)

*สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลนอกจากทำให้มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วยังปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญอีกสองชนิดคือมีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) อีกด้วย ก๊าซทั้งสองชนิดมีศักยภาพในการดูดซับพลังงานหรือ GWP (Global Warming Potential) มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 28–36 และ 269–298 เท่า (ที่ช่วงชีวิต 100 ปี) ตามลำดับ[2] กล่าวโดยสรุปก็คือพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกถึงสามชนิดดังกล่าว ดังนั้นจึงได้มีความพยายามในการเสาะหาและพัฒนาแหล่งพลังงานทางเลือกที่เป็นพลังงานสะอาดและสามารถใช้ได้ตลอดไป พลังงานทางเลือกดังกล่าวที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้จนถึงปัจจุบันนี้ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมและพลังงานชีวภาพ เป็นต้น ซึ่งครอบคลุมหลักและแนวคิดของการแปลงของเสียให้เป็นพลังงาน (WASTE–TO–ENERGY) ในรูปแบบต่าง ๆ อีกด้วย แต่พลังงานต่าง ๆ ดังกล่าวยังไม่สามารถตอบโจทย์ของความต้องการในรูปแบบที่โลกใช้อยู่ โลกในปัจจุบันใช้พลังงานในสองรูปแบบหลักคือ *พลังงานไฟฟ้า* (ผลิตได้จากเชื้อเพลิงฟอสซิล แสงอาทิตย์ ลม เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ฯ) และ *เชื้อเพลิงเหลวหรือก๊าซ*ที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์สันดาปในภาคการขนส่ง ภาคอุตสาหกรรมและครัวเรือน ซึ่งภาคการใช้พลังงานในรูปเชื้อเพลิงเหลวฯ มีความสำคัญและจำเป็นไม่น้อยกว่าภาคการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนั้นในการพัฒนาพลังงานทางเลือกจึงต้องคำนึงถึงปัญหาในจุดนี้ด้วย

อย่างไรก็ตามก่อนหน้าที่จะมีการประกาศว่าค่าเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโลกได้แตะระดับ 400 ส่วนในล้านแล้วนั้น ในระหว่างปี 2557 มีรายงานการวิจัยที่แสดงถึงผลสำเร็จของการสังเคราะห์โพรเพนซึ่งเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลชนิดหนึ่งได้จากเชื้อแบคทีเรียอีโคไลขึ้นเป็นครั้งแรกจากความร่วมมือของนักวิทยาศาสตร์จาก Imperial College London และมหาวิทยาลัย Turku ประเทศฟินแลนด์ ความสำเร็จดังกล่าวถือเป็นก้าวสำคัญก้าวแรกของการนำไปสู่การผลิตโพรเพน (Propane) ในเชิงพาณิชย์ เมื่อถึงเวลานั้นโพรเพนก็อาจตอบโจทย์ปัญหาพลังงานได้ในเกือบทุก ๆ ด้านไม่ว่าจะในเรื่องของการเป็นพลังงานที่สามารถผลิตขึ้นมาใช้ได้อย่างไม่จำกัด ปัญหาโลกร้อนที่เกิดจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ปัญหามลพิษทางอากาศและปัญหาอื่น ๆ ดังจะกล่าวถึงต่อไป

พลังงานชีวภาพ : พลังงานชีวสังเคราะห์

พลังงานชีวภาพรุ่นแรก ๆ ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการโดยเฉพาะในภาคการขนส่ง ได้แก่เอทานอลและไบโอดีเซลซึ่งผลิตจากพืชที่มีน้ำตาล แป้งหรือไขมันสูง เช่น อ้อย มันสำปะหลังและปาล์ม เป็นต้น หลังการพัฒนาก็มีการใช้พลังงานชีวภาพดังกล่าวมากขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่เป็นส่วนผสมของน้ำมันเบนซิน (gasoline) หรือดีเซลในอัตราส่วนต่าง ๆ จนถึงการใช้โดยตรง (ไม่ต้องผสม) ปัญหาของพลังงานชีวภาพมีตั้งแต่ในเรื่องของเทคโนโลยีในการผลิต เทคโนโลยีของเครื่องยนต์ ราคาและการยอมรับของผู้บริโภค เป็นต้น แม้ว่าการพัฒนาพลังงานชีวภาพได้เริ่มขึ้นจากการหาทางออกให้กับโลกเพื่อใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล รวมทั้งมีผลพลอยได้ที่เป็นผลดีต่อปัญหาโลกร้อนด้วย ด้ายการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลก็ตาม แต่ก็มีข้อถกเถียงในเรื่องของการขาดแคลนอาหาร (ปัญหาความมั่นคงทางอาหาร) เนื่องจากพืชที่นำมาทำพลังงานชีวภาพนั้นเป็นพืชอาหาร แล้วต่อไปถึงปัญหาขาดแคลนที่ดินทำกิน (เพาะปลูก) ที่อาจส่งเสริมให้มีการตัดไม้ทำลายป่าอันเป็นการทำลายระบบนิเวศซึ่งท้ายสุดก็ไปลงเอยที่ปัญหาโลกร้อน เพราะว่าป่าเป็นระบบธรรมชาติที่ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขนาดใหญ่ของโลก นอกจากนี้การตัดไม้ทำลายป่าก็อาจเป็นผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้าสู่บรรยากาศโลกเพิ่มขึ้นจากการทำลายหรือเปลี่ยนสภาพตามธรรมชาติของพื้นที่อีกด้วย นอกเหนือจากการถกเถียงในเรื่องการใช้ที่ดิน (ระหว่างพืชอาหารและพืชพลังงาน) แล้วอีกปัญหาหนึ่งก็คือความจำกัดของน้ำ แต่เดิมปัญหาความแห้งแล้งทำให้เกิดการแย่งชิงการจัดสรรน้ำในหลายภาคส่วน ทั้งด้านการเกษตร การบริโภคอุปโภค ด้านอุตสาหกรรมและแม้กระทั่งภาคการท่องเที่ยว ปัจจุบันและในอนาคตอันใกล้โลกจะต้องเผชิญกับปัญหาดังกล่าวในลักษณะที่รุนแรงมากขึ้นเมื่อแหล่งน้ำจืดลดน้อยลงอันเป็นปัญหาจากการรุกล้ำทำลายพื้นที่ป่าตามธรรมชาติมีมากขึ้น และการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศ แต่ในขณะเดียวกันความต้องการน้ำกลับเพิ่มมากขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก แล้วถ้าภาคการผลิตพลังงาน ชีวภาพเติบโตมากขึ้นก็จะยิ่งทำให้ความต้องการน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการพัฒนาและสนับสนุนการใช้พลังงานชีวภาพก็อาจจะเป็นข้อถกเถียงในประเด็นข้อเสียหรือผลเสียด้านสิ่งแวดล้อมทั้ง ๆ ที่เริ่มต้นด้วยประเด็นข้อดีหรือผลประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานชีวภาพที่ควรกล่าวถึงอีกชนิดหนึ่งคือก๊าซชีวภาพ หรือ BIOGAS (มีองค์ประกอบเป็นมีเทนไม่น้อยกว่า 60 เปอร์เซนต์) ซึ่งมีจุดเด่นอยู่ที่แปลงของเสียมาเป็นพลังงาน เช่น ขยะมูลฝอย มูลสัตว์ และน้ำเสีย

(ในอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงแป้งมันสำปะหลัง) เป็นต้น แต่ก็ยังไม่สามารถตอบโจทย์ได้ทั้งหมดเนื่องจากมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ปริมาณที่ผลิตได้ การขนส่ง และการใช้กับเครื่องยนต์สันดาป เป็นต้น

สาหร่ายเซลเดียวถือได้ว่าเป็นลำดับชีวิตปฐมภูมิอันเป็นที่มาของการส่งถ่ายมวลสารและพลังงานให้กับสิ่งมีชีวิตขั้นสูง ได้แก่ พืชและสัตว์ต่าง ๆ ต่อไป สาหร่ายแปลงพลังงานแสงอาทิตย์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นโมเลกุลต้นกำเนิดของสารชีวสังเคราะห์ต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและวิตามิน เป็นต้น สารชีวสังเคราะห์ต่าง ๆ เหล่านี้นอกจากเพื่อประโยชน์ของผู้สร้างเองแล้ว สารต่าง ๆ เหล่านี้ยังเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นต่อไปทั้งในแง่ของการส่งผ่านพลังงาน (พลังงานเคมี) และมวลสาร มนุษย์น่าจะถือได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระดับขั้นสูงสุดของห่วงโซ่อาหารแต่มนุษย์ก็มีความสามารถพิเศษคือสามารถใช้สิ่งมีชีวิตในทุกระดับในห่วงโซ่อาหารมาเป็นอาหารได้ เช่น การนำพืชเซลเดียวหรือพืชที่มีขนาดเล็กมาก ๆ มาเป็นอาหารได้ ตัวอย่างเช่น ในแถบแอฟริกามีการนำสาหร่ายสไปรูไลน่า (เป็นสาหร่ยเซลเดียวที่เป็น CYANOBACTERIA) ในประเทศไทยก็มีการบริโภคไข่น้ำ เป็นต้น การพึ่งพาสิ่งมีชีวิตปฐมภูมิมีข้อดีคือให้ผลผลิตสูงและรวดเร็วเนื่องจากไม่ต้องมีการสูญเสียมวลสารและพลังงานในแต่ละทอดของการส่งถ่ายในแต่ละลำดับ ประการสำคัญคือสาหร่ายใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานและใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งวัตถุดิบ

ในช่วงสิบกว่าปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อผลิตอาหารและน้ำมันจากสาหร่ายเซลเดียวโดยที่นอกจากจะมีข้อดีดังกล่าวข้างต้นแล้วปัญหาเรื่องพื้นที่เพาะเลี้ยงและการใช้น้ำก็อยู่ในวิสัยที่สามารถจัดการได้โดยไม่เกิดปัญหาดังเช่นการเพาะปลูกพืชพลังงาน ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเซลเดียวถือได้ว่าประสบความสำเร็จในเชิงพาณิชย์แต่น่าเสียดายว่าทิศทางของการดำเนินการดังกล่าวกลับไปตอบสนองคนกลุ่มหนึ่งที่มีกำลังซื้อค่อนข้างสูงพอสมควร เช่นในกรณีที่องค์การเกษตรและอาหารแห่งสหประชาชาติ หรือ FAO สนับสนุนให้มีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่าเพื่อการแก้ไขและป้องกันปัญหาทุพโภชนาการในเด็กและประชาชนในโลกที่สาม แต่ในความเป็นจริงการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลน่าได้แปรสภาพเป็นธุรกิจอาหารเสริมที่มีมูลค่าสูง หรือในกรณีการวิจัยผลิตน้ำมันจากสาหร่ายเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงก็เช่นกัน ส่วนหนึ่งได้แปรไปไปสู่การผลิตน้ำมันที่เป็นอาหารเสริม เช่น DHA เป็นต้น เนื่องจากมีมูลค่าสูงกว่ามาก เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการวิจัยเพื่อผลิตพลังงานชีวสังเคราะห์ที่เป็นพลังงานทางเลือกและพลังงานสะอาดก็ยังดำเนินต่อไปเพื่อตอบโจทย์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม กล่าวคือเป็นเชื้อเพลิงเหลวที่สามารถรองรับภาคการขนส่ง ไม่ก่อปัญหาโลกร้อนและมลพิษทางอากาศ ผลิตขึ้นใช้ได้ตลอดไปไม่จำกัด ทั้งนี้ในปี 2557 ได้มีรายงานการวิจัยถึงความสำเร็จของการสังเคราะห์โพรเพนจากเชื้อแบคทีเรียอีโคไล (*E. coli*) ถึงแม้งานวิจัยดังกล่าวจะเป็นความสำเร็จขั้นต้นในระดับห้องปฏิบัติการก็ตามแต่ก็เป็นครั้งแรกที่โพรเพนซึ่งเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลชนิดหนึ่งสามารถถูกสังเคราะห์ขึ้นมาได้

E. coli กับสิ่งแวดล้อม

Eschericia coli (*E. coli*) เป็นเชื้อแบคทีเรียที่ปกติอาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของคนและสัตว์เลือดอุ่นและไม่ก่อให้เกิดโรค แต่ถ้าแพร่ไปอยู่อวัยวะส่วนอื่นของร่างกายโดยการปนเปื้อนอุจจาระก็สามารถก่อโรคได้ เช่น ระบบทางเดินปัสสาวะ ระบบทางเดินหายใจ และบาดแผลที่ผิวหนัง เป็นต้น นอกจากนี้ก็มีบางสายพันธุ์ที่ก่อโรคได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่นโรคท้องร่วงของนักท่องเที่ยวพบว่า 40 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์เกิดจากเชื้ออีโคไลหรือสายพันธุ์ *E. coli* 0157:H7 ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษซึ่งรุนแรงจนถึงขั้นเสียชีวิตได้

โดยที่ปกติอาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของคนและสัตว์เลือดอุ่นดังนั้นเชื้ออีโคไลจึงถูกขับออกมาเสมอพร้อมกับอุจจาระ เมื่ออุจจาระปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำก็ทำให้มีเชื้ออีโคไลปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำด้วยเช่นกัน ด้วยเหตุนี้เชื้ออีโคไลจึงถูกนำมาใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อมและสาธารณสุขในฐานะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของน้ำและหรือแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภคอุปโภครวมถึงกิจกรรมที่ทำให้มีการสัมผัสกับน้ำ เช่น ว่ายน้ำ เป็นต้น เพราะถ้าตรวจพบเชื้ออีโคไลแสดงว่าน้ำและหรือแหล่งน้ำนั้นๆมีการปนเปื้อนอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งหมายความว่าการใช้น้ำดังกล่าวมีความเสี่ยงต่อการติดโรคที่มากับน้ำหรือติดต่อทางน้ำ ดังนั้นเชื้ออีโคไลจึงถูกใช้เป็นเครื่องมือสำคัญทางสิ่งแวดล้อมเครื่องมือหนึ่งในการบ่งชี้ถึงความปลอดภัยน้ำและแหล่งน้ำจากเชื้อโรคที่ติดต่อได้ทางน้ำ เช่น อหิวาตกโรค เป็นต้น[3]

แต่อย่างไรก็ตามเชื้ออีโคไลไม่มีกลไกทางธรรมชาติที่สามารถสังเคราะห์โพรเพนขึ้นมาได้เลย การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพอื่น ๆ เช่น เอทานอล และ มีเทน เป็นต้น ล้วนแล้วแต่อาศัยกลไกตามธรรมชาติที่มีอยู่แล้วของเชื้อจุลินทรีย์ เพียงแต่ว่าในกระบวนการผลิตอาจมีการปรับเปลี่ยนปรับแต่งสภาวะแวดล้อมของการเพาะเลี้ยงทั้งทางกายภาพ เคมี และ ชีวภาพ เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่างและอาหาร เป็นต้น เพื่อช่วยเร่งกระบวนการสังเคราะห์และทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้นและหรือเร็วขึ้นกว่ากระบวนการปกติตามธรรมชาติ

METHANE : เชื้อเพลิงฟอสซิลพลังงานสะอาดที่ทำให้โลกร้อน

เชื้อเพลิงฟอสซิลที่เราใช้กันอยู่จนถึงปัจจุบันต่อเนื่องมาตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ประกอบด้วย ถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลทุกชนิดมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาโลกร้อน นอกจากนี้แล้วการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลยังก่อให้เกิดสารมลพิษต่างๆ อาทิ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ฝุ่น (เถ้า) และโลหะบางชนิด เป็นต้น เนื่องจากเชื้อเพลิงฟอสซิลแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกันดังนั้นเมื่อเผาไหม้แล้วก็จะให้พลังงานความร้อนไม่เท่ากัน ประการสำคัญคือปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสารมลพิษออกมาไม่เท่ากัน ถ้าเปรียบเทียบกันในระหว่างเชื้อเพลิงฟอสซิลก็จะพบว่าถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสารมลพิษออกมาสูงสุด ส่วนก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สะอาดที่สุด (ดูตารางที่ 1) ในปี พ.ศ. 2535 (ค.ศ. 1992) สหรัฐอเมริกาได้ออกกฎหมายนโยบายพลังงานโดยมีเป้าหมายเพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าปิโตรเลียมและปรับปรุงคุณภาพอากาศโดยส่วนหนึ่งของการดำเนินการเป็นการสนับสนุนการใช้เชื้อเพลิงทางเลือก และหนึ่งในเชื้อเพลิงทางเลือกที่กำหนดไว้ในกฎหมายดังกล่าวคือ***ก๊าซธรรมชาติ***[*] เชื้อเพลิงทางเลือกอื่น ๆ ได้แก่ เอทานอล ไบโอดีเซล (B100) และ ***โพรเพน*** เป็นต้น[4]

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระดับการปลดปล่อยมลพิษของเชื้อเพลิงฟอสซิล (Pounds per Billion Btu of Energy Input)

สารมลพิษ	ก๊าซธรรมชาติ	น้ำมัน	ถ่านหิน
คาร์บอนไดออกไซด์:CO_2	117,000	164,000	208,000
คาร์บอนมอนอกไซด์:CO	40	33	208
ไนโตรเจนออกไซด์:NO_X	92	448	457
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์:SO_2	1	1,122	2,591
ฝุ่นละออง:Particulates	7	84	2,744
ปรอท:Hg	0.000	0.007	0.016

ที่มา: EIA–Natural Gas Issues and Trends 1998 (อ้างตาม 5)

โดยสรุปกล่าวได้ว่าก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สะอาดโดยเปรียบเทียบกับถ่านหินและน้ำมัน แต่จุดเด่นที่สำคัญอีกประการของก๊าซธรรมชาติก็คือสามารถใช้ทดแทนถ่านหินและน้ำมันได้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือสามารถใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและใช้ได้กับเครื่องยนต์สันดาปในภาคการขนส่ง รวมทั้งสามารถขนถ่ายได้ทั้งทางท่อ (ในสถานะก๊าซ) และทางบกหรือทางเรือ (ในสถานะของเหลว)

PROPANE : เชื้อเพลิงฟอสซิลพลังงานสะอาดที่ไม่ทำให้โลกร้อน

โพรเพนเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันและจากกระบวนการแยกก๊าซธรรมชาติที่ถูกค้นพบโดยบังเอิญจากปัญหาการอุดตันของท่อส่งก๊าซฯ อันเนื่องจากความเย็น โพรเพนเป็นหนึ่งในเชื้อเพลิงทางเลือก

**องค์ประกอบหลักของก๊าซธรรมชาติคือมีเทน 70–90 เปอร์เซ็นต์ โพรเพน 0–20 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0–8 เปอร์เซ็นต์และก๊าซอื่นๆ เช่น บิวเทน ไนโตรเจนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ (หรือก๊าซไข่เน่า) และหลังผ่านกระบวนการแยกก๊าซแล้วจะมีองค์ประกอบเป็นมีเทนเกือบร้อยเปอร์เซนต์*

ตามที่กำหนดไว้ในกฎหมายนโยบายพลังงานดังกล่าวในหัวข้อก่อนหน้าและเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้มากที่สุดเป็นอันดับสามในภาคขนส่ง[6]โพรเพนเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สะอาดเช่นเดียวกับก๊าซธรรมชาติกล่าวคือปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา (ที่ค่าความร้อนเท่ากัน) น้อยกว่าน้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซลและถ่านหิน (ดูตารางที่ 2) ตัวอย่างเช่นในอเมริกาในปี พ.ศ. 2550 (ค.ศ. 2007) โพรเพนเป็นพลังงานที่มีการใช้ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานทั้งหมดของประเทศแต่กลับปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ เมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซธรรมชาติ* โพรเพนมีจุดเด่นที่เหนือกว่าคือโพรเพนไม่เป็นก๊าซเรือนกระจกดังเช่นมีเทน [7] และทำให้เป็นของเหลวได้ง่ายสามารถบรรจุในถังที่ความดัน 150 ปอนด์/ตารางนิ้ว (psi) มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น 270 เท่า โพรเพนหนึ่งแกลลอนให้พลังงานเกือบ 3/4 ส่วนเมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซินหนึ่งแกลลอน โพรเพนเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลสะอาดที่สามารถใช้ได้ทั้งในภาคขนส่งและในครัวเรือน นอกจากนี้ยังเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเคมีสำหรับการผลิตพลาสติก[6]

จุดอ่อนของโพรเพนและก๊าซธรรมชาติคือเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีอยู่จำกัดตามธรรมชาติและจะต้องหมดไปจากโลกในวันหนึ่งข้างหน้า แม้ว่าเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาน้อยกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่น ๆ เช่น ถ่านหินและน้ำมันก็ตาม แต่การใช้เชื้อเพลิงทั้งสองนี้ก็ยังเป็นการเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศอยู่ดี เพียงแต่ว่าเป็นในอัตราที่ช้ากว่าเท่านั้นเอง ดังนั้นการค้นหาเชื้อเพลิงทางเลือกอื่นเพื่อหลีกเลี่ยงหรือทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลยังคงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับโลกเพื่อการบรรเทาปัญหาโลกร้อนและในขณะเดียวกันเพื่อหลีกหนีจากปัญหาการขาดแคลนพลังงานในอนาคต

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้สมบูรณ์ (100%) ของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ที่ค่าความปริมาณความร้อนที่เท่ากัน (ล้านบีทียู)

เชื้อเพลิง	CO_2 (กิโลกรัม / ล้านบีทียู)
ก๊าซธรรมชาติ	53.1
โพรเพน (C_3H_8)	62.3
เอทานอล (E 85)	66.7
น้ำมันเบนซิน (gasoline)	70.9
น้ำมันดีเซล	73.2
ถ่านหิน (bituminons)	93.5

ที่มา: Energetics, Propane Reduces Greenhouse Gas Emissions : A Comparative Analysis, Propane Educational & Pesearch Council, 2009

PROPANE : จากเชื้อเพลิงที่มีจำกัดมาเป็นเชื้อเพลิงชีวสังเคราะห์ที่ไม่มีวันหมด

ปัญหาพลังงาน (การขาดแคลนแหล่งพลังงานในอนาคต) และ**ปัญหาโลกร้อน** (รวมถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม/มลพิษจากพลังงานเริ่มตั้งแต่การสำรวจค้นหา การผลิตตลอดไปถึงการใช้) ที่ถูกผูกติดอยู่ด้วยกันที่**เชื้อเพลิงฟอสซิล** ถือว่าเป็นความท้าทายอย่างหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์ที่จะต้องแสวงหาหนทางในการฟันฝ่าอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายของการมีพลังงานสะอาดและมีใช้ได้อย่างยั่งยืน เมื่อไม่นานมานี้นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งได้ศึกษาทดลองจนประสบความสำเร็จในการผลิตก๊าซโพรเพนโดยการปรับเปลี่ยนเส้นทางชีวสังเคราะห์ภายในเซลของแบคทีเรีย ในการศึกษาทดลองครั้งนี้นักวิทยาศาสตร์ได้อาศัยกลไกชีวสังเคราะห์ตามธรรมชาติของแบคทีเรีย *E. coli* BL21(DE3) ที่สังเคราะห์กรดไขมันจากน้ำตาลกลูโคสจนกระทั่งได้สารตั้งต้นตัวสุดท้าย (BUTYRALDEHYDE) ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแอลกอฮอล์ (BUTANOL) ซึ่งเป็นผลผลิตสุดท้ายตามกระบวนการตามปกติ แต่นักวิทยาศาสตร์ได้ใช้เอ็นไซม์ ADO* เพื่อปรับเปลี่ยนเส้นทางชีวสังเคราะห์ทำให้ได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นก๊าซโพรเพนแทน การทดลองครั้งนี้มีเอ็นไซม์ที่มีบทบาทสำคัญอยู่สามตัว

คือ (1) thioesterase (มีบทบาทในช่วงการสังเคราะห์กรดไขมันbutyrate จาก glucose) (2) CAR (carboxylic acid reductase; ทำหน้าที่เปลี่ยนbutyrate เป็น butyraldehyde) และ (3) ADO* (aldehyde deformylatingoxygenase; ทำหน้าที่เปลี่ยน butyraldehyde เป็น propane) จุดเด่นของการศึกษาทดลองครั้งนี้คือกระทำในสภาวะที่มีออกซิเจน และสิ่งสำคัญคือเส้นทางของชีวสังเคราะห์ก๊าซโพรเพนนี้ถูกขับเคลื่อนด้วย co-substrate (NADPH ATP และ reduced ferredoxin) ที่ล้วนมีอยู่แล้วตามธรรมชาติในจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์แสงได้ (photosynthesis microorganism) ได้แก่ cyanobacteria เป็นต้น ซึ่งนั่นหมายความว่าในการศึกษาวิจัยเพื่อต่อยอดมีความเป็นไปได้ที่จะสังเคราะห์/ผลิตเชื้อเพลิง (โพรเพน) โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนมาเป็นพลังงานเคมีและใช้วัตถุดิบหลักคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์แสงได้ทำหน้าที่เป็นหน่วยการผลิต[8]

ส่งท้าย : ความหวังของโลกในการปลดแอกจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

ความพยายามในการหาแหล่งพลังงานทางเลือกที่สามารถมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลทั้งเพื่อการผลิตไฟฟ้าทั้งที่สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์สันดาปหรือเครื่องกำเนิดความร้อนเพื่อตอบสนองการใช้งานของภาคส่วนต่าง ๆ ก็ประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง ตัวอย่างเช่น การผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เชื้อเพลิงนิวเคลียร์ และพลังงานชีวภาพ เป็นต้น หรือการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ/ชีวสังเคราะห์ ได้แก่ เอทานอลและไบโอดีเซล (จากพืชน้ำมัน สาหร่ายเซลเดียว) เป็นต้น อย่างไรก็ตามการพัฒนาพลังงานทางเลือกต่าง ๆ เหล่านี้ก็ยังไม่สามารถทำให้โลกเป็นอิสระจากเชื้อเพลิงฟอสซิลได้อย่างสิ้นเชิง โลกยังจำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานหลักเพื่อขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจ สังคมและชีวิตความเป็นอยู่ของคนในยุคปัจจุบันที่การดำเนินชีวิตในด้านต่าง ๆ ที่ล้วนแต่ต้องพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าเทคโนโลยีและเครื่องยนต์กลไกต่าง ๆ นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามหาทางพัฒนาเชื้อเพลิงที่สามารถทำให้โลกเป็นอิสระจากเชื้อเพลิงฟอสซิลจึงนำไปสู่การศึกษาทดลองเพื่อแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการสังเคราะห์โพรเพน (เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภทหนึ่ง) โดยการปรับเปลี่ยนเส้นทางชีวสังเคราะห์ของแบคทีเรีย

อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ได้ให้ข้อคิดเห็นไว้ว่า "งานวิจัยนี้เป็นการพิสูจน์ถึงการผลิตเชื้อเพลิง (โพรเพน) ที่แต่เดิมพบได้เฉพาะจากแหล่งพลังงานฟอสซิลเท่านั้น เป็นการเปิดทางถึงความเป็นไปได้ของการผลิตเชื้อเพลิงอย่างยั่งยืนที่สามารถใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น" ทั้งนี้นักวิทยาศาสตร์มีความหวังว่าการผลิตโพรเพนด้วยกระบวนการที่เป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์จะบรรลุผลได้ภายใน 5-10 ปีข้างหน้านี้ เพื่อตอบสนองความต้องการพลังงานได้อย่างยั่งยืน[9]

เอกสารอ้างอิง

1. NOAA. "Record global carbon dioxide concentrations surpass 400 parts per million in March 2015." ScienceDaily. www.sciencedaily.com/releases/2015/05/150507084211.htm (accessed May 11, 2015).

2. http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gwps.html (accessed June04, 2015).

3. Jacquelyn G. Black, *Microbiology : Principles & Explorations*, 4th.ed., John Wiley & Sons, Inc., 1999 USA

4. http://www.afdc.energy.gov/laws/key_legislation#epact92 (accessed May 05, 2015).

5. http://naturalgas.org/environment/naturalgas/ (accessed April24, 2015).

6. http://www.afdc.energy.gov/fuels/propane.html (accessed May 05, 2015).

*การค้นพบเอ็นไซม์ ADO เปรียบเสมือนประตูที่เปิดสู่ทางสายใหม่ของชีวสังเคราะห์สาร alkane (องค์ประกอบหลักของเชื้อเพลิงฟอสซิล) ในแบคทีเรีย

7. Energetics Incorporated, *Propane Reduces Greenhouse Gas Emissions : A Comparative Analysis*, Propane Educational & Pesearch Council, 2009

8. Pauli Kallio,AndrtisPtisztor,KatiThiel,M. KalimAkhtar & Patrik R. Jones,An engineered pathway for the biosynthesis of renewable propane, *Nature Communications* , Article number: 4731 Published 02 September 2014

9. Imperial College London. "Scientists create renewable fossil fuel alternative using bacteria." ScienceDaily. www.sciencedaily.com/releases/2014/09/140902114414.htm (accessed May 12, 2015).