



สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การนำถ่านหินอัดก้อนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนนั้น ยังมีปัญหาบางประการ เช่น จุดติดได้ยาก มีควันและมีกลิ่น การผลิตถ่านหินอัดก้อนเพื่อนำมาใช้งานนั้น ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพงหรือยุ่งยาก ทำให้ไม่สะดวกต่อการผลิตใช้เองในครัวเรือน ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณสมบัติของถ่านหินด้วยการคาร์บอนไนซ์ โดยให้เตาที่ออกแบบขึ้นทำการคาร์บอนไนซ์ไปพร้อมกับการหุงต้มอาหาร พิจารณาผลของปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินอัดก้อนไร่คว้นที่ใช้ และปริมาณถ่านหินในห้องคาร์บอนไนซ์ที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งาน คุณสมบัติของถ่านหินไร่คว้นที่ได้ และอุณหภูมิในห้องคาร์บอนไนซ์ ตลอดจนศึกษาวิธีการผลิตถ่านหินอัดก้อนไร่คว้นโดยใช้ถ่านหินไร่คว้นที่ได้จากการคาร์บอนไนซ์ โดยวิธีที่ง่าย ให้ถ่านอัดก้อนที่มีคุณภาพดี สามารถผลิตใช้ได้เอง และเสียค่าใช้จ่ายต่ำในการผลิต จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้คือ

1. เตาคาร์บอนไนซ์ที่สร้างขึ้นใหม่โดยใช้ stainless steel เป็นโครงสร้าง เมื่อนำมาจุดในท่อนไฟภายในห้องเตา และรอบตัวเตาด้านนอก หุ้มฉนวนไมโครไฟเบอร์ และปิดทับด้วยแผ่นอลูมิเนียมบางเพื่อความทนทานของเตา พบว่าสามารถนำไปใช้งานในการหุงต้มอาหารและคาร์บอนไนซ์ถ่านหินได้ตามต้องการ คือมีประสิทธิภาพในการใช้งานไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของพลังงานที่ได้รับจากเชื้อเพลิงทั้งหมด คาร์บอนไนซ์ถ่านหินได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 450 องศาเซลเซียส และถ่านหินไร่คว้นที่ได้จากการคาร์บอนไนซ์มีสารระเหยเหลืออยู่ไม่เกินร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก เทียบกับน้ำหนักของถ่านหินไร่คว้นแห้ง ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของการคาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิต่ำ

2. ผลของปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินอัดก้อนไร่คว้น ที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานและคุณสมบัติของถ่านหินไร่คว้นที่ได้ เมื่อคาร์บอนไนซ์ถ่านหินโดยนำสารระเหยจากการคาร์บอนไนซ์กลับเข้ามาในเตาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงคือ เมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินอัดก้อนไร่คว้นจากปริมาณเทียบเท่ากับความร้อนที่ได้จากถ่านไม้ 400 กรัม เป็น 600 กรัม โดยใช้ปริมาณถ่านหินในห้องคาร์บอนไนซ์คงที่ 1,300 กรัม ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 31.98 เป็น 38.49 ของพลังงานที่ได้รับจากเชื้อเพลิงทั้งหมด และปริมาณสารระเหยที่เหลือในถ่านหินไร่คว้นที่ได้ลดลง

จากร้อยละ 30.12 เป็น 14.36

3. ผลของปริมาณถ่านหินในห้องคาร์บอนที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานและคุณสมบัติของถ่านหินไร้ควันที่ได้ เมื่อคาร์บอนี่ถ่านหินโดยนำสารระเหยจากการคาร์บอนี่กลับมาในเตาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงคือ เมื่อลดปริมาณถ่านหินในห้องคาร์บอนี่โดยใช้เชื้อเพลิงปริมาณคงที่ พบว่าประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกันไม่ขึ้นกับปริมาณถ่านหินในห้องคาร์บอนี่ และปริมาณสารระเหยที่เหลือในถ่านหินไร้ควันที่ได้ลดลง คือ เมื่อลดปริมาณถ่านหินในห้องคาร์บอนี่จาก 1,300 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่ใส่ในห้องคาร์บอนี่ได้ เป็น 650 กรัม โดยใช้เชื้อเพลิงถ่านหินอัดก้อนไร้ควันปริมาณเทียบเท่ากับความร้อนที่ได้จากถ่านไม้ 400 , 450 และ 500 กรัม มีประสิทธิภาพการใช้งานร้อยละ 30.93 - 32.54 , 36.14 - 36.54 และ 35.83 - 37.19 ของพลังงานที่ได้รับจากเชื้อเพลิงทั้งหมด ตามลำดับ และปริมาณสารระเหยที่เหลือในถ่านหินไร้ควันที่ได้ลดลงจากร้อยละ 30.12 เป็น 25.16 , 25.20 เป็น 18.85 และ 17.93 เป็น 15.65 เทียบกับน้ำหนักของถ่านหินไร้ควันแห้ง ตามลำดับ

4. ผลของปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินอัดก้อนไร้ควัน และถ่านหินในห้องคาร์บอนี่ที่มีต่ออุณหภูมิในห้องคาร์บอนี่ พบว่า เมื่อใช้ปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินอัดก้อนไร้ควันเทียบเท่ากับถ่านไม้ 450 กรัม โดยใช้ปริมาณถ่านหินในห้องคาร์บอนี่ 900 กรัม หรือน้อยกว่า และเมื่อใช้ปริมาณเชื้อเพลิงถ่านหินอัดก้อนไร้ควันเทียบเท่ากับถ่านไม้ 500 กรัมขึ้นไป โดยบรรจุถ่านหินในห้องคาร์บอนี่ได้สูงสุด 1,300 กรัม หรือน้อยกว่า สามารถทำให้อุณหภูมิในห้องคาร์บอนี่ถ่านหินสูงกว่า 450 องศาเซลเซียส ตามเกณฑ์ในการคาร์บอนี่ที่อุณหภูมิต่ำได้

5. การทดลองอัดก้อนถ่านหินไร้ควันที่ได้จากการคาร์บอนี่ โดยนำถ่านมาบดละเอียด 2 ชุด ชุดแรกถ่านที่ได้ร้อยละ 96 มีขนาดเล็กกว่า 0.6 มม. ชุดที่ 2 ถ่านที่ได้ร้อยละ 46 มีขนาดใหญ่กว่า 0.6 มม. นำมาอัดก้อนโดยใช้ถาดน้ำแข็งพลาสติกเป็นแบบพิมพ์ ซึ่งมีรูปร่างของแบบพิมพ์เป็นทรงสี่เหลี่ยมขนาด 2.5 x 3.5 x 2.5 ซม. พบว่าสามารถอัดเป็นก้อนได้ทั้ง 2 ขนาด โดยใช้ดินเหนียวเป็นตัวประสานร้อยละ 10 และไม่ต้องเติมปูนขาวลงไปอีก ถ่านหินอัดก้อนไร้ควันที่ได้มีความแข็งแรงเพียงพอในการนำไปใช้งาน คือสามารถคงรูปในระหว่างหยิบจับ ระหว่างการเผาไหม้ และมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์โดยไม่มีเศษถ่านเหลืออยู่ในถ่านหลังการเผาไหม้เช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงนำไปใช้งานได้ทั้งสองขนาด โดยถ่านที่มีขนาดใหญ่กว่ามีข้อเสียเล็กน้อยคือต้องใช้แรงในการอัดก้อนมากขึ้น แต่มีข้อได้เปรียบคือ การบดถ่านทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า

6. ผลการวิเคราะห์ปริมาณกำมะถันและรูปแบบของกำมะถันในถ่านหินก่อนคาร์บอนี่ ถ่านหินไร้ควันที่ได้จากการคาร์บอนี่ และถ่านที่ได้จากการเผาไหม้ของถ่านหินอัดก้อนไร้ควันที่มีส่วนผลผลิตดินเหนียวร้อยละ 10 คงที่ และใช้ปริมาณปูนขาวต่างกัน ร้อยละ 0 , 5 , 10 โดย

น้ำหนักเทียบกับน้ำหนักถ่านหินไร้ควันแห้ง พบว่า การคาร์บอนไนซ์ถ่านหินทำให้กำมะถันส่วนหนึ่งสูญหายไป ในบรรยากาศ และถ่านหินไร้ควันที่ได้จากการคาร์บอนไนซ์มีปริมาณกำมะถันรวมลดลง ซึ่งเมื่อนำไปอัดก้อนโดยใช้ส่วนผสมต่างดั่งกล่าว นำไปเผาไหม้และนำเข้ามาวิเคราะห์ พบว่าปริมาณปูนขาวที่ใส่ลงไปเพิ่มขึ้น ไม่มีผลมากนักต่อการเพิ่มความสามารถในการขจัดกำมะถันในถ่านหินอัดก้อนไร้ควัน กำมะถันในถ่านหินส่วนมากอยู่ในรูปของกำมะถันซัลเฟตซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกัน ดังนั้น การนำถ่านหินอัดก้อนไร้ควันมาใช้งานจึงไม่จำเป็นต้องเติมปูนขาวลงไปอีก

7. ผลการศึกษาลักษณะการใช้งานและความสะดวกในการใช้งานของถ่านหินอัดก้อนไร้ควัน เปรียบเทียบกับถ่านไม้

7.1 เวลาที่ใช้จุดติด เวลาที่ใช้เพื่อทำให้น้ำเดือด และเวลาใช้งาน พบว่า ถ่านไม้จุดติดได้ง่ายและเร็วกว่า คือใช้เวลาประมาณ 2 - 3 นาที เวลาจุดติดของถ่านหินอัดก้อนไร้ควันต่างกันขึ้นกับปริมาณสารระเหยที่เหลือ ถ่านที่มีสารระเหยเหลืออยู่สูง (มากกว่าร้อยละ 20) ใช้เวลาจุดติด 4.5 - 6 นาที มากกว่าถ่านที่มีสารระเหยเหลืออยู่ต่ำ (น้อยกว่าร้อยละ 20) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 3.5 - 4 นาที ซึ่งใกล้เคียงกับเวลาจุดติดของถ่านไม้ เวลาใช้งานของถ่านไม้ประมาณ 89 - 95 นาที สั้นกว่าถ่านหินอัดก้อนไร้ควัน เพราะถ่านไม้ให้ความร้อนอย่างรวดเร็วในระยะแรก ซึ่งใช้เวลาทำให้น้ำเดือดเพียง 13 - 16 นาที ในขณะที่ถ่านหินอัดก้อนไร้ควันประมาณ 16 - 20.5 นาที แต่มีเวลาใช้งานนานกว่าถ่านไม้คือ 108 - 125 นาที และ 134 - 138 นาที เมื่อใช้ถ่านหินอัดก้อนไร้ควันที่มีสารระเหยเหลืออยู่สูงและต่ำ ตามลำดับ

7.2 การเก็บถ่านและความคงตัวของถ่าน พบว่าถ่านของถ่านหินอัดก้อนไร้ควันมีความคงตัว ไม่พังกระจายเหมือนถ่านของถ่านไม้ ทำให้เก็บได้สะดวก แต่ถ่านหินอัดก้อนไร้ควันมีถ่านมากกว่าถ่านไม้ จึงต้องเก็บถ่านออกบ่อยครั้งกว่าเมื่อใช้ถ่านไม้เป็นเชื้อเพลิง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพถ่านหินโดยการคาร์บอนไนซ์ในเตาที่ออกแบบขึ้นใหม่นี้ สามารถทำการคาร์บอนไนซ์ที่อุณหภูมิต่ำ และให้ถ่านหินไร้ควันที่มีสารระเหยเหลืออยู่ไม่เกินร้อยละ 20 ได้ตามต้องการ ตลอดจนมีประสิทธิภาพการใช้งานสูงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของเตาอั้งโล่ที่ดีที่มีใช้ในครัวเรือนทั่วไป โดยอาจจะไม่ต้องดัดแปลงหรือปรับปรุงเตาที่ใช้อีก อย่างไรก็ตาม มีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป คือ

1. ปรับปรุงรูปแบบของเตา โดยให้ห้องคาร์บอนไนซ์ถ่านหินแคบลงในส่วนล่างของห้อง และเพิ่มความกว้างของห้องมากขึ้นตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นของห้องคาร์บอนไนซ์ โดยส่วนบนของ

ห้องมีความกว้างมากที่สุด เพราะอุณหภูมิในห้องคาร์บอนที่ส่วนบนสูงกว่าส่วนอื่น ๆ จึงสามารถขยายความกว้างได้เพิ่มขึ้น และเป็นการลดความแตกต่างของอุณหภูมิในแต่ละส่วนลง หรืออาจปรับปรุงโดยการติดแผ่นครีป (fins) บางๆ ภายในห้องคาร์บอน เพื่อช่วยเพิ่มการถ่ายเทความร้อนไปยังถ่านหินได้มากขึ้น อาจทำให้สามารถคาร์บอนได้ที่อุณหภูมิสูงกว่าและได้ถ่านหินไร้ควันที่มีสารระเหยเหลืออยู่ต่ำกว่าเดิมได้ นอกจากนี้ ควรมีการปรับปรุงโดยย้ายประตูช่องบรรจุถ่านหินจากด้านข้างของเตา ไปยังด้านบน ซึ่งจะทำให้บรรจุถ่านหินได้สะดวก และสามารถเปลี่ยนรูปแบบของแผ่นครีปบางที่จะศึกษาต่อไปได้สะดวกยิ่งขึ้น

2. ศึกษาผลของการขจัดกำมะถันในถ่านหินอัดก้อนไร้ควันด้วยปูนขาว โดยใช้ถ่านหินจากแหล่งต่างๆที่มีปริมาณกำมะถันต่างกัน นำมาทดลองคาร์บอนที่อุณหภูมิต่างๆ ซึ่งอาจมีความจำเป็นต้องใช้ปูนขาวเพื่อช่วยเพิ่มความสามารถการขจัดกำมะถันในบางกรณี

3. ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการนำไปใช้ผลิตเตาคาร์บอน เนื่องจากเตาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ทำจาก stainless steel เป็นโครงสร้าง ทำให้เตามีราคาแพง ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาวัสดุที่จะนำไปใช้ผลิต โดยสามารถผลิตเตาที่มีราคาถูก ทนทานต่อการกัดกร่อน มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งาน ตลอดจนผลิตถ่านหินอัดก้อนไร้ควันได้อย่างเพียงพอ และมีคุณสมบัติที่ดีตามต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย