บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีที่ธรรมดาที่สุดของการทำอาหารในประเทศที่กำลังพัฒนาคือการใช้ไฟ ได้มีการใช้เตาหุงต้มทำอาหารมาราวๆหลายพันปีแล้ว ซึ่งมีหลักฐานปรากฏให้เห็นในหลายท้องถิ่นมีหลายๆที่ ที่มีความซับซ้อนเกี่ยวกับความเป็นมาของเตาหุงต้ม เช่น เตาที่ทำจากโคลนเป็นอิฐหนักที่ประกอบด้วยโลหะ ต่อมามีจำนวนประชาชน 3 พันล้านคนได้มีการใช้เตาในการทำอาหารในมื้ออาหารของพวกเขาและได้มีการพัฒนาประสิทธิภาพของการทำเตาหุงต้ม ซึ่งทำให้เป็นที่น่าสนใจมากขึ้นและได้มีการพัฒนาขึ้น แต่ก็เป็นการอยากในการที่จะพัฒนาเตาให้เหมาะสมกับราคาในครัวเรือน ถ้าต้องการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพมาก

การพัฒนาเตาหุงต้มมีความแตกต่างของรูปแบบและขนาด ซึ่งมันสามารถที่จะสร้างขึ้นได้หลายๆรูปแบบ ขึ้นอยู่กับท้องถิ่นและสภาพแวดล้อมนั้นๆ ในปี ค.ศ.1983 มีการพัฒนาเตาให้มีที่ล้อมรอบไฟ เพื่อเป็นการป้องกันความร้อนที่จะออกมาและป้องกันการปะทะกับลม เนื่องจากความสำเร็จนี้ ส่งผลให้มีหลายวิธีในการควบคุมได้มากกว่าการติดไฟด้วยแก๊ส เตาหลายๆแบบทำมาจากโคลนหรือทราย ทั้งสองชนิดได้มาโดยง่ายในท้องถิ่น

ในช่วงปี ค.ศ. 1940 ได้มีการเพิ่มประสิทธิภาพของเตาขึ้นโดยการสนับสนุนจากหลายๆรัฐบาล องค์กรพัฒนานานาชาติและNGOs แต่การพัฒนาเตาก็ไม่เพียงพอต่อการใช้ในครัวเรือนในชนบทที่กำลังพัฒนา ในหลายๆประเทศ ที่ซึ่ง 3ใน4 ของโลก 1.2 พันล้าน ที่ประชากรมีฐานะยากจนเป็นประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตชนบทไม่มีโอกาสที่จะใช้เตาที่มีประสิทธิภาพ [5]

ในช่วงปี ค.ศ. 1970 มีความสำเร็จสำคัญของการออกแบบและการเผยแพร่ตัวอย่าง การปรับปรุงราคาของเตาที่มีราคาต่ำ เช่น เตาสามารถประหยัดเชื้อเพลิงไม้ได้ถึง 40% และ 25-30% เมื่อเปรียบเทียบกับเตาในสมัยก่อน เห็นผลได้ คือ การลดลงของการรวมตัวกันของควันและเกิดมลพิษภายในที่มันอยู่ ประหยัดเงินและเวลาตามเป้าหมาย ผลกระทบต่อป่าไม้และแหล่งพลังงานลดลง มีการพัฒนาทักษะและงาน [5]

ครอบครัวและอุตสาหกรรมในเอเชียส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชนบท มีการใช้ไม้เป็นพลังงานในหลายจุดมุ่งหมาย เครื่องมือต่างๆได้นำมาใช้เหมือนเตาหุงต้ม เตาอบและเตาเผาที่ถือ

ว่าเป็นตัวอย่างทั่วๆไป ที่ได้ทำขึ้นมาจากวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่มีคุณภาพต่ำ(มีควันและไม่สะดวกสบาย) มีประสิทธิภาพต่ำ ความร้อนส่วนมากสูญเสียไปกับสิ่งแวดล้อม

หลาย 70 ปี ได้เกิดวิกฤติการณ์ทางน้ำมันซึ่งมีความเกี่ยวพันธ์กับป่าไม้ ได้มีโครงการการพัฒนาการทำเตาหุงต้มที่ทำให้เกิดการลดลงของความต้องการใช้เชื้อเพลิงไม้ และยังมีอีกหลายโครงการที่ต่อมาประสบความสำเร็จ ทุกๆโครงการจะมีจุดประสงค์สำคัญของประสิทธิภาพความคงทนและเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงไม้และยังมีอีกหลายโครงการที่ล้มเหลว เพราะเกิดจากความละเลยต่อข้อกำหนดของผู้ใช้ ต่อมาในภายหลังความสนใจด้านพลังงานลดลง เพราะว่าราคาน้ำมันลดลงและการจัดหาทุนในโครงการพัฒนาการทำเตาลดลง ดังนั้นหลายๆโครงการจึงต้องยกเลิก ไม่มีหลักฐานใดๆที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาการทำเตาหุงต้มที่แสดงให้เห็นถึงความต้องการใช้เชื้อเพลิงไม้ลดลง แต่มีการพัฒนาการทำเตาหุงต้มสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายในสังคม ดังนั้น โครงการปัจจุบันได้ใช้จ่ายเงินเป็นจำนวนมากเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งสามารถทำให้ผู้ใช้ประหยัดเชื้อเพลิงได้ รวมถึงความสะดวกในการทำอาหาร มีควันในครัวได้อย่างอิสระ ไม่มีผลเสียต่อสุขภาพและมีความปลอดภัย

ในครัวเรือนมีการใช้เตาหุงต้มทำอาหารในหลายๆรูปแบบ เน้นแบบที่เรียบง่ายและอีกแบบที่เก่าแก่ที่สุด คือ แบบใช้หิน 3 ก้อน โดยการใช้หิน 3 ก้อน นำมาเรียงกันเป็นรูป 3 เหลี่ยม ล้อมรอบกองไฟ ซึ่งสามารถนำเอาหม้อทำอาหารมาวางไว้บนก้อนหินได้ อีกแบบหนึ่งคือ แบบเก้าอี้โลหะเป็นวงกลมที่มี 3 ขา ซึ่งนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในเอเชีย ข้อเสียของแบบเหล่านี้คือ การแพร่กระจายของเปลวไฟและความร้อนเพราะแรงลม จึงไม่สามารถควบคุมความร้อนและควันได้

ช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาจนเอาชนะปัญหาต่างๆเหล่านี้ได้ และได้มีการนำไปใช้ในครัวเรือน สามารถพกพาได้สะดวก มีการทำขึ้นโดยใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น ผู้ใช้สามารถทำเตาที่แตกต่างกันได้ บางที่เพียงแค่โคลนก็สามารถทำเตาได้ ยังมีเตาอีกหลายประเภทที่มีคุณภาพต่ำ ผู้คนพยายามที่จะพัฒนาการทำเตาของพวกเขา แต่พวกเขายังขาดด้านการลงทุนและเทคนิคต่างๆที่จะนำมาพัฒนา

การออกแบบเตาและผลิตภัณฑ์มีปัจจัยหลายอย่าง มีการสำรวจความสนใจและการตลาดสำหรับการพัฒนาเตา เตาจะต้องออกแบบตามที่ผู้ใช้มีความชอบเป็นพิเศษ พวกเขาจะต้องออกแบบจากผู้ช่วยในท้องถิ่นและเตานี้ยังเป็นสิ่งหนึ่งที่จะแสดงให้เห็นถึงประเพณีการใช้ ผู้ใช้มีความชอบที่แตกต่างกันออกไปแต่ละที่ ดังในแต่ละประเทศจะมีการออกแบบของเตาที่แตกต่างกันออกไปในปัจจุบัน

ปัจจัยที่หลากหลายในการออกแบบที่นำมาใช้ในการพิจารณา คือ ปัจจัยสำคัญในท้องถิ่น (อย่างไร,โดยใคร และเตามีไว้ทำอะไร) ปัจจัยด้านเทคนิค(ปริมาณผลิตพลังงาน,ชนิดของพลังงาน ,ขนาดและการนำวัสดุในท้องถิ่นมาใช้) ปัจจัยทางการตลาด(ราคาของผลิตภัณฑ์) และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม(ความปลอดภัย) ดังนั้นเชื้อเพลิงที่นำมาใช้เป็นสิ่งสำคัญ เพราะลักษณะที่แตกต่างของเตามีความจำเป็นต่อการใช้ฟืน,ถ่านไม้ เตาหลายอันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตด้วยเครื่องจักรกลในท้องถิ่น สิ่งหนึ่งที่เป็นปัญหาของผลิตภัณฑ์เตา คือ เวลาที่ใช้ในการดูแลรักษาเตาที่แตกต่างจากการออกแบบในรูปแบบเดิม ดังนั้นจึงมีการตรวจตราและควบคุมคุณภาพซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็น

RWEDP มีองค์กรอยู่มากมายและทำงานร่วมกันในหลายๆชาติเป็นการฝึกอบรมการอนุรักษ์ความสัมพันธ์เฉพาะของเตา เตาที่ใช้ในประเพณีและใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เตาสำหรับการทำอาหารและเตาให้ความร้อน ในความร่วมมือกันของโครงการ ARECOP (โครงการการทำอาหารในเขตอาเซียน) มีการฝึกอบรมให้กับผู้ฝึกอบรมในการเลือกทำเตาและการเผยแพร่ที่มีการดำเนินต่อไป [5]

WENet Cam ได้มีการจัดฝึกอบรมให้กับสมาชิกกลุ่ม NGO และหน่วยงานของรัฐบาลด้านการผลิต มีการประเมินค่าจากการพัฒนาการทำเตาหุงต้ม เมื่อเร็วๆนี้กลุ่ม WENet Cam ได้มีการรวมกลุ่มกัน 7 ประเทศในกลุ่มอาเซียน มีการประกาศและอธิบายต่อสาธารณชนถึงวิธีการหลากหลายที่นำมาพัฒนาการทำเตาหุงต้ม ที่สามารถใช้วัสดุภายในท้องถิ่นมาทำได้ [5]

คำแนะนำการพัฒนาเตาหุงต้ม

CFSP กำลังพัฒนาและเผยแพร่การปรับปรุงการทำเตาหุงต้ม มีการสนับสนุนอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นการทำให้เกิดการประหยัดพลังงานได้ [5]

ความก้าวหน้าในการประหยัดพลังงานไม้ที่ใช้ปรับปรุงเตาหุงต้มอาหาร

จากการวิจัยพบว่า การทำอาหารในครอบครัวที่กัมพูชา ส่วนใหญ่ใช้พลังงานจากไม้ ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลง ในปี 2006 แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเตาหุงต้ม ช่วยลดการใช้ถ่านในกัมพูชาถึง 40% หรือประมาณ 23,000 ตัน/ปี นี่เป็นเหตุผลสำคัญที่ CFSP มีความสัมพันธ์กับการพัฒนาเตาหุงต้ม [5]

การแนะนำ CFSP ในส่วนที่ 2

จุดมุ่งหมายสำคัญภายใน 4 ปี มี 2 โครงการ โดยมี 150,000 ครอบครัวที่ยังใช้เตาถ่านหรือเตาฟืนภายในครอบครัว สามารถประหยัดพลังงานไม้ได้ถึง 2,210,000 ตัน เน้นการเพิ่มรายได้ให้กับผู้ผลิตเตาได้มากกว่า 10 ปี ผลิตเตาได้มากกว่า 20,000 ใบ โดยภูมิปัญญาชาวบ้านและการที่เจ้าหน้าที่ให้การฝึกงานในชนบท [5]

ในการทำการพัฒนาเตาหุงต้มดังกล่าว CFSP ได้มีการสนับสนุนการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมขนาดเล็กโดยการใช้เชื้อเพลิงอื่นทดแทนหรือก๊าซชีวมวล

การวิจัยและพัฒนา

CFSP มีห้องปฏิบัติการในพนมเปญ มีการพัฒนาตามความต้องการของผู้บริโภคและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นผลเนื่องมาจากการเผาไหม้ นี่เป็นข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเตาหุงต้มสำหรับการประหยัดเชื้อเพลิงให้มากที่สุด การทดลองพื้นฐานในห้องทดลอง เน้นการทดสอบประสิทธิภาพของเตา และการใช้งานในหลายๆรูปแบบ [5]

เทคนิคในการพัฒนาการผลิตเตาหุงต้ม

การออกแบบ ICS ที่มีขอบเขตแน่นอน มีการดำเนินเพื่อให้เกิดผลได้จริง และถ้าทำในปริมาณมากๆราคาก็จะลดลงได้

-ทำแบบพิมพ์ของเตา

-สร้างเครื่องมือเพื่อช่วยให้การผลิตเตามีคุณภาพ

-เลือกส่วนผสมดินเหนียวที่มีประสิทธิมากที่สุด

-ออกแบบเตาเผาดิน สำหรับเผาเตาหุงต้ม

การเผยแพร่-การสนับสนุนทางการค้า

CFSP ประสบความสำเร็จในการโฆษณาเตาหุงต้มนี้ โดยการทำให้ผู้ผลิตเข้าใจในประโยชน์ที่จะได้รับและแยกลูกค้าออกเป็นระดับ การวิจัยแสดงให้เห็นว่า การปรับปรุงเตาหุงต้มนั้นทำได้ดี CFSP มีการสนับสนุนทางการค้า การฝึกอบรมผู้ผลิต การส่งเสริมความร่วมมือในระหว่างที่ทำการผลิต และการกระจายสินค้าสู่ผู้บริโภค

การพัฒนาเตาหุงต้มในกัมพูชา

ในประเทศกัมพูชา มีการพัฒนาการทำเตามากกว่า 18,000 ชนิด ซึ่งได้มีการกระจายสินค้าไปขายปลีกในหลายๆที่ สิ่งเหล่านี้ถือว่าเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงไม้ได้มากกว่า 37,000 ตันในแต่ละปีจะมีการลดลงของการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (Co_2) 53,000 ตัน และมีการใช้เชื้อเพลิงลดลง มีการพัฒนาการทำเตาหุงต้มที่สามารถประหยัดเวลาและตอบสนองความต้องการของครอบครัวที่มีความต้องการเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นทีละน้อย

การพัฒนาเตาหุงต้มในอินเดีย

การพัฒนาเตาหุงต้มในอินเดีย มีการทำช่องประตู ทางเข้า ทางผ่าน ปล่องไฟที่ควบคุมการแพร่กระจายของอากาศเสีย ฝาครอบปล่องไฟ

การใช้เตาที่พัฒนาเพิ่มขึ้นของผู้คนในอินเดีย แสดงให้เห็นผลดีได้ คือ การประหยัดเวลาและเชื้อเพลิง ในการทำอาหาร และน้ำร้อนเร็วขึ้น ซึ่งการประหยัดเวลา หมายถึง การมีเวลาอิสระใน

การทำสิ่งต่างๆเพิ่มขึ้นและเหนื่อยน้อยลง ซึ่งทั้งสองสิ่งนี้เป็นผลกระทบโดยตรงต่อการเลี้ยงดูเด็ก และการปรับปรุงคุณภาพของสิ่งแวดล้อมในห้องครัว ความต้องการของทุกคนในครอบครัวในหมู่บ้าน เป็นตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงเทคโนโลยีที่ได้รับเข้ามา

ในบางส่วนในโลกนี้ บุคคลที่มีชื่อเสียงในประเทศจีนและบางส่วนในเขตประเทศอินเดีย ได้มีการเผยแพร่กระบวนการการพัฒนาการทำเตาหุงต้มไปยังเขตต่างๆ มีการใช้เป็นจำนวนหลายล้านในแอฟริกา เพียงแต่ในเคนยาเท่านั้นที่ได้อ้างสิทธิในการพัฒนาการเผยแพร่

การทำเตาแบบใหม่ในลาว

เตาแบบใหม่ในลาว NLBS ประสบความสำเร็จทางด้านการขายภายในประเทศมากถึง 40,000 ใบ ในช่วงปี 2000 เตาซึ่งใช้กับถ่านไม้บ่อยครั้งที่มีความนิยมในเขตเมือง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยมือที่มีความแตกต่างกันถึง 21 ชนิด

ในปี 2005 จะมีการผลิตเตาหุงต้มอยู่ถึง 30 เมือง และมีการสนับสนุนให้ทุกครัวเรือนมีการใช้เตาถ่าน เป็นการทำให้การใช้ทรัพยากรป่าไม้ลดลง

New Lao Kompong Chhnang Stove

NLKCS สามารถใช้ถ่านในการเผาไหม้ หลังจากที่มีการนำไปทดสอบในห้องทดลองแล้ว ได้มีการนำมาเผยแพร่ให้กับผู้ผลิต 11 คน และมีการฝึกให้ผลิตด้วยมือ สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ร้อยละ 25

การกระตุ้นและสนับสนุนการผลิต

ในระหว่างเริ่มต้นการทำงานของ CFSP การโฆษณาการผลิต ICS ทำให้ผู้ผลิตเกิดความเชื่อมั่นในประสิทธิภาพของ ICS ส่งผลให้มีเพิ่มผลผลิตมากขึ้น

การตรวจสอบมาตรฐานของเตาที่ผลิตด้วยมือ มีการดำเนินการอยู่ตลอดมา โดยรวบรวมเตาหุงต้มจากหลายผู้ผลิตนำมาตรวจสอบขนาด และประสิทธิภาพของเตา

มีการวิจัย พัฒนา และฝึกอบรมให้กับผู้ผลิตอยู่เสมอ ทำให้เตาหุงต้มที่ผลิตได้ มีมาตรฐานและประสิทธิภาพเดียวกัน

การสนับสนุนการทำงานร่วมกัน

CFSP ได้ร่วมมือกับผู้ผลิต ICS ให้ได้มาตรฐาน และมีการเตรียมการโฆษณาเตาในสื่อรูปแบบต่างๆ

การพัฒนาเตาหุงต้มในสหรัฐอเมริกา

การพัฒนาเตาหุงต้มในสหรัฐอเมริกา เตานี้เรียกว่า เตาจัสต้า(The Justa stove) เป็นชื่อของ Dona Justa Nunez ของฮอนดูรัส ซึ่งได้เป็นผู้ออกแบบ โดยใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า “ร็อกเก็ต เอลโบล (rocket elbow)” ของ Dr.Larry Winiarski ได้จัดกลุ่มชนิดเตาโดยนำเอาเตาร็อกเก็ตมาอ้างอิงเป็นเตาชนิดที่ใช้มวลชีวภาพในการทำโดยใช้วัสดุมาเป็นฉนวน มีลักษณะโค้งเป็นช่องทำให้ง่ายต่อการติดไฟ ซึ่งสามารถทำให้เกิดความร้อนและติดไฟได้เร็ว ในขณะที่ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานลดลง เตาจัสต้าทรงโค้งเป็นรูปแบบที่มีความหนาของเซรามิค 2-3 cm ที่ทำจากอิฐ การทำงานในปัจจุบันใช้อิฐมาทำเป็นปล่องเพื่อให้ง่ายต่อการติดไฟ มีการใช้วัสดุต่างๆที่มีอยู่ในท้องถิ่น ใช้ขี้เถ้าหรือหินภูเขาไฟสำหรับเป็นฉนวน

ทำไมการใช้ดินเหนียวเป็นฉนวนป้องกันความร้อนจึงเป็นสิ่งสำคัญ

มีการทดสอบมาหลายครั้งสำหรับเตาโลลีนา เริ่มต้นตั้งแต่ปี 1983 พบว่าประสิทธิภาพของการเผาไหม้เชื้อเพลิงเมื่อเตาทำด้วยดินเหนียวและทราย(เมื่อทำการทดสอบในห้องทดลอง)ดีไม่มากกว่าการใช้เตาแบบหินสามก้อน

มีวัสดุอื่นใดที่สามารถนำมาใช้ได้

เตาที่มีประสิทธิภาพสูง ผลิตด้วยอุณหภูมิสูงและมีช่องที่ทำให้ติดไฟง่าย Dr.Larry Winiarski ได้ค้นพบว่าปริมาณความร้อนจากช่องไฟทำให้สามารถติดไฟได้ง่าย ในที่สุดแต่ละท้องถิ่นสามารถเลือกวัสดุ คือ เซรามิก หนาประมาณ 1 นิ้ว ช่องที่ทำให้ติดไฟง่ายน้ำหนักเพียง 18.5 ปอนด์

การทำฉนวนเซรามิก

นำเซรามิกที่ห่อหุ้มด้วยฉนวน รวมกันเข้ากับดินเหนียว ซึ่งมันเป็นตัวที่ทำให้ยึดติดกัน ซึ่งสามารถหาวัสดุที่เป็นฉนวน เช่น หินขัด Perlite vermiculite หรือวัสดุสารอินทรีย์ เช่น ถ่าน ขี้เลื่อย ดินเหนียวและแม่พิมพ์ได้รับการผสมน้ำ นำไปเทในพิมพ์ แล้วรอให้แห้ง ต่อมาจะนำไปเผาในเตาเผาอิฐ

เซรามิกที่ห่อหุ้มด้วยฉนวนจะต้องมีน้ำหนักเบา(ความหนาแน่นต่ำ)และเกิดมวลความร้อนในระดับต่ำ ในขณะที่ต้องการความแข็งแรงมากขึ้นด้วย โดยใช้วิธีเอาไม้ไปกระทุ้งข้างหลังของเตา การเติมดินเหนียวจะทำให้เตาแข็งแรงและหนักมากขึ้น แต่การเติมฉนวนมากจะทำให้เตาลดความแข็งแรงลง ความหนาแน่นของดินเผาจะอยู่ระหว่าง 0.8-0.4 Gm/cc. เซรามิกที่หุ้มด้วยฉนวน มีประโยชน์ในการเก็บความร้อนได้ดี

ขี้เลื่อย/ดินเหนียว

ขี้เลื่อยนี้ได้มาจากไม้คุณภาพต่ำ ขนาดประมาณ 2.36 มม. เติมน้ำลงในดินเหนียวแล้วทำการผสม เทลงในพิมพ์ รอให้แห้งสนิท แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1050 องศาเซลเซียส

นอกจากขี้เลื่อยแล้วสามาใช้เปลือกเมล็ดโกโก้ หรือปุ๋ยคอกม้า หรือส่วนที่เหลือจากการเก็บเกี่ยว

ถ่าน/ดินเหนียว

ดินเหนียวผสมกับน้ำแล้วผสมถ่านดิน(ดินเชื้อ)ลงไป แล้วเทลงไปในแบบพิมพ์ รอให้แห้งสนิท นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1050 องศาเซลเซียส

แร่ Vermiculite/ดินเหนียว

ดินเหนียวผสมกับน้ำแล้วผสม แร่ Vermiculite ลงไป แล้วเทลงไปในแบบพิมพ์ รอให้แห้งสนิท นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1050 องศาเซลเซียส แร่ Vermiculite ที่น้ำหนักเบา ราคาถูก เป็นผลิตภัณฑ์ทนไฟที่ได้มาจากธรรมชาติ ทำให้เกิดความแข็งแรง น้ำหนักเบา และทนต่อความร้อน แร่ Vermiculite เป็นวัสดุที่ดีที่สุดในการทำเซรามิก

แร่ Perlite/ดินเหนียว

แร่ Perlite จะต้องถูกทำให้เรียบ ก่อนจะนำมาผสมกับดินเหนียว ดินเหนียวผสมกับน้ำแล้วผสม แร่ Perlite ลงไป แล้วเทลงไปในแบบพิมพ์ รอให้แห้งสนิท นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1050 องศาเซลเซียส

หินขัด/ดินเหนียว

หินขัดจะคล้ายกับ Perlite หินและทรายจากภูเขาไฟจะค่อนข้างดี ดินเหนียวผสมกับน้ำแล้วผสมหินขัดละเอียดลงไป แล้วเทลงไปในแบบพิมพ์ รอให้แห้งสนิท นำไปเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

หินขัดสามารถหาได้ในหลายๆส่านของโลก มีราคาถูก มีหลายชั้นคุณภาพตามที่ต้องการ เมื่อนำมาทำเป็นฉนวนจะมีน้ำหนักเบา และทนต่อความร้อนสูงได้

ทำไมการใช้ดินเหนียวจึงมีความสำคัญต่อความเป็นฉนวนความร้อน

คุณค่าของดินเหนียว คือ เป็นวัสดุพื้นฐานในการทำเตา การนำดินเหนียวมาหุ้มกับฉนวนทำให้ทนต่อการติดไฟได้ดี และในตัวเตาจะมีช่องติดไฟ 6 ตำแหน่งช่วยให้ติดไฟได้ดีและช่วยลดควันไฟด้วย

การค้นพบ

ประสิทธิภาพของเชื้อเพลิง จะแปรผันตรงกับ ช่องที่ใช้ติดไฟและความร้อนจะผ่านฉนวนในปริมาณช้าๆ ดังนั้นวัสดุที่ใหญ่กว่า จะมีความเป็นฉนวนที่ดีกว่าแน่นอน และพบว่าแร่ Vermiculite มีความเป็นฉนวนมากที่สุด คือ ความร้อนผ่านออกมาน้อยที่สุด

บทสรุป

การใช้ดินเหนียวและทรายผสมกับวัสดุที่เป็นฉนวนที่มีน้ำหนักเบา สามารถช่วยให้การเผาไหม้ดีกว่าเดิมและสะอาดกว่า ความร้อนส่วนใหญ่ส่งตรงจากไฟไปยังหม้อ ช่างปั้นหม้อและคนทำอิฐสามารถปรับรูปแบบการผลิตเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จได้ โดยการทำช่องไฟให้สามารถติดไฟได้ง่ายและลดการแตกของเตาเนื่องมาจากการขยายตัวของเตาในขณะที่เกิดความร้อน

2.2 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง [1]

เตาหุงต้มที่ใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวล (ฟืน,ถ่าน) เป็นเทคโนโลยีอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปและมีประวัติความเป็นมาอันยาวนานจากอดีตถึงปัจจุบันเตาหุงต้มได้ถูกพัฒนาหลากหลายรูปแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการให้ความร้อนที่ดีโดยใช้เชื้อเพลิงน้อย

ในบรรดาเตาหุงต้มรูปแบบต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทย อาจกล่าวได้ว่าเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยโครงการปรับปรุงเตาหุงต้ม กองวิจัยป่าไม้ กรมป่าไม้ นั้น มีประสิทธิภาพของการประหยัดพลังงานที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเตาหุงต้มที่วางขายอยู่ตามท้องตลาด ดังนั้น การเลือกใช้เตาหุงต้มที่ดีนั้น จะทำให้ สามารถประหยัดพลังงานจากการใช้ฟืนและถ่านได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายต่อครัวเรือนลดลงตามไปด้วย

2.3 ความเป็นมาของเตาหุงต้ม

มนุษย์รู้จักการใช้ เชื้อเพลิงจากชีวมวล คือไม้ เมื่อ 400,000 ปีมาแล้ว จากหลักฐานที่ได้ค้นพบภายในถ้ำของมนุษย์ปักกิ่ง สันนิษฐานว่ามีการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเพื่อให้ความอบอุ่นและในเวลา ต่อมา ได้มีการใช้เตาเพื่อหุงหาอาหาร และได้มีวิวัฒนาการมาเรื่อยๆ จนถึงปัจจุบัน รูปร่างลักษณะของเตาจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่และชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ 2 กลุ่ม คือ

1. เตาแบบดั้งเดิม (Traditional cooking stoves, TCS) ซึ่งมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ
2. เตาที่ได้รับการปรับปรุง และพัฒนาขึ้นใหม่ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น (Improved cooking stoves, ICS)

สำหรับในประเทศไทยได้มีการการศึกษาและสำรวจการใช้เตา ภายในประเทศไทยโดยสำนักงานพลังงานแห่งชาติ (หรือกรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานในปัจจุบัน) ภายใต้การสนับสนุนและประสานงานโดยกรมวิเทศสหการและสำนักงานยูเสดประเทศไทยในปี 2527 พบว่า เตาที่มีใช้

กันในประเทศไทย มี รูปร่างลักษณะของเตาแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่และขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ซึ่งโดยทั่วไป จะเรียกชื่อตามชนิดของเชื้อเพลิง เช่น เตาฟืน เตาถ่าน (อั้งโล่) เตาแกลบ และวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เตาแก๊ส เตาไฟฟ้า ฯลฯ

นอกจากเรียกชื่อเตาตามชนิดของเชื้อเพลิงแล้ว อาจเรียกตามท้องที่ที่ทำเตานั้นๆ เช่น เตาบางซื่อ เตารังสิต เตาชลบุรี ฯลฯ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึง เฉพาะเตา ที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล เท่านั้น จากการศึกษาพบว่า เตาชีวมวล ที่มีการใช้งานจริง แบ่ง ตามลักษณะ และรูปแบบการใช้เชื้อเพลิง ได้ดังนี้ คือ

1. เตาฟืน
2. เตาถ่าน
3. เตาแกลบและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (เตาเศรษฐกิจ)

แต่ในที่นี้จะขอกล่าวแต่เฉพาะเตาที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิง นั่นก็คือ เตาถ่าน ทั้งนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบกับเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงซึ่งใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิง เช่นเดียวกัน แต่ก่อนอื่นจำเป็นต้องทราบก่อนว่าคุณสมบัติที่ดีของเตาหุงต้มที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงที่ดี มีลักษณะอย่างไร

2.4 ลักษณะของเตาหุงต้มที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงที่ดี

2.4.1 ขอบเตาเสมอกันในแนวระดับ (ขอบเตาเรียบ)

2.4.2 ขอบเตาสูงกว่าก้นภาชนะที่วาง เพื่อไม่ให้อากาศพัดพาความร้อนออกไปได้ง่าย

2.4.3 ช่องอากาศร้อนกว้างไม่เกิน 1 เซนติเมตร โดยตลอด

2.4.4 ตัวเตาไม่หนาเทอะทะ

- ถ้าตัวเตาหนา ความร้อนจะถูกดูดไปในตัวเตาเป็นจำนวนมาก
- น้ำหนักเตาไม่ควรเกิน 10 กิโลกรัม

2.4.5 รูรังผึ้งรูเล็กมีจำนวนมาก (50 รูขึ้นไป) และมีรังผึ้งที่หนา

- เพื่อให้อากาศไหลขึ้นสม่ำเสมอ รังผึ้งที่หนาอากาศจะไหลผ่านได้เร็วกว่ารังผึ้งที่บาง ทำให้จุดติดเร็ว และมีความทน ทานมากกว่า

2.5 ลักษณะทั่วไปของเตาหุงต้มที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงที่ผู้ใช้ต้องการ

2.5.1. ความทนทานของเตา

- มีการใช้งาน 2-3 ครั้ง/วัน ใน 1 ปี ประมาณ 1,000 ครั้ง ถ้าเตาทนทานก็ไม่ต้องซื้อบ่อยๆ

2.5.2. เคลื่อนย้ายสะดวก

- มีน้ำหนักพอประมาณเคลื่อนย้ายง่าย

2.5.3. การใช้งานง่าย

- จุดติดง่าย, ให้ความร้อนได้เร็ว, ไม่ต้องเติมถ่านบ่อยๆปากเตารับภาชนะได้หลายชนิด และหลายขนาด

- กระทะ, หม้อหุงต้มเบอร์ต่างๆ

2.5.4. การประหยัดเชื้อเพลิง

- ใช้ถ่านน้อยอาหารสุกเร็วและมีการสูญเสียความร้อนน้อยที่สุด

2.6 ขั้นตอนการผลิตเตาหุงต้ม

2.6.1 การผลิตเตาที่ บ้านนานวล อ. พนมไพร จ.ร้อยเอ็ด

2.6.1.1 การหาแหล่งดิน

ใช้ดินจากทุ่งนาหรือหนองน้ำ ซึ่งอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่ม ดินที่ขุดลึกลงไปประมาณ 0.5 – 1 เมตร ดินที่ได้มีสีเทาหรือดำ เมื่อนำขึ้นมาแล้วต้องนำมาเก็บไว้โดยไม่ให้เปียกน้ำ เพราะต้องทำให้ดินแห้งเสียก่อน โดยเก็บไว้ในบ่อปูน ใต้ถุนบ้าน โดยเอาผ้าใบหรือพลาสติกคลุมไว้

รูปที่ 2.1 แสดงดินเหนียวที่นำมาเก็บไว้ในบ่อปูน

2.6.1.2 การทำดินเชื้อ

การนำดินมาปั้นเป็นเตาแล้วนำไปเผาโดยตรงจะทำให้เกิดการแตกร้าว เนื่องจากดินทนความร้อนได้ไม่สูงและความแข็งแรงมีมาก ดังนั้นจึงมีการทำดินเชื้อขึ้นมาเพื่อใช้ผสมกับดินเหนียวเพื่อเพิ่มความแข็งแรงเมื่อนำไปปั้นเป็นเตา วิธีการทำดินเชื้อ คือ การนำดินเหนียวที่หมักแล้วมานวดผสมกับแกลบในอัตราส่วนที่เท่ากัน โดยทำการปั้นเป็นก้อนแล้วผึ่งลมไว้ให้แห้ง

รูปที่ 2.2 แสดงดินเชื้อที่ปั้นเป็นก้อนเสร็จแล้ว

2.6.1.3 วิธีการเผาดินเชื้อ

คือ นำดินเชื้อไปวางเรียงไว้บนกองฟืนให้พอเหมาะ แล้วจุดไฟเผาโดยใช้ฟางคลุมไว้ข้างบน เผาจนกว่าดินเชื้อสุกเป็นโดยใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง

รูปที่ 2.3 แสดงดินเชื้อที่เผาจนสุก

2.6.1.4 การเก็บดินเชื้อ

เมื่อดินเชื้อสุกแล้ว ทำการเก็บใส่ภาชนะหรือถุง โดยใช้ไม้ทุบหรือใส่ครกตำให้ละเอียด แล้วใช้ตะแกรงร่อนดินเชื้อ เตรียมไว้ให้พอกับการนำไปนวดผสมกับดินเหนียวสำหรับการปั้นเตาต่อไป

รูปที่ 2.4 แสดงดินเชื้อที่ทุบจนละเอียด

2.6.1.5 การนวดผสมดิน

นำดินที่หมักแล้วมานวดผสมกับดินเชื้อโดยใช้เครื่องนวด ในอัตราส่วนดินเหนียว 1 ส่วน กับดินเชื้อ 1 ส่วน โดยผสมแกลบดำเข้าไปด้วยเล็กน้อย นวดจนส่วนผสมทั้งหมดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน

2.6.1.6 การปั้นเตาหุงต้ม

ทำการขึ้นรูปดินเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดเท่ากับแบบพิมพ์โดยเปิดส่วนบนของดินออก จากนั้นยกดินขึ้นสวมบนแบบพิมพ์ ใช้มือกดและใช้ไม้ตีให้ดินแนบสนิทกับแบบพิมพ์โดยรอบจนเสมอกัน จากนั้นใช้เครื่องมือปาดดินส่วนที่ไม่ต้องการออก

รูปที่ 2.5 แสดงแบบพิมพ์เตา

2.6.1.7 การถอดแบบพิมพ์ออก

หงายเตาขึ้นแล้วถอดแบบพิมพ์ออก นำเตาไปผึ่งลมให้แห้ง หมาดๆ 1-2 วัน แล้ว นำเตามาปาดตกแต่ง ปากเตา เส้าเตา และเจาะช่องลม แล้วนำไปผึ่งลมในที่ร่มจนแห้งสนิท ใช้เวลาประมาณ 11-12 วัน จะได้เตาที่พร้อมจะนำไปเผา

2.6.1.8 การทำรังผึ้ง

ทำแม่แบบพิมพ์ แล้วนำดินเหนียวผสมกับดินเชื้ออัตราส่วน 1 : 1 นวดให้เข้ากันดี นำดินลงแบบ ใช้มือกดให้แน่น ปาดแต่งให้เรียบ แกะดินออกผึ่งไว้ประมาณ 2 วัน เพื่อให้ดินหมาดๆ ใช้แบบเจาะรูสำเร็จตามที่กำหนด เมื่อเสร็จแล้วผึ่งลมไว้อย่าให้โดนแดดประมาณ 11-12 วัน แล้วจึงนำมาประกอบกับเตาได้โดยที่ไม่ต้องผ่านการเผา เพราะเมื่อรังผึ้งถูกความร้อนจากถ่าน รังผึ้งจะสุกและแข็งตัวไปเอง

2.6.1.9 การเผาเตาหุงต้ม

นำเตาที่แห้งแล้วเข้าไปเผาในเตาแบบปิด โดยใช้แกลบเผาใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง เตาจึงจะสุกโดยทั่วกัน ปล่อยไว้ให้เย็นประมาณ 1 คืน ก็นำเตาออกได้

รูปที่ 2.6 แสดงเตาเผาแบบปิด

รูปที่ 2.7 แสดงเตาที่เผาจนสุก

2.6.1.10 การนำเตาใส่ถัง

เตรียมถังสังกะสีที่จะใส่ เจาะช่องให้ตรงกับช่องลมของเตา นำดินผสมกับขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน ดินเหนียว 1 ส่วน ขี้เถ้าแกลบ 12 ส่วน ย่ำให้เข้ากันดี แล้วยกเตาเปลือยลงถัง เอาขี้เถ้าที่ผสมใส่ข้างๆเตาอัดจนแน่น และที่ขอบเตาติดกับถัง ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ผสมทรายละเอียดร่อน 1 ส่วน ยาที่ขอบปากเตาและช่องหน้าเตา

2.6.1.11 การใส่รังผึ้งและยาฉนวน

ใส่รังผึ้งแล้วนำดินที่ผสมไว้ อัตราส่วนดินเหนียว 1 ส่วน ขี้เถ้าแกลบ 5 ส่วน ย่ำให้เข้ากันดี แล้วยาภายในเตาและด้านล่าง เป็นฉนวนที่สามารถทนความร้อนได้

2.6.2 การผลิตเตาที่ บ้านช่างหม้อ อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี

2.6.2.1 การหาแหล่งดิน (Clay source)

มีความสำคัญต่อการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงมาก หากคัดเอาดินทั่วๆ ไป ที่มีคุณภาพไม่เหมาะสมมาผลิตเตา จะทำให้เกิดปัญหาเช่น ปั้นขึ้นรูปได้ยาก เกิดการแตกร้าว ไม่คงทนเมื่อเผาเสร็จแล้ว จากการทดลอง และประสบการณ์ ของช่างทำเตาตั้งแต่อดีต พบว่า ดินเหนียว ที่เกิดจากตะกอนในที่ราบต่ำ หรือ ตามลำน้ำ เป็นวัตถุดิบที่ดีมาก สำหรับปั้นเตา ดินเหนียวที่ขุดจากท้องนา (ควรขุดลึกกว่า 0.5 เมตรลงไป) ก็สามารถใช้ได้ดี ดินเหนียวจะมีสีแตกต่างกัน เช่น สีเทาอ่อน สีเทาแก่ น้ำตาลเข้ม แล้วแต่แหล่งที่มา แต่เมื่อเผาแล้วส่วนมาก จะมีสีเหลืองหม่น หรือ สีเทา ส่วนมากมักจะนำดินเหนียวมาผสมกับ ขี้เถ้าแกลบดำ หรือ ดินเชื้อ เพื่อให้เกิดความเหนียว ปั้นขึ้นรูปได้ง่าย และ แข็งแรง เมื่อเผาแล้ว

2.6.2.2) ดินเหนียว (Clay)

โดยทั่วไปนิยมใช้ดินเหนียวสีเทาเข้ม ในการปั้นเตา เนื้อดิน ควรมีส่วนประกอบของอะลูมินาและเหล็กออกไซด์สูง เพื่อสามารถหลอมละลายได้ที่อุณหภูมิไม่สูงนัก และควรมีซิลิก้า เป็นส่วนประกอบ อีกด้วย เพื่อเพิ่มความแข็งแรงแก่ชิ้นงานหลังการเผา นอกจากนั้น ในดินเหนียว ยังประกอบด้วยสารอินทรีย์ ต่างๆ ทำให้เกิดรูพรุนในเนื้อเตา เพิ่มความเป็นฉนวน อย่างไรก็ตาม ส่วนประกอบต่างๆ ควรอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ขนาดของเมล็ดดินเหนียว ก็ควรจะมีขนาดที่พอเหมาะ หาก มีเมล็ดขนาดใหญ่เป็นส่วนมาก ก็มีโอกาส เกิดการแตกร้าวได้ง่าย ดังนั้น ดินเหนียวที่มาจากแหล่งที่แตกต่างกัน ก็อาจจะต้องมีการเตรียมดินที่แตกต่างกันไปด้วย รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างดินเหนียวที่สามารถใช้ทำเป็นวัตถุดิบในการทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงได้ (จากตลิ่งแม่น้ำมูลในประเทศไทย)

รูปที่ 2.8 ดินเหนียวที่ใช้ทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง จากตลิ่งแม่น้ำมูลในประเทศไทย

รูปที่ 2.9 ขี้เถ้าแกลบดำที่เตรียมไว้ผสมดินเหนียว

2.6.2.3 แกลบดำเป็นขี้เถ้า

เป็นแกลบที่ได้จากโรงสีข้าวใช้เป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำในหม้อต้มน้ำ (Boiler) ในโรงงานอุสาหกรรม ใช้ผสมกับดินเหนียวเพื่อทำให้ดินที่เผาไม่เกิดการแตก เป็นฉนวนที่ดี และทำให้เตามีน้ำหนักน้อยลง ดังรูปที่ 2.9

2.6.2.4 การหมักดินเหนียว

ดินเหนียวที่จะนำมาใช้ต้องสะอาด ไม่มี เศษไม้ เศษหิน มีแต่ดินเหนียวล้วนๆ ถ้าเป็นก้อนใหญ่ ก็ควรทุบให้ย่อยเป็นก้อนเล็กๆ ก่อนหมักควรตากไว้ให้แห้ง อย่างน้อย 1 วัน แล้วนำลงบ่อหมัก แช่ไว้ในน้ำ นานประมาณ 12-24 ชั่วโมง จนดินอิ่มน้ำอย่างทั่วถึง แล้วนำมาเตรียมไว้ผสม ดังรูปที่ 2.10

(ก) (ข)

รูปที่ 2.10 บ่อหมักดินเหนียวและดินเหนียวที่หมักแล้ว

2.6.2.5 การนวดและผสมดิน

นำดินที่หมักแล้วมานวดผสมกับแกลบดำ นวดจนเข้ากัน (ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องนวดดินเพื่อความสะดวกและการผสมที่ดีกว่า)โดยทั่วไปจะใช้ดินเหนียว 2 ส่วนต่อขี้เถ้าแกลบดำ 1 ส่วน ซึ่งอัตราส่วนผสมนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินแต่ละแห่งด้วย ขณะนวดผสมดินจะพรมน้ำตามไปด้วยเพื่อให้นวดได้ง่ายขึ้น ส่วนผสมที่เข้ากันดีแล้ว ให้นำมากองเก็บไว้ อาจจะแบ่งเป็นก้อนๆ ขนาดพอเหมาะที่จะทำเตา หรือ แบ่งทีหลังก็ได้ แล้วปิดด้วยพลาสติกหากยังไม่ใช้ทันที เพื่อไม่ให้ดินผสมแห้งเกินไป ดังรูปที่ 2.11

(ก) (ข)

รูปที่ 2.11 เครื่องนวดผสมดิน และ ดินที่นวดแล้ว

2.6.2.6 แม่แบบพิมพ์

แม่แบบพิมพ์ สำหรับทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง มีสองชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2.12 คือ

2.6.2.6.1 แม่แบบพิมพ์ภายนอก ใช้สำหรับทำตัวเตา และ ส่วนฐานเตา

2.6.2.6.2 แม่แบบพิมพ์ใน สำหรับทำปากเตา และ เส้าเตา

ก่อนทำการปั้นและใช้แม่พิมพ์ ทุกครั้ง จะต้องโรย ขี้เถ้า รอบๆแม่พิมพ์ก่อน ป้องกัน ดินเหนียวติดแม่แบบ และปั้นไม่ได้รูปทรง ดังแสดงในรูปที่ 2.13

(ก) (ข)

รูปที่ 2.12 แม่แบบพิมพ์ภายนอก และ แม่แบบพิมพ์ภายใน

(ก) (ข)

รูปที่ 2.13 การโรยขี้เถ้าให้ทั่วแบบพิมพ์ก่อนทำการปั้น

2.6.2.7 การปั้นขึ้นรูป และ ปรับแต่งเตา

นำดินที่หมักแล้วใส่ลงในแม่พิมพ์ภายนอกซึ่งวางอยู่บนแท่น แล้วใช้มือตบปั้นขึ้นรูปเป็นทรงของเตาโดยให้มีความหนา และขนาด ภายในเป็นไปตามกำหนด แล้วตกแต่งผิวด้านในเตา ได้แก่ ห้องใต้รังผึ้ง ห้องเผาไหม้ ให้เรียบร้อย แล้ว แล้วอัดทับด้วยแม่พิมพ์ภายใน เพื่อขึ้นรูป ปากเตา และเส้าเตา ดังแสดงในรูปที่ 2.14

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

รูปที่ 2.14 การปั้นโดยใช้พิมพ์นอกและพิมพ์ในช่วยแล้วตกแต่งในโพรงเตา (ต่อ)

เมื่อได้ที่แล้ว ถอดแบบ นำเตาไปตากแดด ผึ่งลมให้แห้ง หมาดๆ ประมาณ 2-3 วัน แล้ว นำเตามาปาดตกแต่ง ปากเตา เส้าเตา และเจาะช่องลม แล้วนำไปตากแดด ผึ่งลม จนแห้งสนิท ใช้เวลาประมาณ 2-4 วัน จะได้เตาที่พร้อมจะนำไปเผา ดังแสดงในรูปที่ 2.15 และ รูปที่ 2.16

(ค) (ง)

รูปที่ 2.15 การผึ่งเตา การตกแต่ง และ เจาะปากเตา

(ก) (ข)

รูปที่ 2.16 เตาที่ปั้นเสร็จแล้วแต่ยังไม่ได้ตกแต่ง (ก) และ เตาที่ตกแต่งแล้วพร้อมจะนำไปเผา (ข)

2.6.2.8 การทำรังผึ้ง

นำดินที่นวดผสมแล้วใส่ลงในแบบพิมพ์ทรงกระบอก ที่โรยด้วยขี้เถ้าแกลบ ใช้มือกดดินให้เต็มแบบ ใช้โลหะบาง ปาดเอาดินส่วนที่เกินออก ทิ้งไว้ให้แห้งพอหมาดๆ ประมาณ 2-3 วัน แล้วใช้แม่แบบเจาะรู เจาะตามรูปแบบที่ต้องการ โดยรูที่รังผึ้ง จะต้องเป็นทรงกรวยคว่ำ (taper) ด้านบนเล็กกว่าด้านล่าง จากนั้นนำไปผึ่งลมอีก 2-4 วัน แล้วนำไปเผาจนสุกเพื่อเพิ่มความแข็งแรง

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

รูปที่ 2.17 แสดงขั้นตอนการทำรังผึ้ง

(ก)

(ข)

รูปที่ 2.18 แสดงการเจาะรูรังผึ้ง รังผึ้งที่ยังไม่เผา (ค) และ รังผึ้งที่เผาแล้ว (ง)

(ค) (ง)

รูปที่ 2.18 แสดงการเจาะรูรังผึ้ง รังผึ้งที่ยังไม่เผา (ค) และ รังผึ้งที่เผาแล้ว (ง) (ต่อ)

2.6.2.9 การเผาเตา

การเผาเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง มีขั้นตอนเหมือนกันกับการเผาเตาหุงต้มทั่วไป หลังจากตกแต่ง และตากแห้งแล้ว อาจจะตกแต่งสีเพื่อความสวยงาม แล้วนำมาเรียงเป็นชั้นในเตาเผา การเผาอาจจะใช้เตาอุโมงค์ โดยใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง หรือ ใช้เตาเปิด ที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงก็ได้ หากใช้เตาอุโมงค์ อาจจะใช้เวลาประมาณ 8-10 ชม. โดยใช้อุณหภูมิสูงสุด ประมาณ 800-1000°C แต่หากใช้เตาแกลบ อาจจะใช้เวลานานถึง 24-36 ชม. ก็เป็นได้ หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้เตาเย็นตัว ใช้เวลาประมาณ 24 ชม. แล้วค่อยนำออกจากเตา ตรวจสอบสภาพทั่วไป แล้วนำไปบรรจุถังสังกะสีต่อไป

(ก) (ข)

รูปที่ 2.19 แกลบที่ใช้เผาเตา (ก) และ เตาที่เผาสุกแล้วโดยใช้เตาเผาแบบเปิด (ข)

2.6.2.10 การนำเตาใส่ถัง ใส่รังผึ้ง และ ยาฉนวน

2.6.2.10.1 การนำเตาใส่ถัง:

2.6.2.10.1.1 เตรียมถังที่จะใส่ เจาะช่องให้ตรงและพอดี กับช่องไฟของเตา

2.6.2.10.1.2 เอาดินเหนียวผสมขี้เถ้าแกลบ โดยใช้ดินเหนียว 1 ส่วน ขี้เถ้าแกลบ 10 ส่วน ย่ำให้เข้ากันดีแล้ว ยกเตาลงถังเอาดินผสมที่เตรียมไว้ใส่ลงด้านข้างเตา

2.6.2.10.1.3 ที่ขอบเตาติดกับถังสังกะสี ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน ผสมทรายละเอียดร่อน 1 ส่วน ยาที่ขอบเตา และขอบช่องไฟ หน้าเตา

(ก) (ข)

รูปที่ 2.20 แสดงการใส่สังกะสีเตาที่เผาแล้ว

2.6.2.11 การใส่รังผึ้งและยาฉนวน:

2.6.2.11.1 วางรังผึ้งให้ได้ระดับ ในตัวเตา

2.6.2.11.2 แล้วนำดินที่ผสมไว้ (โดยใช้ดินเหนียว 1 ส่วน ขี้เถ้าแกลบ 5 ส่วน) ย่ำให้เข้ากันดีแล้ว ยาภายในเตา รอบๆ บริเวณที่รังผึ้งสัมผัสกับผนังเตาทั้งด้านบนและด้านล่าง

รูปที่ 2.21 การประกอบลิ้นเตา ซึ่งนับเป็นขั้นตอนสุดท้าย

(ก)

(ข)

รูปที่ 2.22 เตาที่ผลิตเสร็จแล้ว พร้อมที่นำไปจำหน่ายต่อไป

หลังจากนี้ ถือว่าเสร็จสิ้นขบวนการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง สามารถ ส่งออกขาย หรือวางตลาดเพื่อจำหน่ายต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 2.22

ตารางที่ 2.1เปรียบเทียบความแตกต่างและข้อดีข้อเสียของเตาท้องตลาดกับเตาประสิทธิภาพสูง

รายการ	**เตาอั้งโล่ท้องตลาด**	**เตาประสิทธิภาพสูง**
การออกแบบ	ถ่ายทอดมาจากปู่ย่าตายาย	ถูกต้องตามหลักวิชาการ
รูปลักษณะ	เทอะทะ	เพรียว เคลื่อนย้ายสะดวก
ตัวเตา	แตกชำรุดง่าย	ทนความร้อน แข็งแรงทนทาน
ถังเปลือกเตา	เหล็กแผ่นบาง ผุกร่อนเร็ว	เหล็กแผ่น+สังกะสีผุกร่อนช้า
ปากเตา	วางหม้อได้น้อย	วางหม้อได้9ขนาดเบอร์16-32
ช่องบรรจุถ่าน	ใหญ่ ต้องใส่ถ่านมาก	เพียงพอกับการหุงต้มแต่ละมื้อ
รังผึ้ง	รูรังผึ้งใหญ่ สั้นไม่รีดอากาศ	รูรังผึ้งเล็กเรียว ยาว รีดอากาศดี
ฉนวนกันความร้อน	ไม่มี ความร้อนสูญเสียมาก	มี สูญเสียความร้อนต่ำ
ขณะหุงต้ม	เผาไหม้ไม่สมบูรณ์	เผาไหม้สมบูรณ์
ความร้อนกลางเตา	ให้ความร้อนต่ำ เฉลี่ย 600 C^0	ความร้อนเฉลี่ย 1,000 C^0
ประสิทธิภาพการใช้งาน	เตาถ่าน 21.6%	เตาถ่าน 29%
อายุการใช้งาน	ต่ำกว่า 1 ปี	สูงกว่า 1 ปี
ราคา	45 บาท	120 บาท

2.7 ดินเชื้อ (Calcine clay) [2]

ดินเชื้อมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น ชามอต (Chamote) ซึ่งเป็นภาษาฝรั่งเศส คนอเมริกันเรียก กร๊อก (Grog) ซึ่งเป็นดินที่ผ่านการเผาแล้ว ผสมในเนื้อดินเพื่อลดการหดตัว ดินเชื้อมักเตรียมขึ้นในลักษณะเป็นเม็ด ๆ ซึ่งช่วยให้ดินเปิดตัว จะช่วยลดปัญหาในการผึ่งแห้ง และการเผา ไม่บิดเบี้ยวเสียรูปทรง

ดินเชื้อแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

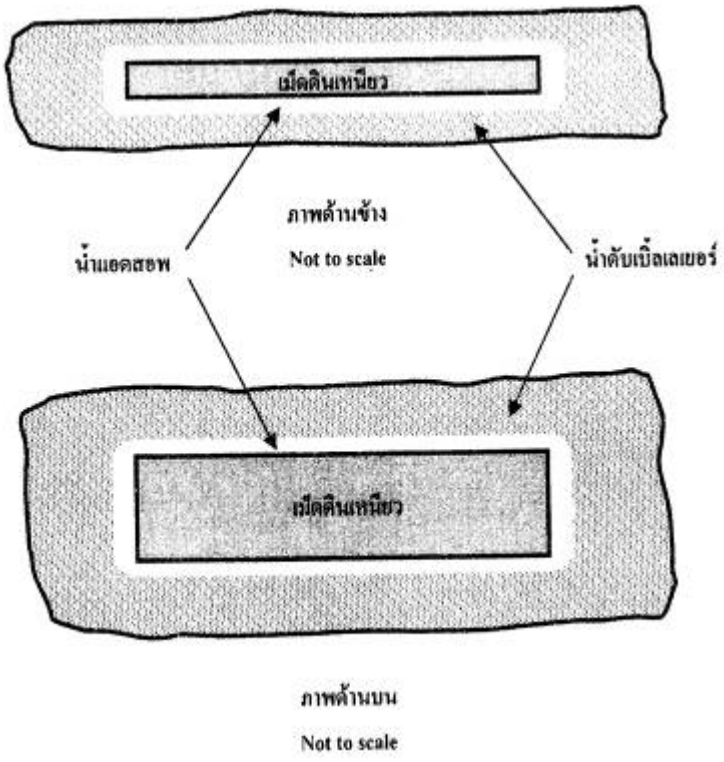
2.7.1ดินเชื่อที่เผาในอุณหภูมิต่ำกว่าเนื้อดินที่นำไปเผา (Soft grog) เช่น ดินที่ผ่านการเผาดิบในอุณหภูมิ 800 ° C หรือ ดินเชื้อที่เผาในอุณหภูมิ 1180 °C เมื่อนำไปผสมในเนื้อดินปั้นแล้วนำไปเผาที่ 1250 °C

2.7.2 ดินเชื้อที่เผาในอุณหภูมิสูง 1300-1500 °C ดินเชื้อชนิดนี้จะไม่หดตัวอีกเลยภายหลังการเผาที่ 1205 °C ดังนั้นจะไม่เกิดการบิดเบี้ยวหลังการเผา แต่สีอาจจะแตกต่างกันกับเนื้อดินที่นำไปผสม

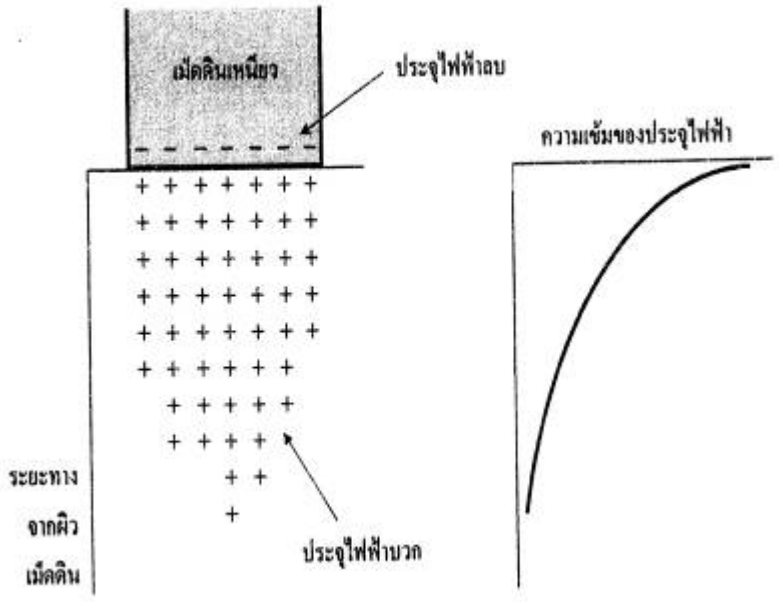
นอกจากนี้ดินเชื้อยังใช้ผสมในเนื้อดินที่มีความเหนียวมาก ๆเพื่อเปิดเนื้อดินและเพิ่มความพรุนตัว อีกทั้งยังเสริมโครงสร้างในเนื้อดินสำหรับงานชิ้นใหญ่ ๆ ผลิตภัณฑ์ไม่ทรุดตัวหลังการเผา

2.8 ดินเหนียว (Clay) [7]

ดินเหนียวประกอบขึ้นมาจากแร่ดินเหนียว และมีเม็ดดินที่มีขนาดเล็กมาก (เล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร) พร้อมกับมีลักษณะแบน ทำให้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของเม็ดดินต่อแรงดึงดูดที่ผิวมีน้อย ทำให้เม็ดดินเหนียวแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าออกมาที่บริเวณผิวของเม็ดดิน โดยจะแสดงประจุไฟฟ้าลบ ซึ่งประจุไฟฟ้าลบนี้จะดูดกับประจุไฟฟ้าบวกของธาตุต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำเข้ามารวมกับเม็ดดิน นอกจากนี้ยังดูดโมเลกุลของน้ำเข้ามารวมกับเม็ดดินด้วย ซึ่งทำให้โมเลกุลของน้ำเข้าไปหุ้มเม็ดดิน โมเลกุลของน้ำส่วนนี้เรียกว่า น้ำดับเบิ้ลเลเยอร์ (Double layer water) โดยที่โมเลกุลของน้ำส่วนที่อยู่ใกล้ผิวของเม็ดดินจะมีคุณสมบัติแตกต่างจากน้ำธรรมดา คือจะมีความหนืดสูงกว่าน้ำธรรมดา ทำให้ไม่สามารถไหลไปมาได้อย่างอิสระ น้ำส่วนนี้เรียกว่า น้ำแอดสอพ (Adsorbed water) น้ำดับเบิ้ลเลเยอร์ที่หุ้มเม็ดดินอยู่นี้จะแสดงประจุไฟฟ้าบวก โดยที่ประจุไฟฟ้าบวกจะมีความเข้มสูงที่ใกล้ผิวของเม็ดดิน ขนาดของความเข้มของประจุไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับชนิดแร่ของดินเหนียว ซึ่งจากการที่น้ำถูกดูดเข้าไปรวมกับเม็ดดินจะทำให้ดินชนิดนี้สามารถอยู่ในสภาพพลาสติกได้ และคุณสมบัติของดินชนิดนี้จึงขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ดินเหนียวนั้นๆอีกด้วย รูปที่ 2.15 ก แสดงลักษณะของน้ำดับเบิ้ลเลเยอร์ และน้ำแอดสอพ และรูปที่ 2.15 ข แสดงการกระจายของประจุไฟฟ้า



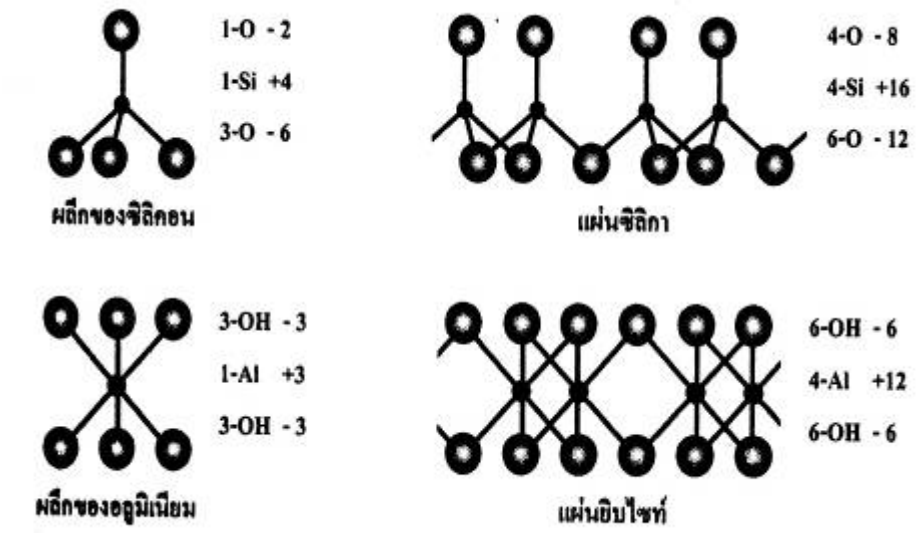
(ก)



(ข)

รูปที่ 2.23 น้ำแอดสอพ (ก) และการกระจายของประจุไฟฟ้า (ข)

แร่ดินเหนียวมักจะเกิดจากการผุกร่อนของแร่ ไมกา (Mica) และแร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar) ซึ่งจากการผุกร่อนนี้ได้ถูกความชื้น อุณหภูมิ และความดัน ทำให้รวมกันเป็นแร่ดินเหนียว แร่ดินเหนียวมีหลายชนิด แต่ที่สำคัญนั้นแร่ดินเหนียวจะประกอบด้วยผลึก 2 ชนิด คือ ผลึกของซิลิคอน (Silicon-Oxygen tetrahedron) และผลึกของอลูมิเนียม (Aluminium octahedron) ซึ่งผลึกและชนิดจะจับตัวเรียงกันเป็นแผ่น เรียกว่า แผ่นซิลิกา (Silica sheet, S) และแผ่นยิบไซท์ (Gibbsite sheet, G) หรือแผ่นอ๊อคตะฮีดรอล (Octahedral Sheet) ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.24 ผลึกของแร่ชนิดต่างๆ

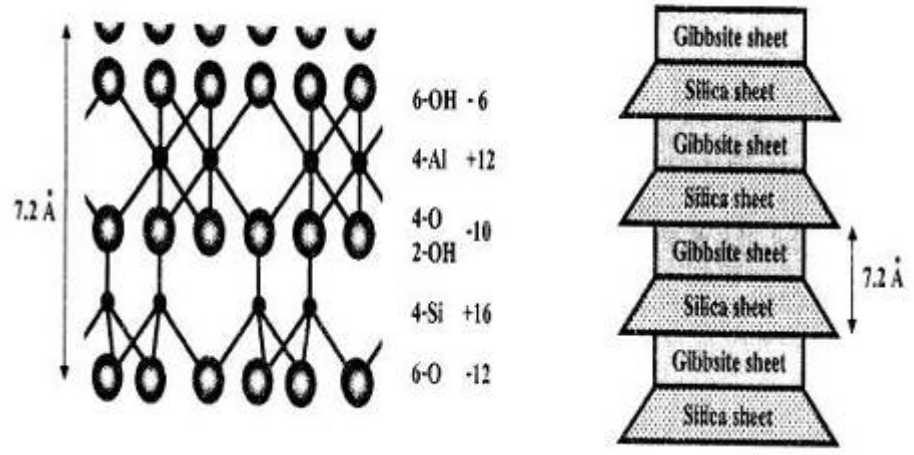
การจับตัวกันของแผ่นซิลิกา และแผ่นยิบไซท์ จะทำให้เกิดแร่ดินเหนียวหลายชนิด แต่ที่สำคัญมี 3 ชนิด ดังนี้

1. แร่คาโอลิไนท์ (Kaolinite) แร่ชนิดนี้เกิดขึ้นโดยการจับตัวของแผ่นซิลิกากับแผ่นยิบไซท์อย่างละ 1 แผ่น ต่อกันเป็นชั้น ซึ่งดินเหนียว 1 เม็ดอาจจะมีการเรียงตัวของแผ่นทั้งสองมากกว่า100 ชุด (แผ่นซิลิกา 1 แผ่น + แผ่นยิบไซท์ 1 แผ่น) แร่ชนิดนี้มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ $(OH)_8Al_4SiO_{10}$

แร่คาโอลิไนท์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของดินที่เกิดอยู่กับที่ และการจับตัวของแต่ละชั้นแข็งแรงมาก น้ำไม่สามารถซึมเข้าไปแทรกในโครงสร้างได้ ทำให้ดินเหนียวที่ประกอบด้วยแร่ชนิด

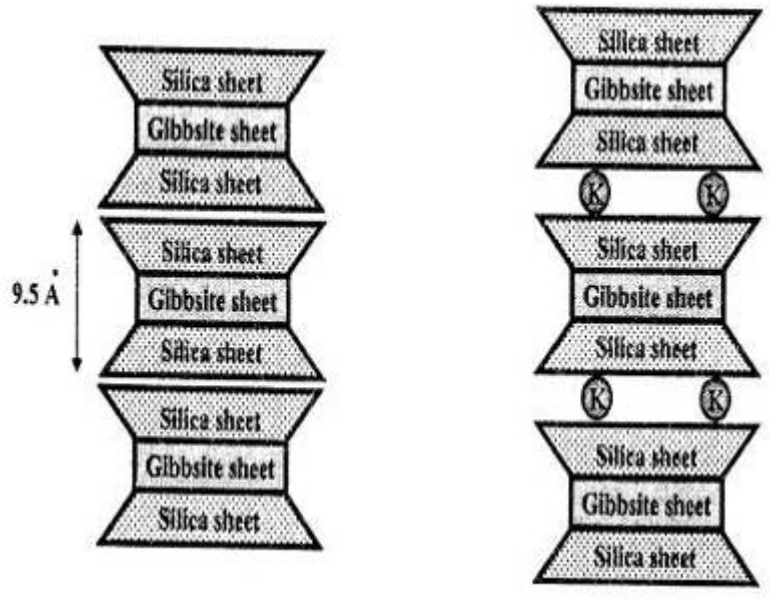
นี้เมื่ออยู่ในสภาพอิ่มตัว (Saturated condition) จะไม่มีการขยายหรือบวมตัว (Expansion or swell) เกิดขึ้น อีกทั้งค่าตัวประกอบความต้านทานแรงเฉือน (Shear strength parameter) ของดินชนิดนี้ค่อนข้างสูงกว่าดินเหนียวชนิดอื่น ประโยชน์ของแร่คาโอลิไนท์ คือ ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิค สี และกระดาษ

2. แร่มอนท์โมริลโอไนท์ส (Montmorillonites) แร่ชนิดนี้มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ $(OH)_4Al_4Si_8O_{20}nH_{2O}$ โดยแร่ชนิดนี้เกิดจากการจับตัวเรียงกันของแผ่นซิลิกา 2 แผ่น กับแผ่นยิบไซท์ 1 แผ่น ต่อกันเป็นชั้นขึ้นไป การจับตัวระหว่างรอยต่อค่อนข้างหลวมทำให้น้ำสามารถซึมเข้าได้ คุณสมบัติพิเศษของดินเหนียวที่มีแร่ชนิดนี้คือ เมื่อรวมกับน้ำจะเกิดการบวมตัว (Swell) อย่างมาก และเมื่อแห้งจะเกิดการหดตัว (Shrinkage) อย่างมากเช่นกัน แร่มอนท์โมริลโอไนท์สพบมากในเถ้าภูเขาไฟ (Vocanic ash)



(ก) (ข)

รูปที่ 2.25 ลักษณะโครงสร้างของแร่คาโอลิไนท์



(ก) (ข)

รูปที่ 2.26 โครงสร้างรูปสัญลักษณ์ของดิน

3. แร่อิลไลท์ส (Illites) แร่ชนิดนี้มีสัญลักษณ์ทางเคมี คือ $(OH)_4K_y(A_{l4}.Fe_4.Mg_4)(Si_8.Al_y)O_{20}$ ซึ่งแร่ชนิดนี้จะมีการจับตัวคล้ายกับแร่มอนท์โมริลโอไนท์ส แต่การจับตัวระหว่างรอยต่อจะมีอนุภาคโปตัสเซียม (Potassium ion,K) เป็นตัวเชื่อมประสาน ทำให้แร่ชนิดนี้มีความเสถียรภาพมากกว่าแร่มอนท์โมริลโอไนท์ส ทำให้การบวมตัวน้อยกว่าและค่าตัวประกอบความต้านทานแรงเฉือนสูงกว่าแร่มอนท์โมริลโอไนท์ส

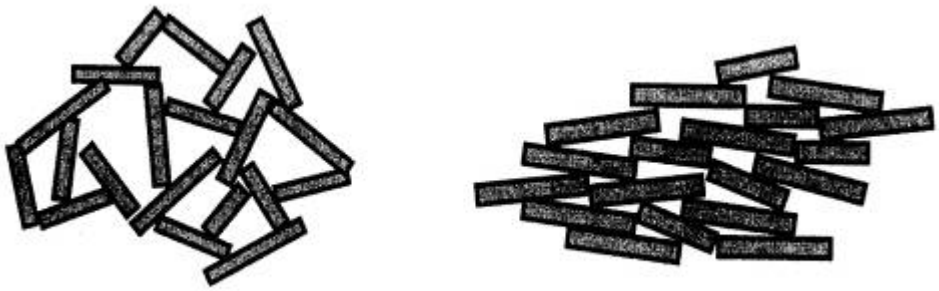
ลักษณะการเรียงตัวของเม็ดดินเหนียว

การเรียงตัวของเม็ดดินเหนียวโดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือ

1. การเรียงตัวแบบเป็นกลุ่ม (Flocculated structure) การเรียงตัวแบบนี้จะมีลักษณะการเรียงตัวที่เหมือนกับเม็ดดินดูดกัน ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากเม็ดดินเหนียวที่ลอยอยู่ในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงประจุไฟฟ้าทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารละลายบางอย่างผสมอยู่ในน้ำ เช่น เกลือ เป็นต้น หรืออาจเนื่องจากเม็ดดินเหนียวอยู่ใกล้กันเกินไป จึงทำให้บริเวณน้ำดับเบิ้ลเลเยอร์ของดินเม็ดหนึ่งถูกผลักเนื่องจากมีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันของดินอีกเม็ดหนึ่ง ทำให้บริเวณส่วนของเม็ดดินที่ไม่มีน้ำดับเบิ้ลเลเยอร์หุ้มอยู่แสดงประจุไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งขึ้นมา ซึ่งมีผลทำให้เม็ดดินเกิดการดูดกันขึ้นจนรวมเป็นกลุ่มใหญ่และตกตะกอนในที่สุด

2. การเรียงตัวแบบกระจาย (Dispersed structure) การเรียงตัวแบบนี้จะมีลักษณะการเรียงตัวของเม็ดดินที่ขนานกัน โดยเกิดขึ้นเมื่อเม็ดดินเหนียวลอยอยู่ในน้ำ และเนื่องจากเม็ดดินเหนียวมีประจุไฟฟ้าขั้วเดียวกันจึงทำให้เม็ดดินเหนียวนี้พยายามจะผลักกัน ดังนั้นเม็ดดินเหนียวแต่ละเม็ดจะตกตะกอนลงมาเรียงขนานกัน

โดยทั่วไปดินเหนียวที่มีการเรียงตัวเป็นกลุ่มจะมีค่าความแข็งแรง และค่าความซึมผ่านของน้ำสูงกว่าดินเหนียวที่มีการเรียงตัวแบบกระจาย และดินเหนียวที่มีการเรียงตัวเป็นกลุ่มจะมีการทรุดตัวน้อยกว่าดินเหนียวที่มีการเรียงตัวแบบกระจาย ทั้งนี้ เมื่อดินทั้งสองชนิดอยู่ในสภาพเดียวกัน รูปที่ 2.28 แสดงลักษณะการเรียงตัวชองเม็ดดินเหนียว โดย รูปที่2.27 ก เป็นการเรียงตัวแบบเป็นกลุ่ม และรูปที่ 2.27 ข เป็นการเรียงตัวแบบกระจาย



(ก) (ข)

รูปที่ 2.27 ลักษณะการเรียงตัวของเม็ดดินเหนียว

ประโยชน์ของดินจากภาคอีสาน [เชษฐ เอี่ยมจิตกุศล: วารสารกรมวิทยาศาสตร์ ปี 43]

ดินเหนียวในภาคอีสานเป็นดินที่อยู่ในที่ราบ เช่นที่ คำอ้อ เชียงเครือ ท่าอุเทน ด่านเกวียน หรือบางทีอยู่ในท้องนาเช่นที่ กุมภวาปี โพธิตาก เป็นต้น ส่วนใหญ่อยู่ในที่สาธารณะไม่มีการซื้อขายกันอาจจะมีการจ้างขุดหรือไปขุดมาใช้กันเองการใช้ดินจึงใช้กันแบบทิ้งขว้างและมิได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางอุตสาหกรรมเซรามิกมากเท่าที่ควร ถึงแม้ว่าขณะนี้ผลิตภัณฑ์จากดินด่านเกวียนเป็นที่นิยมแพร่หลายแล้วก็ตาม การเก็บตัวอย่างดินจากที่ต่างๆมาวิเคราะห์ทดสอบสมบัติในห้องปฏิบัติการ และการทดลองใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆย่อมแสดงให้เห็นว่าดินเหนียวจากภาคอีสานเป็นดินเหนียวที่มีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเซรามิกต่างๆ ตามนัยของนักวิชาการ

ดินขาวที่พบในจังหวัดในแถบภาคอีสานตอนใต้ เช่นจ. อุบลฯ ศรีสะเกษนั้นยังไม่มีการนำมาใช้ในการผลิตเพราะเป็นดินที่ไม่มีความเหนียวแต่สามารถเพิ่มความเหนียวได้และผลการวิเคราะห์ทางเคมีปรากฏว่ามีสนิมเหล็กอยู่ประมาณร้อยละ 3-4 ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของดินอีสานจะมีความทนไฟดี คือ ทนไฟได้ประมาณ 1650 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ยังคงรูปดีที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ย่อมแสดงถึงปริมาณของสารอะลูมินาค่อนข้างสูง (เกินร้อยละ 20) พร้อมกันสมดุลกับปริมาณของด่างที่มีอยู่ในดิน

2.9 แกลบ (Husk) [3]

เป็นที่รู้จักกันมานานหลายพันปี เริ่มจากมนุษย์เริ่มรู้จักการบริโภคข้าว เพื่อการเจริญเติบโตของร่างกาย แกลบ ก็คือ เปลือกข้าวนั่นเอง ในสมัยก่อน แกลบถือว่า ยังไม่ค่อยมีความสำคัญมากนัก เนื่องจาก ความสมดุลอุดมสมบูรณ์ทางด้าน ธรรมชาติ ต้นไม้ ป่าไม้ และพลังงานธรรมชาติยังมีอยู่มากมายรวมทั้งความสมดุลด้านการเพิ่มประชากร

แกลบ หรือ เปลือกข้าว ในสมัยก่อนจึงไม่มีคุณค่าคุณประโยชน์ ตามโรงสีข้าวมักจะมีปัญหาในเรื่องการจัดเก็บหรือการกำจัดเปลือกข้าว จะขายก็ไม่มีคนรับซื้อ ทางโรงสีข้าวจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเองในการจัดเก็บ กำจัดเปลือกข้าว ไม่ว่าจะนำไปเผาทิ้งเพื่อลดปริมาณแกลบลง หรือขนย้ายออกไปกองเป็นภูเขานอกพื้นที่โรงสี เหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเศษฝุ่นละอองเล็กๆ จากแกลบได้ปลิวไปตามลม สร้างความรำคาญ และเดือดร้อนให้กับชุมชนที่อยู่ใกล้ๆ ส่งผลให้เกิดปัญหาการต่อต้านระหว่างชุมชนกับเจ้าของโรงสีข้าว ปัจจุบันประเทศไทยเข้าสู่ช่วงวิกฤตของพลังงานได้หันกลับมามองถึงผลประโยชน์จากแกลบ หรือเปลือกข้าวมากขึ้น จึงได้ นำแกลบมาใช้ในทางเกษตร เช่น ใส่ในที่นาเพื่อทำเป็นปุ๋ย, ใส่ลงไปในคอกวัวควาย เป็นปุ๋ยหมัก, ใส่ไปในคอกไก่กันความชื้น, นำไปเผาอิฐ และเผาถ่านไม้, สำหรับโรงสีข้าวก็นำไปเผาให้เกิดความร้อน นำความร้อนที่ได้ไปขับเครื่องจักรไอน้ำ เพื่อเป็นต้นกำลังในการผลิตไฟฟ้าและสีข้าว ส่วนขี้เถ้าแกลบที่เหลือก็นำมาเป็นส่วนผสมในการทำปุ๋ยหมัก เครื่องกรองน้ำ, ชิ้นส่วนทางด้านอิเล็กทรอนิคส์ ถ้าเผาแกลบให้เป็นเถ้าสีขาว จะมีคุณสมบัติความเป็นด่างนำไปเป็นส่วนผสมน้ำยาล้างจาน ยาสระผม สบู่

2.10 ทราย (Sand) [4]

เป็นหินแข็งที่แตกแยกออกมาจากก้อนหินใหญ่ โดยทรายจะแยกตัวออกมาได้เองตามธรรมชาติ ทรายมีขนาดระหว่าง 1/12 นิ้วถึง 1/400 นิ้ว ถ้ามีขนาดเล็กกว่านี้จะมีสภาพเป็นฝุ่นทราย จะประกอบด้วยแร่ควอตซ์หรือหินบะซอลต์ ทรายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ทรายบกและทรายแม่น้ำ

ทรายบก ทรายบกเกิดจากหินทรายที่แตกแยกชำรุดออกมา เป็นเม็ดทรายตามสภาพภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม และจะฝังจมอยู่ในพื้นดินเป็นแห่ง ๆ ทรายชนิดนี้จะมีดิน ซากพืชและซากสัตว์ปะปนอยู่ด้วย ในการใช้งานจึงต้องนำทรายมาล้างแยกดินซากพืชและซากสัตว์ออกให้สะอาด ทรายจากทะเลทรายก็จัดเป็นทรายบกด้วย

ทรายแม่น้ำ ทรายชนิดนี้มีอยู่ทั่ว ๆ ไปในที่ราบลุ่มของแม่น้ำ ทรายชนิดนี้เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ โดยกระแสน้ำได้พัดพาทรายจากที่ต่างๆ มาตกตะกอนรวมกันในแหล่งที่ราบลุ่มที่เป็นที่รวมของทราย

ขนาดของทราย

ในการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป ทรายแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. ทรายหยาบ เป็นทรายที่มีเม็ดใหญ่ มีเหลี่ยมคม และแข็งแรงดีมาก เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการความแข็งแรงมาก ๆ
2. ทรายกลาง เป็นทรายที่มีขนาดเล็กกว่าทรายหยาบมาก เป็นทรายที่เหมาะสำหรับงานปูนทั่วไป เช่น งานก่ออิฐถือปูน พื้นบ้าน ทางเท้า
3. ทรายละเอียด เป็นทรายที่มีขนาดเม็ดเล็กมาก เหมาะสำหรับงานปูนฉาบ ทำบัว