บทความ: กากกาแฟ จากแก้วกาแฟสู่แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนสำหรับผลิตภัณฑ์ชีวภาพ

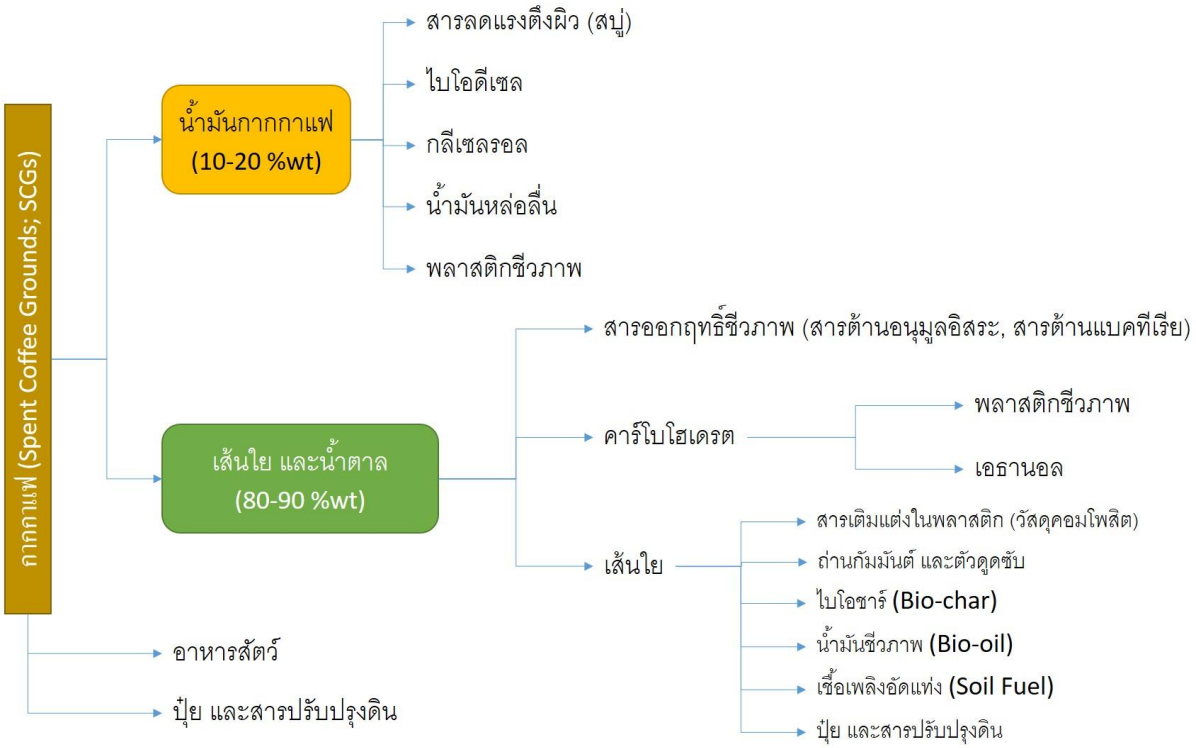
ณัฐพงศ์ ตันติวัฒนพันธ์

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การอ้างอิง: ณัฐพงศ์ ตันติวัฒนพันธ์. (2562). กากกาแฟ จากแก้วกาแฟสู่แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนสำหรับผลิตภัณฑ์ชีวภาพ. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 23 (ฉบับที่ 1).

กาแฟ ถือได้ว่าเป็นสินค้าที่มีการซื้อขายมากที่สุดเป็นอันดับสองของโลกรองจากน้ำมันปิโตรเลียม ปัจจุบันวัฒนธรรมการกินกาแฟกำลังพัฒนากันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็น กาแฟสำเร็จรูป จากภาคอุตสาหกรรม กาแฟสด จากร้านกาแฟ หรือแม้กระทั้งจากในครัวเรือน สำหรับประเทศไทยเองกระแสการบริโภคกาแฟกำลังเป็นที่จับตามอง มูลค่าของอุตสาหกรรมกาแฟในประเทศไทยในปี 2561 สูงถึง 17,000 ล้านบาท มีการผลิตกาแฟ 20,000 ตัน/ปี แต่ไม่เพียงต่อการบริโภค ซึ่งสูงถึง 120,000 ตัน/ปี และโดยเฉลี่ยแล้วคนไทยบริโภคกาแฟราว 0.5-1.0 กิโลกรัม/ปี ถือเป็นปริมาณที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับสหรัฐอเมริกา 3.5 กิโลกรัม/ปี และกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย 10 กิโลกรัม/ปี ดังนั้นจะเห็นได้ว่าตลาดการบริโภคกาแฟของไทยยังสามารถเติบโตขึ้นได้ โดยมีการคาดการณ์ไว้ว่า ภายในปี 2565 จะมีการบริโภคกาแฟในประเทศไทยสูงถึง 300,000 ตัน/ปี

กากกาแฟ (Spent Coffee Grounds; SCGs) เป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการการสกัดน้ำกาแฟ โดยจากปริมาณการบริโภคกาแฟในประเทศไทย เราจะมีกากกาแฟเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากกว่า 290,000 ตัน/ปี ในปี 2565 โดยการจัดการกากกาแฟในอุตสาหกรรมกาแฟสำเร็จรูป จะนำกากกาแฟไปเผาเพื่อสร้างเป็นพลังงานความร้อนใช้ในกระบวนการผลิต และในภาคครัวเรือนและร้านกาแฟส่วนใหญ่จะส่งกำจัด ปัจจุบันกระแสสิ่งแวดล้อมกำลังเป็นที่จับตามอง ทำให้มีการรณรงค์ลดปริมาณขยะ และ/หรือนำขยะเหล่านั้นมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อไป ซึ่งเราเรียกแนวคิดนี้ว่า แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economic) กากกาแฟเองถือได้ว่าเป็นวัตถุดิบที่มีอรรถประโยชน์มากมายด้วยส่วนประกอบของมัน เช่น น้ำมัน เส้นใย และสารออกฤทธ์ทางชีวภาพ โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ ดังที่แสดงไว้ใน รูปที่ 1 อาจจะถือได้ว่ากากกาแฟสามารถนำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบที่มาจากปิโตรเลียม หรือมาจากแหล่งอาหาร (Edible feedstock) ซึ่งนอกจากจะช่วยเรื่องสิ่งแวดล้อมและความมั่งคงด้านพลังงานและอาหารแล้ว ยังเป็นการลดการใช้จ่ายในการกำจัดกากกาแฟ และต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

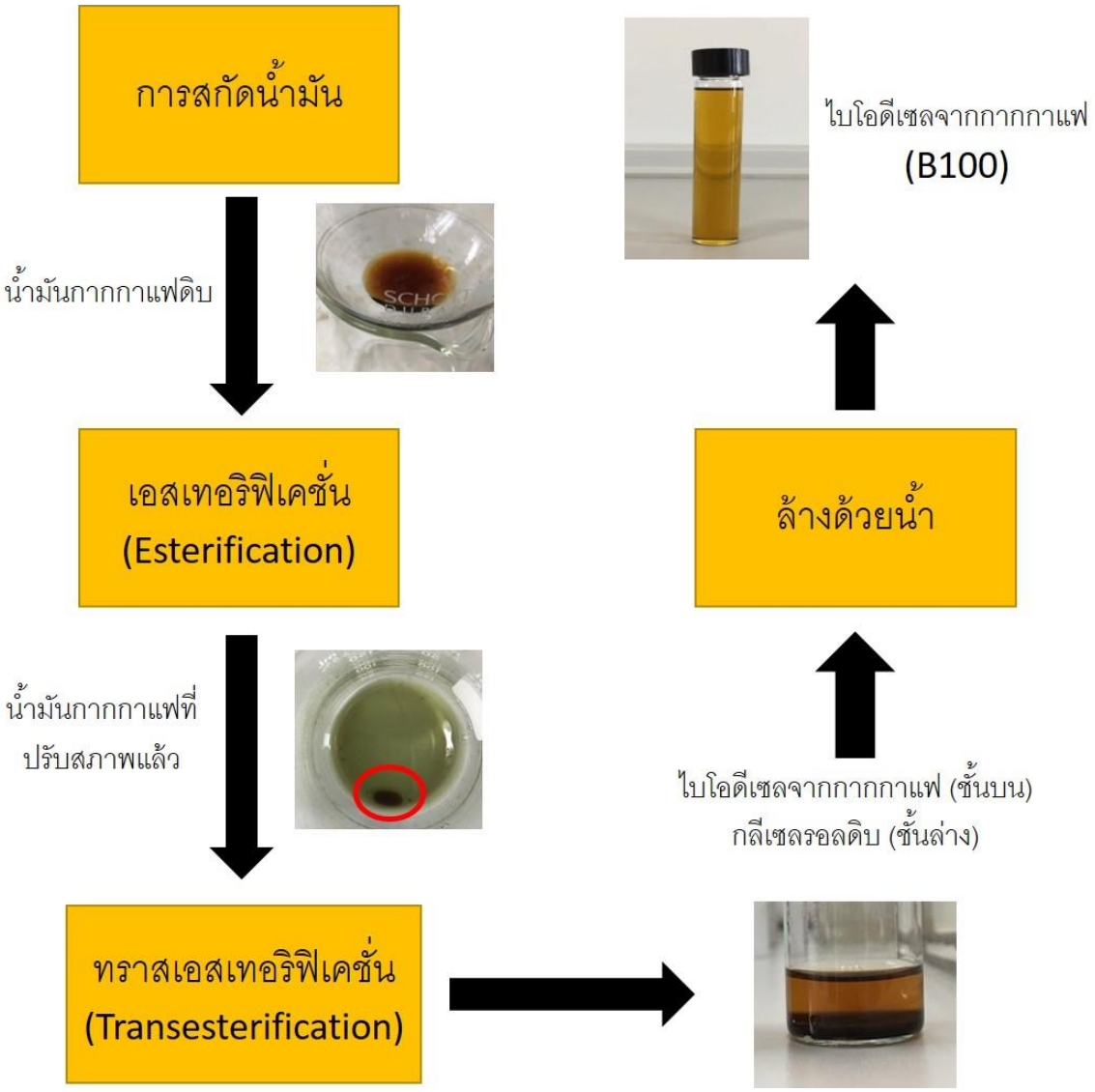


รูปที่ 1 องค์ประกอบของกากกาแฟ และการนำไปใช้ประโยชน์

ในระดับงานวิจัย มีการพัฒนากระบวนการนำกากกาแฟมาใช้ประโยชน์และประสบความสำเร็จมากมาย โดยเฉพาะการสกัดเอาน้ำมันจากกากกาแฟมาผลิตเป็นไบโอดีเซล (Biodiesel) จากการสำรวจในวารสาร กากกาแฟจะมีสัดส่วนน้ำมันอยู่ประมาณ 10-20 % โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นปริมาณที่คุ้มทุนในการเอามาใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมันแบบใช้สารละลาย (Solvent Extraction) แต่ปัญหาที่สำคัญของน้ำมันจากกากกาแฟ คือ คุณภาพของน้ำมันไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้ผลิตไบโอดีเซลได้โดยตรง เนื่องมาจากค่าความเป็นกรด (Acid Value) สูงกว่าระดับที่แนะนำไว้

ค่าความเป็นกรดที่สูงของน้ำมันกากกาแฟมาจากกรดไขมันอิสระที่ได้จากการแตกตัวของน้ำมันหรือไขมันโดยกระบวนการไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) โดยมีความร้อนและน้ำเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยานี้ ซึ่งกากกาแฟเองได้ผ่านทั้งขั้นตอนที่สัมผัสกับความร้อนและน้ำมากมาย ตั้งแต่การคั่วกาแฟ การต้มกาแฟ และการตากกากกาแฟให้แห้งก่อนการจัดเก็บ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับสภาพน้ำมันจากกากกาแฟเสียก่อน เช่น การล้างด้วยสารละลายด่างเจือจาง การทำปฏิกิริยาเอสเตอร์ริฟิเคชั่น (Esterification) ด้วยกรดและแอลกอฮอล์ หรือการกลั่นแยกลำดับส่วน เป็นต้น หลังจากที่ผ่านการปรับสภาพแล้วน้ำมันกากกาแฟจะถูกเปลี่ยนให้เป็นไบโอดีเซล ผ่านกระบวนการทรานซ์เอสเตอร์ริฟิเคชั่น (Transesterification) ที่ใช้ด่างและแอลกอฮอล์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (รูปที่ 2) ไบโอดีเซลที่ออกมาได้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับไบโอดีเซลที่ผลิตจากปาล์มน้ำมันซึ่งจะเป็นไขที่อุณหภูมิต่ำ

นอกจากวิธีการผลิตไบโอดีเซลที่กล่าวมาแล้ว มีงานวิจัยหลายงานพัฒนากระบวนการทางเลือกในการผลิตไบโอดีเซลจากกากกาแฟโดยตรง โดยที่ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องสกัดเอาน้ำมันออกมาก่อน เรียกว่า กระบวนการสกัดพร้อมการทำปฏิกิริยา (Reactive Extraction Process; In-situ Transesterification) ซึ่งสามารถลดความซับซ้อนและขั้นตอนการทำไบโอดีเซลจากกากกาแฟ ทำให้กระบวนการผลิตมีขนาดเล็ก และสามารถติดตั้งใกล้กับแหล่งกากกาแฟได้ แต่ยังมีปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิตซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนากันต่อไป

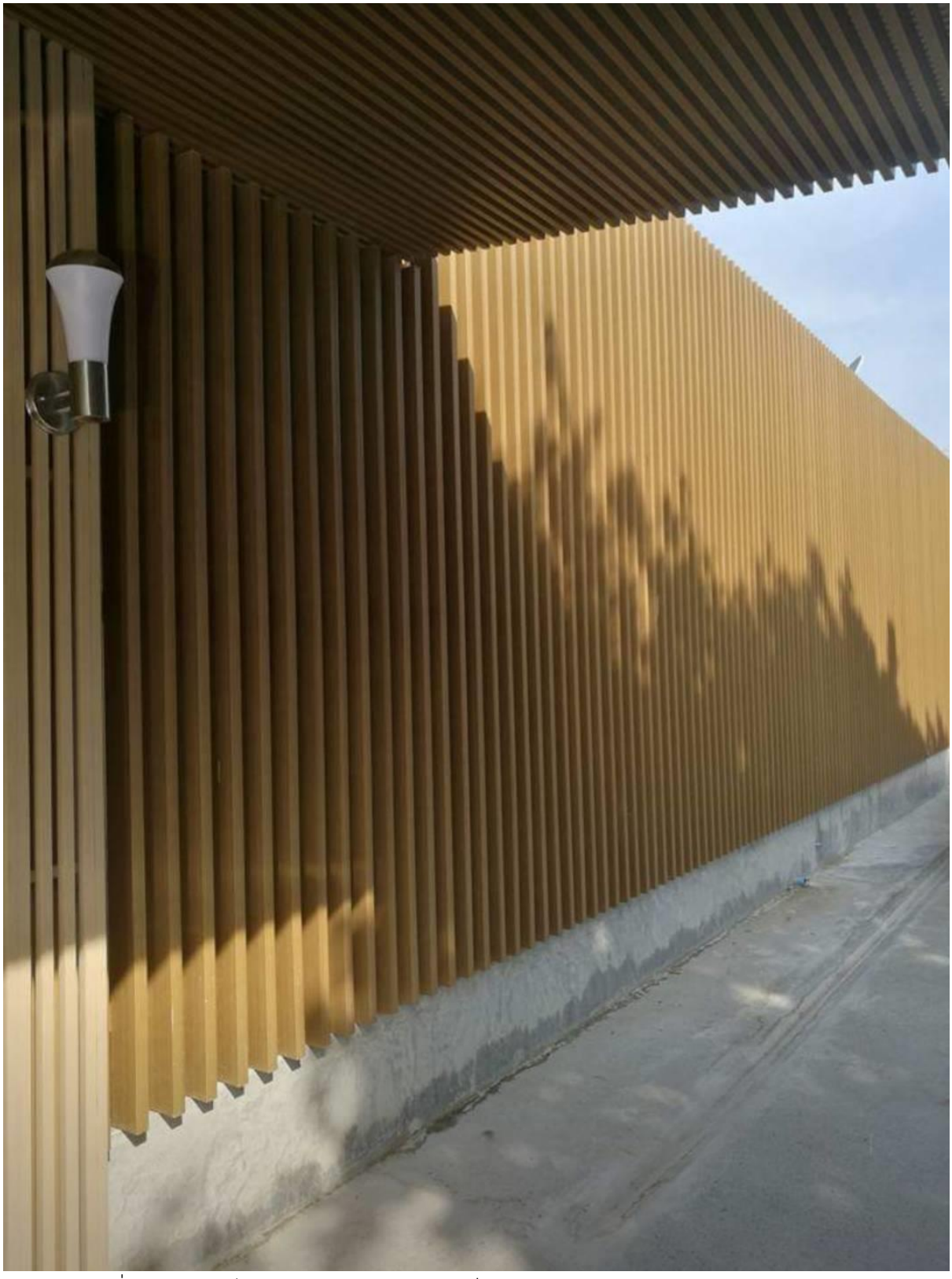


รูปที่ 2 กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากกากกาแฟ

ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เราจะได้ กลีเซอรีน เป็นผลิตภัณฑ์เสริม ซึ่งสามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เป็นสารตั้งต้นในการผลิตโพลีเมอร์พลาสติก ที่สามารถทดแทนการใช้ปิโตรเลียมได้ และสืบเนื่องจากปัญหาฝุ่น PM 2.5 ทำให้มีการรณรงค์ให้ประเทศไทยเปลี่ยนจากการใช้น้ำมัน B5 (ดีเซลผสมไบโอดีเซล 5%) เป็น B20 (ดีเซลผสมไบโอดีเซล 20%) ทำให้เรามีแหล่งกลีเซลรีนมากขึ้นแน่นอน สำหรับเรื่องการนำกลีเซลรีนไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมโอลีโอเคมี จะนำเสนอในวารสารฉบับถัดไป

นอกจากน้ำมันแล้วตัวกากกาแฟยังเป็นแหล่งเส้นใย ที่ประกอบไปด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิคนิน ซึ่งเราสามารถนำตัวกากกาแฟนี้มาใช้เป็นสารเติมแต่งทางชีวภาพ (Bio Filler) ในพลาสติก ซึ่งสามารถผลิตเป็นวัสดุคอมโพสิตสีเขียว (Green Composited Material) ซึ่งการผสมสารเติมแต่งชีวภาพลงในพลาสติกสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกลให้แก่พลาสติก ได้แก่ ความแข็งแกร่ง (Strength and Toughness) ซึ่งเป็นหนึ่งในจุดอ่อนของพลาสติก ในต่างประเทศได้มีการนำกากกาแฟมาผสมกับพลาสติกชีวภาพ แป้ง และสารเคลือบจากน้ำมันพืช จนสามารถผลิตเป็นแก้วกาแฟที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ (Biodegradable material) โดยบริษัท Kaffeeform ประเทศเยอรมัน (รูปที่ 3) สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการนำกากกาแฟมาใช้ในอุตสาหกรรมนี้แล้ว เช่น ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Thaiplastwood ที่ผสมกากกาแฟกับพลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) และขึ้นรูปเป็นวัสดุพีวีซีโฟมแข็ง สามารถใช้เป็นระแนง และแผ่นกั้น (รูปที่ 4)

รูปที่ 3 ผลิตภัณฑ์ถ้วยทนร้อนทำจากพลาสติกชีวภาพและกากกาแฟที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ โดยบริษัท Kaffeeform
ที่มา: https://www.yankodesign.com/2018/07/18/a-cup-for-coffee-made-from-coffee/



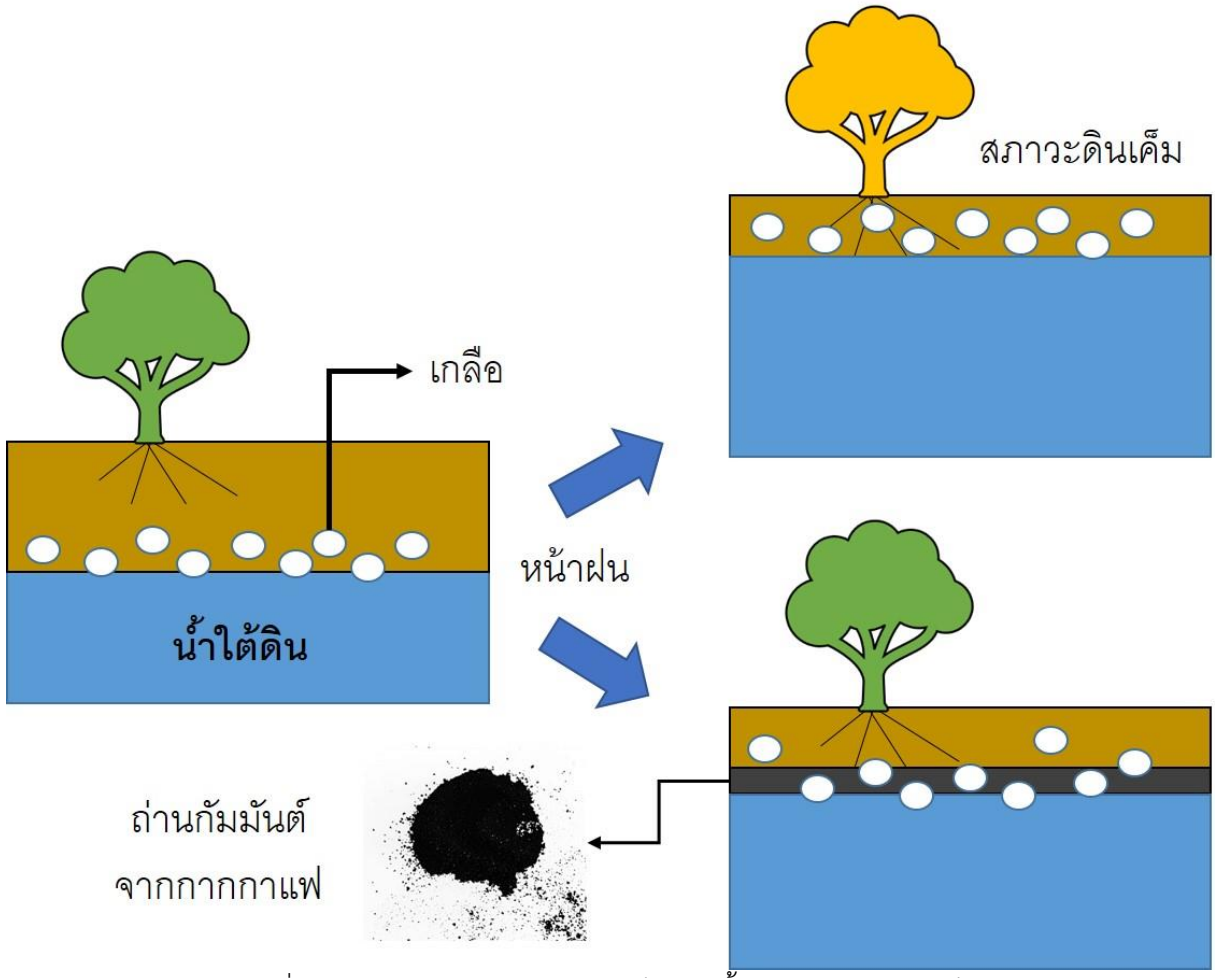
รูปที่ 4 ผลิตภัณฑ์ไม้ระแนงทำจากพีวีซีโฟมแข็งผสมกากกาแฟ โดยบริษัท Thaiplastwood

ที่มา: http://www.thaiplastwood.com/แผ่นระแนง

เนื่องจากคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของกากกาแฟในภาคอุตสาหกรรม ได้มีการนำกากกาแฟเป็นเชื้อเพลิงแท่ง (Solid Fuel) Bio-bean เป็นหนึ่งในบริษัทที่เก็บรวบรวมกากกาแฟจากทั่วเมืองลอนดอน ประเทศอังกฤษ และนำไปแปรรูปเป็นถ่าน ใช้ชื่อทางการค้าว่า Coffee Logs™ โดยมีค่าความร้อน ความยาวนานในการเผาไหม้ และราคาถูกกว่าถ่านทั่วไป (รูปที่ 5) โดยสามารถลดปริมาณกากกาแฟของเมืองลอนดอนได้ ซึ่งส่วนใหญ่จำเป็นที่จะต้องเสียค่าการส่งไปกำจัดที่หลุมฝังกลบ เป็นจำนวนเงินราว 85 ปอนด์/ตัน ปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ Bio-bean ประสบความสำเร็จในภาคธุรกิจ คือ การจัดการเรื่องการเก็บรวบรวมกากกาแฟ โดยมีคู่ค้าทางธุรกิจที่เกี่ยวกับการเก็บและจัดการของเสีย ซึ่งเป็นสิ่งที่ประเทศไทยยังไม่ได้ให้ความสำคัญ

รูปที่ 5 ถ่านจากกากกาแฟ Coffee Log™ โดยบริษัท Biobean

นอกจากจะทำเป็นเชื้อเพลิงแท่งแล้ว ถ่านจากกากกาแฟสามารถทำเป็นวัสดุดูดซับสารต่างๆ โดยจะกระตุ้นโดยใช้ความร้อนเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสเป็น 1,000 – 2,700 ตารางเมตร/กรัม (เทียมเท่ากับสนามฟุตบอล (1 – 2 สนาม) เราเรียกผลิตภัณฑ์นี้ว่าถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) วัสดุดูดซับนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายงาน เช่น ดูดซับสารพิษในน้ำ โดยเฉพาะโลหะหนัก (แคดเมียม สารหนู และฟลูออไรด์ เป็นต้น) หรือใช้เป็นตัวตรึงธาตุอาหารในดิน (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ให้ค่อยๆ ปล่อยสารอาหารสู่พืช และป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดิน เช่น ดินเค็ม, ดินเปรี้ยว และดินด่าง เป็นต้น (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 การประยุกต์ใช้ถ่านกัมมันต์เป็นแนวกั้นเกลือ ป้องกันดินเค็ม

เป็นที่ทราบกันดีว่า การบริโภคกาแฟนั้นมีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายประการ ไม่ว่าจะเป็น ลดความเสี่ยงต่อการเป็นนิ่ว โรคเบาหวานชนิดที่ 2 โรคมะเร็ง โรคพาคินสัน และโรคเกาต์ อีกทั้งยังสามารถช่วยลดความเครียด กระตุ้นความจำ และระบบเผาผลาญ เนื่องจากกาแฟและแม้กระทั้งในกากกาแฟเองเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากมาย นอกจาก คาเฟอีน ที่ทำให้กระตุ้นให้มีการตื่นตัวแล้ว ยังพบว่า ตัวกาแฟและกากกาแฟมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะสารกลุ่มฟีนอลิค (Phenolic) ปัจจุบันมีการใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดกาแฟในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และอาหาร เป็นต้น และในประเทศไทยเองก็มีผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกาแฟเป็นของเราเอง เช่น ผลิตภัณฑ์เวชสำอางเกี่ยวกับบำรุงผม และครีมกันแดด พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง (รูปที่ 7A) และสารสกัดเข้มข้นจากกาแฟ (รูปที่ 7B) โดยในอนาคตเราอาจจะสามารถประยุกต์ใช้กากกาแฟเป็นวัตถุดิบราคาถูกแทนก็เป็นได้

รูปที่ 7 ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากกาแฟในเครื่องสำอาง (A) และอาหารเสริม (B)

โดยบทสรุปแล้ว นี่เป็นเพียงแค่การเริ่มต้นเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือใช้มาแปรรูปและทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม สามารถลดทั้งต้นทุนการจัดการกากของเสีย และยกคุณภาพสิ่งแวดล้อมในชุมชน แนวคิด เศรษฐกิจหมุนเวียน จะทำให้เกิดพลวัตรใหม่ในการปฏิวัติอุตสาหกรรมสู่ความยั่งยืนของการพัฒนาประเทศต่อไป โดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งมีต้นทุนด้านทรัพยากรด้านการเกษตร

บรรณานุกรม

Campos-Vega, R., Loarca-Pina, G., Vergara-Castaneda, H. A., & Oomah, B. D. (2015). Spent coffee grounds: a review on current research and future prospects. Trends Food Sci Technol, 45, 24-36.

Knothe, G., & Dunn, R. O. (2005). Biodiesel: an alternative diesel fuel from vegetable oils or animal fats. In S. Z. Erhan (Ed.), Industrial uses of vegetable oils (pp. 42-89). Champaign, Illinois: AOCS Press.

Konalcik, A., Obruca, S., & Marova, I. (2018). Valorization of spent coffee grounds: A review. Food Bioprod Process, 110, 104-119.

Tuntiwiwattanapun, N., Usapein, P., & Tongcumpou, C. (2017). The energy usage and environmental impact assessment of spent coffee grounds biodiesel production by an in-situ transesterification process. Energy Sustain Dev, 40, 50-58.

Wirawan, R., Zainudin, E. S., & Sapuan, S. M. (2009). Mechanical properties of natural fibre reinforced PVC composites: A review. Sains Malaysiana, 38(4), 531-535.

กรมวิชาการเกษตร. (2558). ยุทธศาสตร์กาแฟ ปี 2560-2564. Retrieved from http://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2018/11/ยุทธศาสตร์กาแฟ2560-2564.pdf