

## ไบโอชาร์ในงานภูมิทัศน์เมือง และการเก็บกักคาร์บอนแบบยั่งยืน

ศ. กิตติคุณ เตชา บุญคำ ราชบัณฑิตประเภทสถาปัตยกรรม สาขาภูมิสถาปัตยกรรม  
สำนักศิลปกรรม ราชบัณฑิตสภา  
บรรยาย ณ ห้องประชุมสำนักศิลปกรรม วันพฤหัสบดีที่ ๑๙ กรกฎาคม ๒๕๖๑

### บทคัดย่อ

เศษกิ่งไม้ ใบไม้และซากพืชในงานภูมิทัศน์เมืองเป็นจำนวนมากที่ถูกกำจัดด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งในที่สุดมันจะเวียนกลับเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่บรรยากาศได้อีกตามวัฏจักรธรรมชาติของมัน การค้นพบบริเวณหย่อมดินดำรอบเมืองร้างหลายแห่งในป่าฝนอะเมซอนที่ปกติเป็นดินเลว และเมื่อนำดินดำไปทดสอบก็พบว่าผองถ่านที่ทำให้ดินมีสีดำและสร้างความอุดมแก่ดินนั้นยังคงคุณสมบัติอยู่แม้เวลาผ่านไปหลายพันปี นักวิทยาศาสตร์ที่ได้เพียรพยายามหาวิธีการเก็บกักคาร์บอนจากบรรยากาศด้วยวิธีต่างๆ แต่ยังไม่ประสบผลเห็นตรงกันว่า การนำซากพืชที่เรียกว่าชีวมวลมาผลิตเป็นไบโอชาร์แล้วฝังลงในดิน คือวิธีชะลอภาวะโลกร้อนที่มีค่าใช้จ่ายต่ำและยั่งยืนที่สุด แม้จะเก็บกักคาร์บอนจากบรรยากาศได้อย่างถาวรร้อยละ ๕๐ ต่อรอบก็ตาม นอกจากนี้ยังเป็นช่วยแก้ปัญหาการปลูกต้นไม้ใหญ่ในเมืองที่ส่วนใหญ่มักปลูกบนผิวลาดแข็ง และยังสามารถใช้เพื่อการฟื้นฟูดินไม่เก่าแก่หรือดินไม่ประวัติศาสตร์ของเมืองที่ต่างกำลังทรุดโทรมและทยอยกันตายได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ปัจจุบันจึงมีการศึกษาวิจัยและสนับสนุนให้มีการผลิตไบโอชาร์มากขึ้นเป็นลำดับเพื่อใช้เป็นวัสดุปรุงดินและเพื่อบรรเทาปัญหาโลกร้อนไปในตัว ประเทศไทยได้เริ่มมีการผลิตไบโอชาร์เพื่อใช้ในงานเกษตรกรรมมากกว่าทศวรรษแล้วแต่ยังขาดการศึกษาเพื่อนำมาใช้ในงานภูมิทัศน์เมือง

คำสำคัญ ไบโอชาร์, ก๊าซเรือนกระจก, ดินโครงสร้าง, การฟื้นฟูดินไม่ใหญ่, งานรุกขกรรม

### บทนำ

ขณะนี้เป็นที่ยอมรับในหมู่นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาปัญหาโลกร้อนว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มเกินขีดปลอดภัยไปแล้ว แม้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกจะร่วมมือกันลดการปล่อยและหาวิธีเก็บกักก๊าซโลกร้อนทุกวิถีทาง ซึ่งรวมถึงการระดมปลูกต้นไม้เพิ่มขึ้นทั่วโลกอย่างเร่งด่วนจนเกิดปัญหาการตัดแต่งดูแลและอันตรายแล้วก็ตาม ทั้งนี้เพราะเมื่อต้นไม้หมดอายุขัย ถูกเผาหรือถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็กลับคืนสู่บรรยากาศได้อีก การค้นพบเมืองร้างอารยธรรมสูงในป่าฝนอะเมซอนที่มีดินเลวจากการชะล้างไม่เอื้อให้ผลิตอาหารได้มากพอกับพลเมืองจำนวนแสนได้ว่า ผู้คนสมัยนั้นได้ใช้วิธีเผาถ่านแล้วนำมาปรับปรุงดินทำให้ดินดีขึ้นจนพืชผลให้ผลผลิตสูงพอเลี้ยงประชากรจำนวนมากได้ การสอบอายุคาร์บอนในดินพบว่ามียุคหนึ่งพันปีและยังคงอุดมไปด้วยจุลินทรีย์และแร่ธาตุต่างๆ การค้นพบครั้งนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ที่กำลังล้มเหลวกับการวิจัยเพื่อค้นหาวิธีเก็บกักคาร์บอนจากบรรยากาศต่างตื่นตัวมีความหวัง เพราะพบว่าการทำวิธีแบบโบราณที่มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดและมีประสิทธิภาพดีที่สุดคือทางออกที่สามารถชะลอการเพิ่มอุณหภูมิของโลกได้อย่างมีนัยสำคัญ

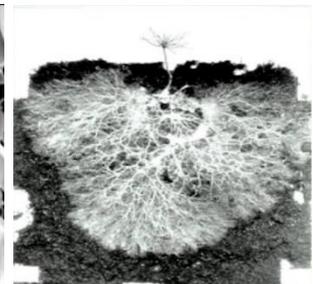
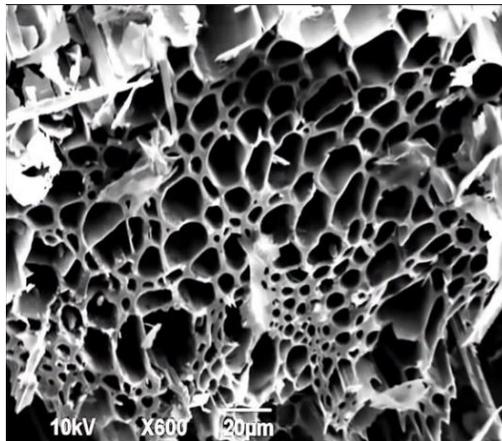


รูปที่ ๑ ส่วนต่างๆ ของต้นไม้ที่ถูกตัดแต่งในเมืองมีทั้งใบ กิ่งก้าน กิ่งใหญ่และลำต้นในแต่ละปีมีจำนวนมาก

งานตัดแต่งต้นไม้ใหญ่ในเมืองจะมีเศษชีวมวลจำนวนมากที่ต้องนำไปทำลาย บางส่วนถูกนำไปใช้ประโยชน์เป็นฟืน เผาเป็นถ่านหุงต้ม หรือเผาทิ้งเกิดฝุ่นหมอกควันที่เป็นมลพิษ ส่วนที่เหลือจะถูกปล่อยให้ผุพังย่อยสลายตามเป็นธรรมชาติซึ่งล้วนแต่เป็นการปล่อยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนกลับสู่บรรยากาศตามเดิม เฉพาะกรุงเทพมหานคร มีไม้ยืนต้นที่ต้องตัดแต่งดูแลมากกว่า ๓ ล้านต้น ในจำนวนนี้อยู่ใต้แนวสายไฟที่ถูกตัดหนักทุกปีจำนวนมากว่า ๑๕๐,๐๐๐ ต้น<sup>1</sup> นอกจากนี้ยังมีต้นไม้ริมถนน ทางหลวง สวนสาธารณะ รวมทั้งตามที่สาธารณะขององค์กรปกครองท้องถิ่นและตามสวนผลไม้และในที่ดินเอกชนทั่วประเทศอีกจำนวนมากมหาศาลที่จะต้องถูกตัดแต่งในแต่ละปี แม้การเผาหรือการปล่อยให้มวลของต้นไม้สลายตัวถือว่ามีว่าเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon neutral) เพราะคาร์บอนจากต้นไม้ที่ปล่อยสู่บรรยากาศก็คือคาร์บอนที่ต้นไม้ดูดจากบรรยากาศนั่นเอง ทั่วโลกจึงระดมปลูกป่าและปลูกต้นไม้ในเมืองจำนวนมากเพื่อใช้เป็นตัวเก็บกักคาร์บอน (carbon sequestration) จากบรรยากาศ แต่กระนั้น ยังพบว่า การปลูกต้นไม้เพิ่มดังกล่าว ไม่ทันต่อการลดอัตราการเพิ่มอุณหภูมิของโลกที่ได้สูงเกินระดับแก้กลับคืนได้ไปแล้ว ดังนั้น การเก็บกักที่เป็นลบทางคาร์บอน (carbon negative) เท่านั้นที่พอจะชะลอการเพิ่มไม่ให้เกิดจุดวิกฤติดังกล่าวได้ การนำไปไอซาร์ซึ่งเป็นธาตุคาร์บอนที่เสถียรใส่กลับลงไปในดินจึงเป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกให้ความสนใจเป็นอย่างมาก หลายเมืองทั่วโลกได้มีการจัดตั้งศูนย์รกรกขกรรมการป่าไม้เมืองเพื่อดำเนินการในด้านนี้เป็นการเฉพาะขึ้น ปัจจุบัน ประเทศไทยยังไม่มีศูนย์ดูแลและจัดการงานด้านรกรกขกรรม หรือด้านการป่าไม้เมือง (urban forest center) สำหรับปฏิบัติการและจัดการกับเศษไม้และชีวมวลในเมืองต่างๆ ที่มีจำนวนมหาศาลดังกล่าว การนำชีวมวลที่ได้จากงานรกรกขกรรมและมูลฝอยอินทรีย์ในเมืองมาแปรสภาพเป็นไบโอซาร์ซึ่งมีมูลค่าสูงทั้งทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม จึงเป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้อย่างถาวรและยังอาจเป็นการสร้างรายได้ เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ทางเกษตรกรรมและเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกป่าได้ด้วย

## ไบโอซาร์ (biochar) คืออะไร

ไบโอซาร์ (Biochar) เป็นคำเรียกย่อของ Bio-charcoal หรือถ่านที่เกิดจากการเผาวัสดุชีวมวลแบบไร้ออกซิเจน<sup>2</sup> จนเหลือแต่โครงพรุนของโครงสร้าง ไบโอซาร์ขนาดเพียง ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตรจึงมีพื้นที่ผิวรวมได้มากกว่าสนามฟุตบอล และการที่จะเรียกว่าเป็นไบโอซาร์ได้นั้น จะต้อง



รูปที่ ๒ ซ้าย โพรงในถ่าน ไบโอซาร์ขยาย ๖๐๐ เท่า บนขวา การเจริญเติบโตของเชื้อราในดินผสมไบโอซาร์

<sup>1</sup> ข่าวจากสำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร: <https://www.thairath.co.th/content/888020>

<sup>2</sup> Pyrolysis – การสลายวัสดุด้วยความร้อนจนถึงตั้งแต่ 370-870°C เหลือคาร์บอนโครงสร้างที่เป็นโครงพรุนที่มีพื้นที่มหาศาล

นำถ่านไบโอชาร์ไปบดแล้ว “เพาะเชื้อ” (inoculate) เสียก่อน โดยนำไปหมักกับน้ำปุ๋ยหมักและดินที่มีจุลินทรีย์และเพื่อสร้างความชุ่มชื้นแก่ผิวโพรงให้จุลินทรีย์เจริญมากพอระยะหนึ่งก่อนจึงจะนำไปใช้ได้ การนำไปใส่ในดินที่มันจะดูความชื้นและอากาศพร้อมแร่ธาตุจากดินโดยรอบพร้อมกับจุลินทรีย์เข้าไปเกาะอยู่ตามผิวโพรงจนอิมตัวมากพอระยะหนึ่งเสียก่อน เพื่อให้มันปลดปล่อยออกมาให้รากต้นไม้จะนำไปใช้ได้เต็มที่แทนที่จะดูจากดินรอบๆ มวลของมัน

การค้นพบ “ดินดำ” (Terra Petra<sup>3</sup>) ที่อุดมสมบูรณ์เมื่อ ๕๐ ปีก่อนที่กระจายอยู่เมืองโบราณซึ่งบางเมืองมีอารยธรรมสูงและเคยมีประชากรถึง ๓๐๐,๐๐๐ คน เป็นการตอบข้อกังขาของนักวิทยาศาสตร์และนักโบราณคดีที่สงสัยว่าสภาพดินที่เลวจากการชะล้างของป่าฝนอเมริกาเหนือไม่น่าจะมีผลผลิตทางเกษตรกรรมเพียงพอแก่การเป็นเมืองที่มีความเจริญหนาแน่นได้ ...ว่าเกิดจากการเผาถ่านทำเป็นปุ๋ยใส่ลงไปใต้นดินอย่างจงใจทำให้ดินดีปลูกพืชพันธุ์ธัญญาหารรองรับประชากรจำนวนมากได้จนเกิดอารยธรรมระดับสูงในป่าฝนอเมริกาเหนือได้ แม้จะมีอายุมากกว่า ๓,๐๐๐ ปี การวัดค่าอายุจากดินดำที่มีเศษถ่านดินเผาและจากเศษกระดูกจากอาหารชิ้นล่างๆ ที่ฝังปนอยู่ก็ได้พบว่าดินยังคงความอุดมและยังคงมีปริมาณคาร์บอนสูงจนถึงปัจจุบัน



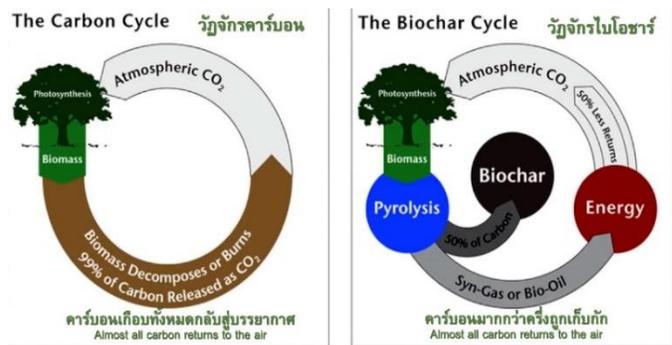
รูปที่ ๓ การทดลองเปรียบเทียบความอุดมของดินในป่าฝนอเมริกาเหนือบริเวณใกล้เคียงกัน

คู่ซ้าย ดินทั่วไปที่เป็นดินเหนียวขาดอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารการถูกชะล้างโดยน้ำฝนจึงให้ผลผลิตทางเกษตรไม่สูงพอรองรับเมืองที่มีประชากรหนาแน่น  
คู่ขวา ดินดำหรือดินไบโอชาร์ใต้เมืองโบราณในป่าอเมริกาเหนือ

### ไบโอชาร์: ทางออกในการแก้ปัญหาโลกร้อน

การค้นพบนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกตื่นเต้นและคิดว่าโลกได้ “ค้นพบ” วิธีเก็บกักคาร์บอนแบบติดลบ (negative carbon sequestration) ได้ถาวรแล้ว กระแสการส่งเสริมการผลิตและใช้ไบโอชาร์จึงเกิดขึ้นและได้รับการสนับสนุนอย่างจริงจังและกว้างขวางทั่วโลก โดยเฉพาะในช่วง ๒ ทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยเองก็มีการค้นคว้าวิจัยและส่งเสริมการผลิตและใช้ไบโอชาร์ในการเกษตร รวมทั้งมีการเริ่มผลิตเชิงพาณิชย์จำหน่ายในตลาด แต่ก็ยังอยู่ในวงแคบเป็นที่รู้จักไม่กว้างขวางในหมู่ประชาชนและจริงจังเท่าต่างประเทศ

นับตั้งแต่โลกเริ่มรณรงค์เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อปี พ.ศ. ๒๕๓๕ ที่นำไปสู่ข้อตกลงตามกบฏเกียวโต (Kyoto Protocol) เมื่อ พ.ศ. ๒๕๔๐ ที่ให้มีผลใช้บังคับในปี พ.ศ. ๒๕๔๘ เพื่อลดอุณหภูมิของโลกลง ๒°C เท่ากับช่วงก่อน



รูปที่ ๔ ซ้าย วงจรของคาร์บอน ...ชีวมวลของพืชที่ตัดขวไ้ไม่มีย่อยสลายหรือถูกเผา คาร์บอนเกือบทั้งหมดจะกลับคืนสู่บรรยากาศดั้งเดิม ขวา ชีวมวลที่ถูกเผาแบบไร้ออกซิเจนส่วนหนึ่งจะกลายเป็นแก๊สหรือน้ำมันที่ให้พลังงานขณะเผา อีกส่วนที่มากกว่าร้อยละ ๕๐ จะกลายเป็นคาร์บอนสำหรับทำไบโอชาร์ที่สามารถเก็บกักคาร์บอนไว้ได้อย่างยั่งยืน

<sup>3</sup> Terra preta (“dark earth”) ค้นพบโดยนักปฐพีวิทยาชาวฮอลันดาชื่อ Wim Sombroek ในช่วงคริสต์ทศวรรษ 1950’s, จากหอยมบบริเวณขนาดเล็กที่มีดินอุดมสมบูรณ์ในป่าฝนอเมริกาเหนือ ป่าที่ได้ชื่อว่ามีความชื้นและบาง โดยได้ตีพิมพ์เป็นหนังสือชื่อ “Amazon Soils” เผยแพร่เมื่อ พ.ศ. ๒๕๐๙

ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม โดยตั้งเป้าลดลงเท่าระดับปี พ.ศ. ๒๕๓๓ ในปี ๒๕๖๓ และลดจากระดับนี้ลงไปให้ก๊าซเรือนกระจกได้ทยานสูง เกินจุดกลับคืนคือ ๔๐๐ ppm ไปแล้ว ดังจะเห็นได้ว่าภัยพิบัติธรรมชาติที่ทวีความรุนแรงขึ้นในขณะนี้ที่ยังได้คาดการณ์กันว่าในอีก ๘๐ ปีข้างหน้า ระดับน้ำทะเลยังอาจสูงขึ้นอีก ๖๐-๑๘๐ เซนติเมตรและอาจจะท่วมเมืองใหญ่ชายฝั่งต่างๆ ทั่วโลก รวมทั้งกรุงเทพฯ ความห่วงใยและการคิดหาทางแก้ไขจึงเกิดขึ้นอย่างจริงจังในช่วง ๒ ทศวรรษที่ผ่านมา ไบโอชาร์ซึ่งเป็น ‘carbon negative’ จึงมีความสำคัญทั้งนี้เพราะงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์และมาตรการต่างๆ ที่คิดค้นผ่านมานี้ไม่สามารถรับสถานการณ์ได้ทัน เพราะต่างล้วนมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในมาตรการและกระบวนการผลิตทั้งสิ้น แม้แต่การระดมปลูกต้นไม้และหันมาใช้ไม้ที่เป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutral) ก็ยังไม่เพียงพอ เพราะเมื่อไม้หมดสภาพหรือต้นไม้ตาย มันจะผุพังกลับสภาพเป็นก๊าซเรือนกระจกได้อีกดังได้กล่าวมาแล้ว การค้นพบดินดำ - Terra Preta ดังกล่าวจึงเปรียบเสมือนการค้นพบวิธีแก้ปัญหาที่ยากมากได้ด้วยวิธีง่ายๆ - *Eureka eureka!*<sup>4</sup>

ในงานรุกรขกรรมเมืองและรุกรขกรรมสาธารณสุขโลกทั่วโลกซึ่งมีเนื้อไม้จากการตัดแต่งต้นไม้ที่จะต้องนำไปไปกำจัดเป็นจำนวนมหาศาลในแต่ละปีอยู่แล้ว ดังนั้น หากนำชีวมวลเหล่านี้ไปผลิตเป็นไบโอชาร์เพื่อการปรับปรุงดินและใช้เป็นดินปลูกต้นไม้ทั้งในเมือง และในงานเพาะปลูกอื่นๆ และเมื่อรวมกับวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยวในชนบทแล้ว คาร์บอนไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕๐ ที่ต้นไม้และพืชทางเกษตรดูดซับจากบรรยากาศก็จะถูกเก็บกักไว้ในดินได้เป็นเวลาหลายพันปี ดังนั้น จึงอาจนับได้ว่าเป็นวิธีที่ควรนำมาปฏิบัติ เพราะมีค่าใช้จ่ายต่ำสุดและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการหยุดยั้งการเพิ่มปริมาณของก๊าซเรือนกระจก

## คุณประโยชน์ต่างๆ ของไบโอชาร์

คุณประโยชน์โดยทั่วไปของไบโอชาร์พอสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

- ๑) การใช้เป็นตัวเก็บกักคาร์บอน (Carbon sequestration) ที่มีราคาถูกและยั่งยืน ต้นไม้ที่กำลังระดมปลูกกันทั่วโลกแม้จะสามารถดูดซับคาร์บอนจากบรรยากาศได้ แต่เมื่อหมดอายุช้ำหรือถูกเผาไหม้ หรือนำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก หรือปล่อยให้สลายตัวผุพังไปตามธรรมชาติมันก็จะเวียนกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ได้อีก นอกจากนี้ ส่วนที่ถูกย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนยังปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่กักความร้อนไว้ในบรรยากาศได้มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลายสิบเท่า

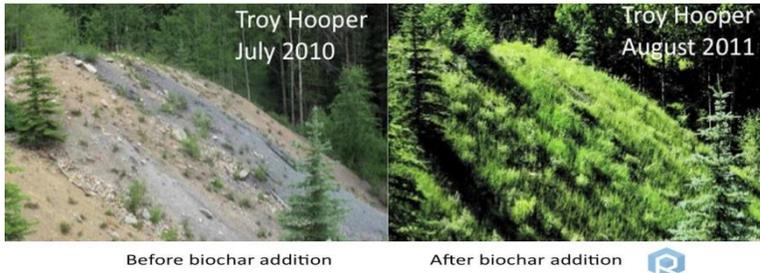
ไบโอชาร์เป็นธาตุคาร์บอนล้วนที่ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีหรือสลายตัวทางชีววิทยา (ยกเว้นการเผาในที่ที่มีอากาศ) มันจึงอยู่ในดินอย่างยั่งยืนได้นับหมื่นปี นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกจึงเชื่อว่าไบโอชาร์เป็นทางออกทางเดียวที่เหลืออยู่เพราะสามารถเก็บกักคาร์บอนได้อย่างถาวรได้ถึงร้อยละ ๕๐ นอกจากนี้ไบโอชาร์สามารถยังทำให้พืชเพิ่มผลผลิตและมีปริมาณชีวมวลมากเป็นทวีคูณ ทุกประเทศจึงให้การสนับสนุนการใช้ไบโอชาร์ในด้านต่างๆ เป็นอย่างมาก รวมทั้งงานค้นคว้าวิจัยและการเผยแพร่ ซึ่งหากค้นหาคำ biochar ใน Google Scholar จะพบว่ามียุทธศาสตร์การด้านนี้มากกว่า ๓๘,๐๐๐ เรื่อง และในเว็บเพจทั่วไปจะพบว่ามียุทธศาสตร์การด้านนี้มากถึง ๔๘๐,๐๐๐ เรื่องในภาษาอังกฤษ ส่วนในภาษาไทยมี ๒๑๔,๐๐๐ เรื่อง และที่พอนับว่าเป็นเว็บเพจทางวิชาการได้ก็มีมากถึง ๓๔,๐๐๐ เรื่องเช่นกัน

## ๒) การฟื้นฟูดิน การเพิ่มผลผลิตการเกษตรและการปลูกป่า

ไบโอชาร์มีเนื้อที่ผิวโพร่งมากอย่างไม่น่าเชื่อดัง (รูปที่ ๑) ความสามารถในการดูดซับและดูดซึมก๊าซและความชื้นจึงสูงมาก ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการอากาศในดินมีที่อยู่อาศัยเจริญเติบโตโดยย่อยสลายแร่ธาตุ

<sup>4</sup> นักรณรงค์บางกลุ่มเปรียบเทียบการค้นพบวิธีแก้ปัญหาการเก็บกักคาร์บอนด้วยวิธีง่ายๆ นี้ว่าเหมือนกับที่อาคิเมติสอูทานขึ้น (*Eureka eureka!!*) เมื่อถูกคิดวิธีหาปริมาณของวัตถุทำได้ง่าย ๆ ด้วยการวัดปริมาณของน้ำที่ล้นจากอ่างว่าเท่ากับปริมาตรของร่างกายที่ลงไปแทนที่น้ำ

## Abandoned Silver Mine in Hope, CO

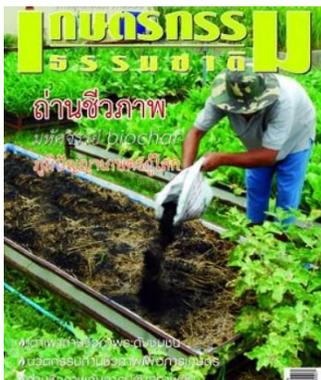


**รูปที่ ๕** คู่บน ภาพเปรียบเทียบก่อนและหลังการการฟื้นฟูดินบนเนินเหมืองที่ทิ้งร้างมานาน ๖๐ ปีที่พืชไม่ขึ้นเพราะถูกชะล้างจนขาดอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหาร คู่ขวา ภาพเปรียบเทียบการปลูกหญ้าบนพื้นที่ดินทรายแห้งแล้งในประเทศออสเตรเลีย

(ที่มา: UQ Green City Loop Project - UQ News - The University of Queensland, Australia)

นอกจากนี้จากการที่ไบโอชาร์มีคุณสมบัติในการเพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้า<sup>5</sup> สูง ทำให้แร่ธาตุและปุ๋ยที่ถูกตรึงไว้ได้ไม่ถูกชะล้าง จึงย่อยสลายให้เป็นสารประกอบที่รากต้นไม้นำไปใช้ได้มาก ระบบรากของต้นไม้จึงมีปริมาณมากกว่าดินทั่วไปที่ปรับปรุงด้วยการใส่ปุ๋ย ทำให้พืชเจริญเติบโตให้ผลผลิตและมีชีวมวลมากเป็นทวีคูณถึงปีละ ๑๑ % ไปด้วย การใช้ไบโอชาร์ในสำหรับการฟื้นฟูดินเสื่อมโทรมที่ถูกชะล้างเช่น เขาหัวโล้นจึงได้ผลดีและถูกกว่าวิธีอื่น

- ๒) **คุณประโยชน์อื่น ๆ** ถ่านที่เผาแบบไร้ออกซิเจน (pyrolysis) ด้วยอุณหภูมิสูงมากที่เรียกว่าถ่านกัมมันต์ (activated carbon) ได้ถูกนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ มานานนับร้อยปีแล้ว เช่น ทางการแพทย์ การอุตสาหกรรมเพื่อดูดซับสารพิษ ดับกลิ่น กรองน้ำ และอื่น ๆ ปัจจุบันมีการนำถ่านไบโอชาร์ไปกรองน้ำเสีย คริวเรือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่ออิมตัวแล้วจึงนำมาใช้เป็นปุ๋ยหรือวัสดุคลุมดินในภายหลัง แต่การนำถ่านมาใช้ในสถานะของไบโอชาร์หรือถ่านชีวภาพเพื่อการเก็บกักคาร์บอนเพียงเริ่มกันอย่างจริงจังเมื่อ ๓๐ ปีที่ผ่านมาเนื่องจากผลกระทบจากภาวะโลกร้อนดังกล่าวมาแล้ว ปัจจุบันหลายประเทศมีการทดลองและนำไบโอชาร์มาใช้ในการปรับปรุงดินในงานภูมิทัศน์เมืองและงานเกษตรกรรมเมืองที่เสื่อมสภาพจากการปลูกสร้างและการถูกชะล้าง



**รูปที่ ๖** บนซ้าย หนึ่งในวารสารหลายฉบับที่เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับถ่านชีวภาพแก่ประชาชน กลางซ้าย เตาไบโอชาร์เหล็กไร้สนิมมีฉนวนหุ้มอย่างดีที่ผลิตจำหน่ายในประเทศไทยสำหรับระดับครัวเรือนเกษตร กลางขวา แบบเตาที่เกษตรกรผลิตได้เอง ขวา เตาไบโอชาร์อย่างง่ายที่กำลังอยู่ในระหว่างการเผาจากบนลงล่าง โปรดสังเกตเปลวไฟไร้ออกซิเจนที่เกิดจากแก๊สในเนื้อไม้ให้ความร้อนประมาณ ๕๐๐-๖๐๐ °C

<sup>5</sup> (CEC) cation exchange capacity

## การทำไบโอชาร์ในประเทศไทย

การเผาถ่านเพื่อการหุงต้มในโลกรวมทั้งประเทศไทยมีแต่โบราณและต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันแต่ก็ลดลงมากจากการใช้แก๊สและไฟฟ้าที่สะดวกและสะอาดกว่า นอกจากนี้ ความห่วงใยเกี่ยวกับการตัดไม้ทำลายป่าและปัญหามลพิษในอากาศได้มีส่วนทำให้การใช้ถ่านในการหุงต้มยิ่งลดลงไปอีกโดยเฉพาะในเมือง อย่างไรก็ตาม การตระหนักได้ในปัจจุบันว่าการใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิงถือว่ามีค่าความเป็นกลางทางคาร์บอนดังกล่าวทำให้การเผาถ่านแพร่หลายขึ้นอีกครั้งในรอบ ๒๐ ปีที่ผ่านมา แต่ข้อดีก็ยังเป็นเพียงลดการปล่อยคาร์บอนจากเชื้อเพลิงฟอสซิลเท่านั้น

ความรู้ด้านการใช้ไบโอชาร์เพื่อแก้ปัญหาโลกร้อนควบคู่กับประโยชน์ทางเกษตรกรรมเริ่มเป็นที่รู้จักทางวิชาการเป็นครั้งแรกในวงแคบ<sup>6</sup> เมื่อประมาณ ๑๐ ปีมานี้เอง ปัจจุบันมีการถ่ายทอดและส่งเสริมการผลิตและการใช้ไบโอชาร์อย่างแพร่หลายและอย่างรวดเร็วในเกือบทุกมหาวิทยาลัยที่มีการสอนวิชาเกษตรกรรม หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนก็ต่างมีการเผยแพร่และฝึกอบรมวิธีการสร้างเตาเผาไบโอชาร์ราคาถูก สอนวิธีการนำไปใช้ในการเกษตร รวมทั้งการเผยแพร่ในวารสารทางวิชาการเป็นจำนวนมากด้วย นอกจากการผลิตเตาเผาไว้คั้นและเตาหุงต้มชีวมวลสำเร็จรูปจำหน่ายอย่างแพร่หลายแล้ว ยังมีการผลิตไบโอชาร์จำหน่ายทั้งเป็นต้นและเป็นถุงเล็กพร้อมใช้จำหน่ายไปทั่วประเทศด้วย แต่กระนั้น สำหรับคนนอกวงการก็ยังไม่รู้จัก รวมทั้งวงการงานรุกรานที่มีเศษวัสดุชีวมวลจำนวนมากไม่น้อยที่ถูกปล่อยให้สลายตัวผุพังหรือเผาทิ้งกลายเป็นก๊าซเรือนกระจกคืนสู่บรรยากาศ

### การใช้ไบโอชาร์ในงานภูมิทัศน์เมือง

ผิวพื้นที่ในเมืองส่วนใหญ่มักถูกบดอัดหรือถูกดาดผิวที่บดแข็ง เช่น ถนน ลานเมือง ลานจอดรถ หรือทางเดินเท้าที่เป็นเหตุให้ระบบรากของต้นไม้ปลูกใหม่ไม่เติบโตแข็งแรงเท่าที่ควรจากการขาดออกซิเจนและความชื้นที่ไม่เอื้อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายแร่ธาตุในดินในรูปที่ต้นไม้นำไปใช้ได้ ส่วนต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ปลูกไว้เดิมที่ระบบราก โดยเฉพาะรากสมอที่ทำหน้าที่ยึดล้าต้นไม้ให้โคนจะค่อยๆ เสื่อมถอย รากแขนงจะผลุดมมาตามล้าดัด และเมื่อผู้ถึงโคนต้นไม้ก็จะโคนล้มสร้างความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้น หลายประเทศจึงมีการนำไบโอชาร์ที่มีความเสถียรและมีโพรงโปร่งอากาศและเก็บความชื้นได้ดีดังกล่าวไปผสมกับดินที่เรียกว่าดินโครงสร้าง ซึ่งเมื่อถูกบดอัดแน่นแล้วดินก็ยังมีสภาพแวดล้อมเป็นโพรงที่เอื้อต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์และระบบรากได้ดี ทำให้ต้นไม้ที่ค่อยๆ เสื่อมโทรมใกล้ตายและล้ม สามารถฟื้นคืนสู่สภาพที่แข็งแรงปลอดภัยได้ดังเดิม



รูปที่ ๗ การทดลองการใช้ดินโครงสร้างธรรมดาและแบบใส่ไบโอชาร์ฟื้นฟูต้นไม้เมือง *บุนนาค* ดินโครงสร้างธรรมดา ก่อนเติมดินปลูกธรรมดาสูตรปกติ *บุนนาค* ดินโครงสร้างผสมไบโอชาร์ *ชัย* การเป่าดินเดิมที่แน่นและขาดธาตุอาหารออกด้วยเสียมลม (air spade)

ที่มา: Johan Östberg Swedish University of Agricultural Sciences

<sup>6</sup> <http://research.rdi.ku.ac.th/forest/Project.aspx?ProjectNumber=0930858000&BudgetYear=2009>

## การใช้ไบโอชาร์เพื่อการปรับปรุงดินโครงสร้าง (structural soil) ในงานภูมิทัศน์เมือง

### Carbon Gold highlights urban tree survival rates

December 14, 2015 | Categories: News

Stockholm Biochar Project



**รูปที่ ๘** บนซ้าย สภาพต้นไม้ใหญ่ปลูกบนพื้นที่ผิวลาดแข็งที่กำลังเสื่อมโทรมในกรุงสต็อกโฮล์ม ประเทศสวีเดน บนขวา สภาพต้นไม้หลังการฟื้นฟูระบบรากด้วยดินโครงสร้างที่ผสมด้วยไบโอชาร์เพียง ๒ ปี

ดินโครงสร้างแบบเดิม (ใช้หินทำถนนทั่วไปขนาดเท่ากันที่มีโพรงมันคงให้ดินปลูกและอินทรีย์วัตถุแทรกในโพรงโปร่งไม่อัดแน่น) ทำโดยใช้หินร้อนแล้วขนาดไล่เลี่ยกันมาเป็นโครงสร้างรองรับกัน ทำให้ดินปลูกที่แทรกในช่องว่างไม่ถูกอัดแน่น มหาวิทยาลัยคอร์เนลล์ได้ทดลองชุดการเจริญของรากต้นไม้ใหญ่ที่ปลูกใต้ผิวลานแข็งด้วยดินโครงสร้างมาแล้วเป็นเวลา ๗ ปี ปรากฏว่ารากสามารถเจริญและเดินได้ดี โตเร็วและแข็งแรงกว่าการใช้ดินปลูกธรรมดา งานปลูกต้นไม้บนลานผิวแข็งที่รับน้ำหนักมากด้วยการใช้ดินโครงสร้างจึงแพร่หลายและกลายเป็นข้อกำหนด (specification) มาตรฐานสำหรับงานปลูกต้นไม้ใหญ่ในเมืองมากขึ้น แม้กระนั้น การปรับปรุงก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการคงความอุดมของดินดีที่ผสมแทรกพร้อมปุ๋ยเคมียังคงมีปัญหาจากการถูกชะล้างตามน้ำฝนที่ตกหนักซึ่งมีลงสู่ดินชั้นล่างที่ขาดออกซิเจน เทศบาลนครสวีเดนจึงได้ทดลองใช้ไบโอชาร์ซึ่งมีคุณสมบัติในการอุ้มความชื้นและอากาศไว้ได้มากและนานมาใช้เป็นส่วนผสมของดินโครงสร้าง โดยปรากฏว่าได้ผลดีกว่าต้นไม้ที่ปลูกด้วยดินโครงสร้างแบบเดิมทั่วไปที่ทำให้ต้นไม้ชะลอการเติบโตและค่อยๆ ทอยตาย ดังนั้น การใช้ดินโครงสร้างที่มีส่วนผสมของไบโอชาร์จึงเป็นการแก้ปัญหาการปลูกต้นไม้ใหญ่บนผิวแข็งในเมืองได้พร้อมกันไปกับการแก้ปัญหาการเก็บกักคาร์บอนแบบถาวรไปในตัวที่เริ่มแพร่หลายไปทั่วโลก

### ไบโอชาร์กับงานฟื้นฟูต้นไม้เก่าแก่ในเมืองและต้นไม้ประวัติศาสตร์ในประเทศไทย

การพัฒนาเมืองคือสาเหตุสำคัญที่ทำให้ต้นไม้ขนาดใหญ่ทยอยกันโค่นล้มก่อนอันตรายแก่สาธารณะชนตั้งเป็นข่าวที่ถี่มากขึ้นเป็นลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ใต้ต้นไม้มักถูกบดอัดหรือถูกตัดผิวแข็งทับเพื่อใช้สำหรับกิจการบริการต่างๆ ของเมือง ระบบรากข้างใต้ขาดอากาศ ความชื้นจึงค่อยๆ ถดถอยและทำให้พุ่มใบส่วนบนของต้นไม้ซึ่งมักเป็นกิ่งใหญ่ที่หนักทรุดโทรมมีใบน้อยลงจนสร้างพลังงานไม่เพียงพอ และเมื่อรากสมออ่อนแอจากการผุ จึงหมดคุณสมบัติในการยึดดินและโค่นล้มสร้างความเสียหายตามเมืองต่างๆ ทั่วประเทศมากขึ้นเป็นลำดับโดยเฉพาะหลังพายุฝน ดังได้กล่าวมาแล้ว

เกือบทุกเมืองของประเทศไทยมักมีต้นไม้ใหญ่เก่าแก่คู่เมืองขึ้นอยู่ และมีไม่น้อยที่เป็นต้นไม้ประวัติศาสตร์ หรือมีความโดดเด่นสร้างเอกลักษณ์ให้แก่เมือง นอกจากนี้ยังมีต้นไม้เก่าแก่อีกมากทั้งในอุทยานประวัติศาสตร์ในบางบริเวณที่จำเป็นต้องพัฒนาให้เป็นส่วนบริการนักท่องเที่ยว รวมทั้งต้นไม้ใหญ่ของบางเมืองที่ได้รับการประเมินค่าว่าใหญ่ที่สุดของจังหวัดก็พลอยได้รับผลกระทบไปด้วยเพราะ ปล่อยให้มีการเทคอนกรีต

หรือแอสฟัลต์ด้วยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์เช่นกัน การกระทำดังกล่าว นอกจากจะเป็นการเพิ่มจำนวนการสูญเสียต้นไม้ที่มีคุณค่าสูงที่ประมาณค่าไม่ได้แล้ว ยังสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินในแต่ละปีมากขึ้นด้วย ดังนั้น นอกจากไบโอชาร์จะเป็นทางออกที่สำคัญในการปลูกและฟื้นฟูต้นไม้ใหญ่ในเมืองที่กำลังป่วยหรือทรุดโทรมแล้ว ยังเป็นการเก็บกักคาร์บอนที่เมืองปล่อยสู่บรรยากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนจากจำนวนต้นไม้ที่เพิ่มทั้งจำนวนและปริมาณไปอีกด้วย



**รูปที่ ๙** การสูญเสียต้นไม้ประวัติศาสตร์จากการพัฒนาเมือง **ซ้ายสุด** ต้นตะเคียนวัดโพธิ์ ประทับช้าง **ซ้าย** ต้นจำปาขาวอายุมากกว่า ๗๐๐ ปีที่อนุสาวรีย์พ่อขุนบางกลางท่าว **ล่างซ้าย** ต้นตะเคียนริมคลองหลอด กรุงเทพฯ ปลูกสมัยรัชการที่ ๑ ก่อนการเทศอนกรัตเพื่อปูเส้นทางเท้า **ล่างกลาง** สภาพต้นตะเคียนหลังการปรับปรุงทางเท้าไม่กี่ปี **ล่างขวา** การปลูกต้นตะเคียนใหม่เพื่อทดแทนต้นอายุมากกว่า ๒๐๐ ปีที่ตายเพราะระบบรากถูกทำลายจากการขาดความรู้อ

ที่มา: ๑. แฟ้มภาพเกิล ๒. ดชา บุญคำ ๓. ธราดล ทันทวน ๔. ๕. ปราณิศา บุญคำ



## สรุป

ในแต่ละปีมีชีวมวลที่เกิดจากการตัดแต่งต้นไม้ในเมืองต่างๆ ทั่วโลกมีปริมาณมหาศาลทำให้ทำให้ประเทศต่างๆ การจัดตั้งศูนย์การป่าไม้เมืองขึ้นเพื่อดำเนินการนำวัสดุชีวมวลที่เป็นขยะหรือของเสียไปผลิตเป็นไบโอชาร์แทนการเผาแบบธรรมดาหรือนำมาบดทำปุ๋ยหมักหรือทำเป็นวัสดุคลุมดินซึ่งในที่สุดจะกลับกลายเป็นก๊าซเรือนกระจกได้ดั้งเดิมดังได้กล่าวมาแล้ว ...จึงมีความจำเป็น ในด้านงานภูมิทัศน์ยังสามารถกำหนดให้ใช้ไบโอชาร์ที่ผลิตได้ไปใช้ในงานออกแบบ งานปลูกและฟื้นฟูต้นไม้ของเมืองหรือชุมชน นอกจากนี้ยังสามารถจำหน่ายให้แก่ประชาชนเพื่อปลูกต้นไม้หรือทำสวนครัวตามครัวเรือนมากขึ้น หรือทำสวนครัวบนดาดฟ้า การนำเศษขยะทุกชนิดที่เป็นชีวมวลมารวมไว้ในศูนย์การจัดการและผลิตเป็นไบโอชาร์เพื่อใช้ผสม (ฝัง) กับดินจึงเป็นการเก็บกักคาร์บอนที่จากบรรยากาศได้อย่างถาวรมากกว่าร้อยละ ๕๐ รวมทั้งยังเป็นการแก้ปัญหาการกำจัดขยะมูลฝอยอินทรีย์ที่รกตาและแก้ปัญหาการเกิดหมอกควันจากการเผาแบบเดิมได้เป็นอย่างดีอีกด้วย มี

หลายเมืองในต่างประเทศที่รับซื้อเศษวัสดุชีวมวลเพื่อสร้างรายได้แก่ชาวบ้านด้วย และโดยที่วิธีการเผาชีวมวลในสภาวะออกซิเจนต่ำจะไม่มีควันและกลิ่น ดังนั้น การพิจารณาจัดตั้งศูนย์การป่าไม้เมืองจึงควรได้รับการส่งเสริมจากรัฐ ให้มีในทุกองค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น ซึ่งนอกจากการเป็นที่ผลิตแล้วยังสามารถจัดให้เป็นศูนย์เรียนรู้การทำไบโอชาร์และการใช้ในเมืองเพิ่มจากการที่ได้เริ่มส่งเสริมบ้างแล้วในชนบท

## บรรณานุกรม

กุลธิดา สะอาด, *มารู้จักถ่านชีวภาพกันเถิด*. นิตยสาร สสวท. ฉบับ มีนาคม-เมษายน กรุงเทพฯ ๒๕๖๐

พินิจภณ ปิตุยะ ดต., ผู้เรียบเรียง *เอกสารองค์ความรู้ เรื่องถ่านชีวภาพ*, ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, <http://www.huaysaicenter.org/Uploads/files/เอกสารองค์ความรู้ถ่านชีวภาพB.pdf> สืบค้น ๒๓ มิถุนายน ๒๕๖๑

อรสา สุขสว่าง *ยุทธศาสตร์ทำหนึ่งได้สาม : ไบโอชาร์เพื่อเพิ่มความสมบูรณ์ให้ดิน ลดโลกร้อนและลดความยากจน*, โครงการความรู้ดิจิทัล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, [http://kukr.lib.ku.ac.th/db/BKN/search\\_detail/result/309372](http://kukr.lib.ku.ac.th/db/BKN/search_detail/result/309372), 2554, Retrieved June 23, 2018

Embrén, Bjorn, *Planting Urban Trees with Biochar*, <https://www.biochar-journal.org/en/ct/77>, Retrieved July 7, 2018

James, Cayce, *Biochar and Reclaiming Urban Soil*, Nakano Associates, 2016, <http://www.nakanoassociates.com/biochar/>, Retrieved June 23, 2018

McLaughlin, Hugh and Pyle, Keegan, *Practical Applications of Biochar in the Landscape*, Ecological Landscape Alliance, <https://www.ecolandscaping.org/04/biochar/practical-applications-of-biochar-in-the-landscape/> April 2016, Retrieved June 23, 2018

Simon Shackley and others, *Biochar: reducing and removing CO<sub>2</sub> while improving soils: A significant and sustainable response to climate change?* Evidence submitted to the Royal Society Geo-engineering Climate Enquiry in December 2008 and April 2009, <https://www.geos.ed.ac.uk/homes/sshackle/WP2.pdf> Retrieved June 23, 2018

Wilson, Kelpie, *Justus von Liebig and the birth of modern biochar*, <https://www.biochar-journal.org/en/ct/5-Justus-von-Liebig-and-the-birth-of-modern-biochar>, Retrieved July 7, 2018

Zwart, Drew C. Ph.D. *Biochar & Carbon Concerns in the Urban Forest*, Bartlett Tree Research Laboratories (West) 2015, Texas ISA Carbon Talk, <http://isatexas.com/wp-content/uploads/2015/12/Zwart-Texas-ISA-2015-carbon-talk.pdf>, Retrieved June 23, 2018