การพัฒนาเนื้อดินสำหรับการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

The Development of Clay for a Production of High Efficiency Stove

สุรเชษฐ์ วรศรี [1]
นิคม ลนขุนทด [2]
บัญชา ชื่นจิต [3]
วิทยา อินทร์สอน [4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านใหม่ ทราย และโปแตสเซียมเฟลสปาร์ ในการนำมาผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง และเพื่อนำผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพไปประยุกต์ในการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

การทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดิน จากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า จำนวน 36 ตัวอย่าง และการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความเหนียว การหดตัว ความแข็งแรง การดูดซึมน้ำ และสีของเนื้อดินภายหลังการเผา พบว่า เนื้อดินที่มีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ได้แก่ เนื้อดินตัวอย่างที่ 7 ประกอบด้วย ดินบ้านใหม่ร้อยละ 50 ทรายร้อยละ 40 และโปแทสเซียมเฟลสปาร์ร้อยละ 10 คุณสมบัติทางกายภาพเมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิที่คัดเลือกเนื้อดิน คือ 850 องศาเซลเซียส พบว่า การหดตัวร้อยละ 6 การดูดซึมน้ำร้อยละ 14.29 ค่าความแข็งแรง 86.63 กก./ตร.ซม. และสีภายหลังการเผาสีส้มแดงเข้ม ผลการประยุกต์ในการผลิต พบว่าเนื้อดินมีความเหนียวดีมาก สามารถปั้นขึ้นรูปเตาได้ดี การหดตัวของเนื้อดินไม่แตกต่างจากเนื้อดินเดิม และการหดตัวใช้เวลาลดลง

คำสำคัญ : การพัฒนาเนื้อดิน, เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

Abstract

The objectives of this research were : (1) to conduct a physical property test of a composition ratio of Ban Mai clay, sand, and potassium feldspar for a production of high efficiency stove ; (2) to apply a result of physical property testing in a production of high efficiency stove.

Experiment to find the mixture of clay bodies. By finding the ratio of the clay make an equilateral triangle has a total of 36 experimental, and to conduct a physical property test include plasticity, shrinkage, modulus of rupture, porosity and fired color. To be used in a production of high efficiency stove the study revealed that the study revealed that the 7th clay example was selected by experts as the suitable clay to be used in a production of

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
[3] รองศาสตราจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
[4] สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์

high efficiency stove. A ratio of the 7th clay example was Ban Mai clay 50%, sand 40%, and potassium feldspar 10%. According to the physical property of 7th clay example after burning at 850 Degrees Celsius, firing shrinkage was 6%, water absorption was 14.29%, and modulus of rupture was 86.63 kg/cm2. Fire color was dark orange-red.

According to an application of the clay in a production of high efficiency stove, the study found that the clay is very tough and easy for forming. In addition, the study also showed that a shrinkage property of clay bodies is not different from the traditional one and shrinkage takes a short time than usual.

Keywords : The development of clay, High efficiency stove

บทนำ

เตาอั้งโล่ เป็นเตาหุงต้มที่นิยมใช้ของคนไทย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน แม้แต่ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีมีความสำคัญ มีการนำเอาเตาหุงต้มประเภทอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพ และเทคโนโลยีในการใช้งานที่เหมาะสมกว่า แต่ผู้ใช้งานก็ยังคงให้ความสำคัญ และนิยมใช้เตาอั้งโล่เป็นจำนวนมาก จากรายงานการสำรวจที่บริษัทพัฒนาประชากรจำกัด นำเสนอกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีผู้ใช้เตาอั้งโล่ เป็นจำนวน 540,000 ใบต่อเดือน โดยยังคงมีสัดส่วนการใช้งานในชนบทเป็นส่วนใหญ่ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย) [1] สถิติของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานรายงานว่า ในปี 2547 มีผู้ใช้เตาอั้งโล่อยู่ถึงประมาณ 5.8 ล้านครัวเรือน ถึงแม้ว่าเชื้อเพลิง คือ ถ่าน หรือฟืน หาได้ยากขึ้นและมีแนวโน้มของราคาที่สูงขึ้นก็ตาม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน) [2] และสถิติการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายสาขาบ้านอยู่อาศัย จากรายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทยปี 2555 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน รายงานว่าปริมาณการใช้ถ่านเป็นพลังงานมีอยู่ถึง 3,095 ตันต่อปี

เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง คือ เตาอั้งโล่ที่ถูกปรับปรุงรูปทรง โดยใช้ หลักวิชาการเข้ามาช่วย ทำให้รูปร่างเพรียว สวยงามมากขึ้น ทนทานมากขึ้น วัสดุมีคุณภาพดีขึ้น จุดไฟติดเร็วขึ้น ไม่มีควันและก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ หุงต้มสุกเร็ว เก็บความร้อนได้นาน สามารถวางหม้อหรือภาชนะประกอบอาหารได้อย่างพอดีถึง 9 ขนาด ที่สำคัญคือ ประหยัดฟืนและถ่านได้ มากกว่าเตาอั้งโล่ธรรมดาถึงร้อยละ 15-20 ดังนั้นเตาหุงต้ม ประสิทธิภาพสูง 1 เตา ใช้ถ่านน้อยกว่าเตาอั้งโล่แบบปกติประมาณ 151 กิโลกรัมต่อปี ถ้าถ่านกิโลกรัมละ 5 บาท จะสามารถประหยัดเงินได้ถึงปีละ 755 บาท เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความประหยัด เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงเหนือกว่ามาก ถึงแม้ว่าจะมีราคาต่อหน่วยค่อนข้างแพงแต่ก็ได้ผลคุ้มค่าอย่างชัดเจน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย) [3]

เนื้อดินบ้านใหม่ จัดได้ว่าเป็นเนื้อดินประเภทเอินเทินแวร์ (Earthen ware) เหมาะสำหรับนำไปทำเครื่องปั้นดินเผาประเภท กระถางต้นไม้ เตาอั้งโล่ สิ่งของประดับตกแต่งสวน และอิฐ อีกทั้งเนื้อดิน เมื่อนำมาทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเมื่อทำการเผาจะพบการแตกร้าว อีกทั้งจากรายงานการวิจัยของบัญชา ชื่นจิต ได้เข้าไปทำการศึกษาจากภาคสนามและได้สัมภาษณ์ชาวบ้านผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา จะพบได้ว่าสภาพปัญหาต่าง ๆ ที่พบโดยทั่วไปมีดังนี้ ข้อจำกัดทางด้านวัตถุดิบที่มีคุณภาพไม่คงที่ ผลิตภัณฑ์เกิดการเสียหายในระหว่างการผลิต เช่น การบิดเบี้ยวและแตกร้าวเสียหาย (บัญชา ชื่นจิต) [4] การทำเครื่องปั้นดินเผาที่บ้านใหม่ ตำบลตระแสง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จัดว่าเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่ใช้ในการทำเครื่องปั้นดินเผาตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน อาทิ การทำหม้อสาวไหม วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเครื่องปั้นดินเผาประกอบด้วย ดินเหนียว เป็นวัตถุดิบที่หาได้ภายในชุมชน การขึ้นรูปได้แก่ การปั้นแบบอิสระ

หรือการปั้นด้วยมือ การเผาได้แก่ การเผาด้วยเตาอุโมงค์ที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง แต่ปัจจุบันได้นำเนื้อดินนั้นไปทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงแทนการทำเครื่องปั้นดินเผา โดยสูตรส่วนผสมเนื้อดินสำหรับการทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงในอัตราส่วน เนื้อดิน 1 ส่วน ต่อแกลบดำ 2 ส่วน (บุญชู ฉ่ำชื่นใจ) [5]

ในการทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่โรงงานผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง บ้านใหม่ ตำบลตระแสง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ของบุญชู ฉ่ำชื่นใจ ปัญหาที่พบได้แก่ เนื้อดินมีการหดตัวสูงมาก อีกทั้งเนื้อดินที่นำไปทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงมีคุณภาพอยู่ที่ร้อยละ 80 เนื่องจากเนื้อดินยังมีการหดตัวเร็ว และมีการหดตัวของเนื้อดินมากภายในเวลา 1 ชั่วโมง จะเกิดการหดตัวประมาณ 2 มิลลิเมตร เมื่อผ่านไป 2 ชั่วโมง จะเกิดการหดตัวถึง 5 มิลลิเมตร จากการวัดทำให้ทราบว่าจากเส้นผ่านศูนย์กลางเตา 33 เซนติเมตร หากทิ้งไว้ให้แห้งจะมีการหดตัวเหลือเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร ถึง 29.5 เซนติเมตร ทำให้เกิดการแตกร้าวของเตาที่เกิดจากเนื้อดินที่เกิดการหดตัวเร็ว และมาก โดยจากการทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงจำนวน 100 ใบพบการแตกร้าวเสียหายเมื่อแห้งจำนวน 10 ใบ (บุญชู ฉ่ำชื่นใจ) [6]

ดังนั้นการวิจัยเพื่อพัฒนาเนื้อดินสำหรับการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง เพื่อให้เนื้อดินมีคุณสมบัติทางกายภาพดีขึ้น ให้อยู่เกณฑ์ที่เกิดความเสียหายต่อเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงน้อยที่สุด อีกทั้งเพื่อทำการทดสอบทางกายภาพของเนื้อดิน เพื่อให้ได้เนื้อดินที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงได้ดีขึ้นจากเนื้อดินที่มีส่วนผสมและการเตรียมเนื้อดินแบบเดิม ทำให้ผู้ประกอบอาชีพทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงบ้านใหม่สามารถนำเนื้อดินที่ได้รับการพัฒนาไปใช้ทำการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

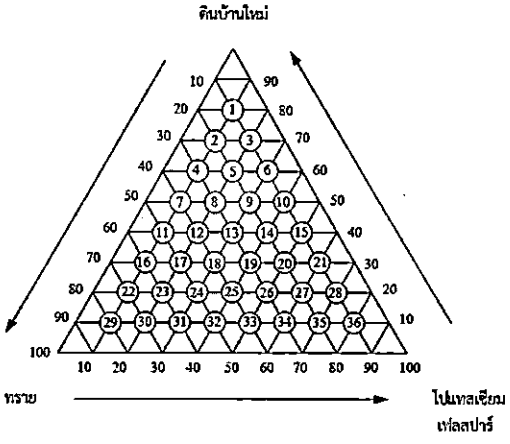
1. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านใหม่ทรายและโปแตสเซียมเฟลสปาร์ในการนำมาผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

2. เพื่อนำผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพไปประยุกต์ในการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

วิธีดำเนินการวิจัย

กำหนดอัตราส่วนผสมของเนื้อดินแบบเจาะจง โดยใช้ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Trixial Blend) โดยกำหนดส่วนผสม 3 ชนิดเข้าด้วยกัน ได้แก่ ดินบ้านใหม่ ทราย และโปแตสเซียมเฟลสปาร์

ทำการทดสอบทางกายภาพจากเนื้อดินที่พัฒนาขึ้นจากสูตรตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าจำนวน 36 ตัวอย่าง โดยทำการทดสอบ ดังนี้



ภาพที่ 1 ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Trixial Blend)

1) การหาค่าความเหนียว ซึ่งเป็นคุณสมบัติเนื้อดินสามารถเปลี่ยนแปลงสภาพทางรูปทรง โดยไม่เกิดการแตกหัก เมื่อทำการกดหรือบีบ รวมทั้งสามารถคงรูปทรงอยู่ได้ เมื่อปล่อยแรงที่ทำการกดหรือบีบ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปทรง

2) การทดสอบการหดตัวสามารถวัดใน 2 ขั้นตอน คือ การทดสอบการหดตัวเมื่อเนื้อดินแห้งก่อนการเผา และการหดของเนื้อดินภายหลังจากการเผา ในอุณหภูมิที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ 850 องศาเซลเซียส 950 องศาเซลเซียส 1050 องศาเซลเซียส 1150 องศาเซลเซียส และ1250 องศาเซลเซียส

3) การทดสอบความแข็งแรงของเนื้อดิน โดยการนำแท่งดินเข้าเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 5 อุณหภูมิ โดยใช้อุณหภูมิเดียวกันกับการทดสอบการหดตัว จากนั้นนำแท่งดินที่ได้จากการเผาในแต่ละอุณหภูมิไปวางที่แท่นรับแรงกดแล้วกดด้วยแรงให้หัก บันทึกแรงกดที่ทำให้แท่งดินหัก เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความแข็งแรง

4) การทดสอบการดูดซึมน้ำ ทดสอบได้จากแท่งทดสอบดินเข้าเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 5 อุณหภูมิ โดยใช้อุณภูมิเดียวกันกับการทดสอบการหดตัว ทำการทดสอบเมื่อผ่านการเผามีความสามารถดูดซึมน้ำได้มากน้อยเท่าไรเปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักแห้งของแท่งทดสอบ

5) การตรวจสอบสีของเนื้อดิน ทำการตรวจสอบสีของเนื้อดินที่ตรวจพบก่อนการเผาเมื่อเนื้อดินแห้งและผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส และผ่านการเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 5 อุณหภูมิ โดยใช้อุณภูมิเดียวกันกับการทดสอบการหดตัว เพื่อให้ทราบสีของเนื้อดิน โดยการเทียบกับสีมาตรฐานว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อดินในเฉดใด

จากผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสม ดินบ้านใหม่ ทราย และโปแตสเซียมเฟลสปาร์ จำนวน 36 ตัวอย่าง นำผลที่ได้ ทำการคัดเลือกเนื้อดินที่มีคุณสมบัติทางกายภาพก่อนการเผา และหลังการเผาที่เหมาะสมที่สุด 1 ตัวอย่าง นำเนื้อดินที่ได้มาทำการประยุกต์ทำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมอัตราส่วนผสมของเนื้อดิน

2. นำมาผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่โรงงานผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง บ้านใหม่ ตำบลตระแสง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ผลการดำเนินการวิจัย

1. ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านใหม่ ทราย และโปแตสเซียมเฟลสปาร์ ในการนำมาผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

1.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติค่าความเหนียว พบว่า เนื้อดินที่มีคุณสมบัติความเหนียวมากที่สุดได้แก่ เนื้อดินตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 22 และ 23 และเนื้อดินที่มีคุณสมบัติความเหนียวน้อย ได้แก่ เนื้อดินตัวอย่างที่ 35 และ 36

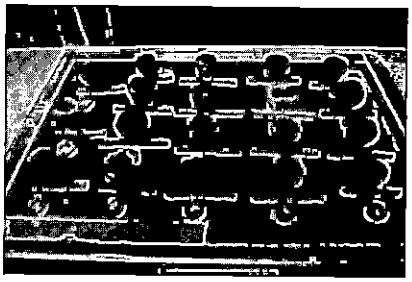
1.2 ผลการทดสอบการหดตัวของเนื้อดินพบว่า เนื้อดินที่มีการหดตัวเมื่อเนื้อดินแห้งก่อนการเผามากที่สุด คือ ตัวอย่างที่ 1 และ 5 ร้อยละ 8 และเนื้อดินที่ไม่มีการหดตัวเกิดขึ้นคือ ตัวอย่างที่ 34 และ 36 และเมื่อเนื้อดินผ่านการเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ 850, 950, 1050, 1150 และ 1250 องศาเซลเซียส พบว่า เนื้อดินที่มีการหดตัวมากที่สุดในทุกอุณหภูมิการเผาได้แก่ เนื้อดินที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 1150 องศาเซลเซียส คือ ตัวอย่างที่ 6 ร้อยละ 14.5 สำหรับเนื้อดินที่ไม่มีการหดตัวเกิดขึ้น เมื่อผ่านการเผา และเมื่อเผาในอุณหภูมิสูงเกิดการหดตัวน้อยมาก ได้แก่ ตัวอย่างที่ 36

1.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน เมื่อผ่านการเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ 850, 950, 1050, 1150 และ 1250 องศาเซลเซียส พบว่า เนื้อดินที่มีการดูดซึมน้ำมากที่สุดในทุกอุณหภูมิการเผา ได้แก่ เนื้อดินที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส คือ ตัวอย่างที่ 36 ร้อยละ 21.35 และเนื้อดินที่ไม่เกิดการดูดซึมน้ำในทุกอุณหภูมิการเผา เกิดขึ้นเมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส คือ ตัวอย่างที่ 36

1.4 ผลการทดสอบความแข็งแรงของเนื้อดิน เมื่อผ่านการเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ 850, 950, 1050, 1150 และ 1250 องศาเซลเซียส พบว่า เนื้อดินที่มีความแข็งแรงหลังการเผามากที่สุดในทุกอุณหภูมิการเผา ได้แก่ เนื้อดินที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 1150 องศาเซลเซียส คือ ตัวอย่างที่ 33 มีความแข็งแรง 260.47 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เนื้อดินที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุดในทุกอุณหภูมิการเผา ได้แก่ เนื้อดินที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส คือ ตัวอย่างมีที่ 21 มีความแข็งแรง 3.99 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

1.5 การตรวจสอบสีของเนื้อดิน สีของเนื้อดินก่อนการเผา พบสีน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ สีที่พบรองลง

มาได้แก่ สีน้ำตาลอ่อน พบสีครีม สีครีมอ่อน สีครีมอ่อนอมขาว และสีครีมอ่อนอมขาวนวลน้อยที่สุด การตรวจสอบสีของเนื้อดิน เมื่อเนื้อดินผ่านการเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ 850, 950, 1050, 1150 และ 1250 องศาเซลเซียส พบว่า สีของเนื้อดินจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิการเผา ในอุณหภูมิการเผาตั้งแต่ 850, 950 และ 1050 องศาเซลเซียส จะพบสีส้ม สีส้มแดงเข้ม เมื่อเผาอุณภูมิสูงขึ้น จะพบสีส้ม และสีส้มเหลือง

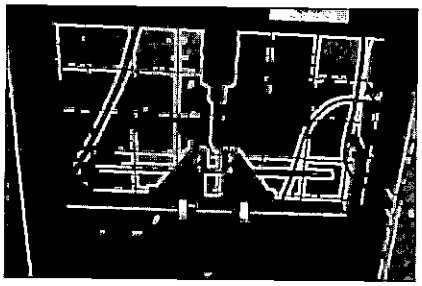


ภาพที่ 2 การทดสอบคุณสมบัติค่าความเหนียว

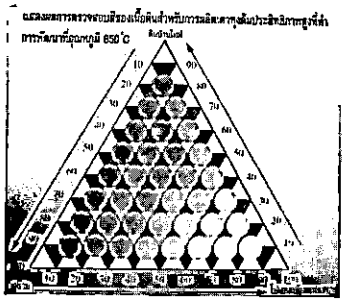
ภาพที่ 3 การทดสอบการหดตัวของเนื้อดิน

และเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1050 จะพบสีส้มแดง และสีส้มแดงเข้มทึบ เป็นสีที่พบมากที่สุดในการเผา 3 อุณหภูมินี้ ส่วนสีที่พบเป็นส่วนใหญ่หลังจากการเผาเกินอุณหภูมินี้ คือ 1150 และ 1250 องศาเซลเซียส จะพบสีเทาอมน้ำตาลด้าน กับ สีม่วงแดง และสีน้ำตาลเข้ม

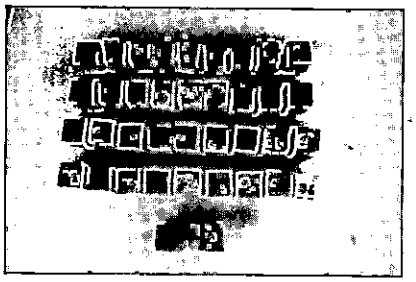
ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบ้านใหม่ ทราย และโปแตสเซียมเฟลสปาร์ ปรากฏในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 4 การทดสอบความแข็งแรงของเนื้อดิน



ภาพที่ 5 การตรวจสอบสีของเนื้อดิน



ภาพที่ 6 การทดสอบการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน

2. การนำผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพไปประยุกต์ในการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

จากเนื้อดินที่ใช้ในการทดลอง ทั้งหมด 36 ตัวอย่าง จากสูตรเนื้อดิน 1 สูตร ทำการคัดเลือกเนื้อดินที่มีคุณสมบัติทางกายภาพก่อนการเผา และคุณสมบัติทางกายภาพหลังการเผาที่เหมาะสมที่สุดเพียง 1 ตัวอย่าง ได้แก่ เนื้อดินตัวอย่างที่ 7 ประกอบด้วย ดินบ้านใหม่ ร้อยละ 50 ทรายร้อยละ 40 และโปแตสเซียมเฟลสปาร์ ร้อยละ 10 อุณหภูมิการเผาที่ใช้คัดเลือกอยู่ที่ 850 องศาเซลเซียส โดยมีเหตุผลการคัดเลือกเนื้อดินตัวอย่างที่ 7 ดังนี้

1. การตรวจสอบความเหนียว ควรใช้อัตราส่วนผสมที่ 7 เนื่องจากใช้ดินบ้านใหม่มากถึงร้อยละ 50 โปแทสเซียมเฟลส์สปาร์ไม่เกินร้อยละ10 และมีส่วนผสมที่เป็นทรายร้อยละ 40

2. การทดสอบการหดตัว พบว่า สูตรส่วนผสมที่ 7 มีค่าร้อยละการหดตัวใกล้เคียงกับสูตรดินที่ชุมชนใช้

3. การทดสอบการดูดซึมน้ำ ควรใช้อัตราส่วนผสมที่ 7 เนื่องจากมีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำสูง ซึ่งจะช่วยให้ชิ้นตัวอย่างทดสอบมีความพรุนตัวสูง คล้ายกับสูตรดินที่ชุมชนใช้

4. การทดสอบความแข็งแรงของเนื้อดิน ควรใช้อัตราส่วนผสมที่ 7 เพราะเมื่อคำนวณค่า MOR แล้วพบว่า ให้ความแข็งแรงมากกว่าสูตรดินที่ชุมชนใช้ เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

5. การตรวจสอบสีของเนื้อดินก่อนเผาและเนื้อดินหลังเผา สีหลังเผาควรใช้อัตราส่วนผสมที่ 7 เนื่องจากให้สีที่ใกล้เคียงอัตราส่วนของดินที่ชุมชนใช้

ผลการทดสอบทางกายภาพเนื้อดินตัวอย่างที่ 7 แสดงผลในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินตัวอย่างที่ 7 ก่อนการเผา

คุณสมบัติทางกายภาพ		
คุณสมบัติความเหนียว	ร้อยละการหดตัว	สีของเนื้อดิน
ดีมาก	7	น้ำตาลเข้ม

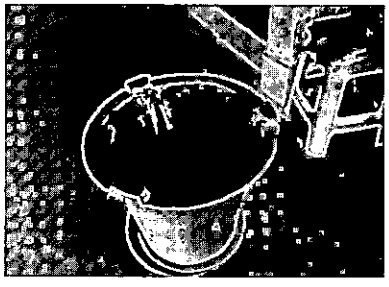
ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินตัวอย่างที่ 7

อุณหภูมิการเผา (องศาเซลเซียส)	คุณสมบัติทางกายภาพ			
	ร้อยละการหดตัว	ร้อยละการดูดซึมน้ำ	ความแข็งแรง กก./ตร.ซม.	สีของเนื้อดิน
850	6	14.29	86.63	ส้มแดงเข้ม
950	7	15.12	51.40	ส้ม
1050	9	14.76	24.28	ส้มแดงเข้มทึบ
1150	11	10.25	49.14	เทาอมน้ำตาลด้าน
1250	11	4.87	171.31	ม่วงแดง

จากนั้นนำเนื้อดินตัวอย่างที่ 7 เตรียมส่วนผสมของเนื้อดินทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วทำการประยุกต์ผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่โรงงานผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงของ นายบุญชู ฉ่ำชื่นใจ บ้านใหม่ ตำบลตระแสง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 4 ใบ ได้ผลดังนี้

ภาพที่ 7 การปั้นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง

พบว่า เนื้อดินมีความเหนียวมากกว่าเนื้อดินที่ใช้แบบเดิมสามารถปั้นขึ้นรูปเป็นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงได้ดี ไม่แตกต่างไปจากเนื้อดินแบบเดิม การแห้งตัวของเนื้อดินช้าลงกว่าเนื้อดินแบบเดิม ยังพบว่ามีการหดตัวที่ใกล้เคียงกับเนื้อดินแบบเดิม และไม่พบการแตกร้าวที่ทำให้เตาใช้งานไม่ได้ อาจมีการแตกร้าวบ้างเล็กน้อยบริเวณผิวของเนื้อดินที่ทำการพัฒนา แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานและการนำเข้าเผา



ภาพที่ 8 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ปั้นเสร็จแล้ว

เมื่อนำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ผลิตจากเนื้อดินที่ทำการพัฒนา เข้าเผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส ผลการเผาพบว่า สามารถผ่านการเผาได้เป็นอย่างดี ไม่พบรอยแตกร้าวที่ทำลายโครงสร้างของเตา การหดตัวของเนื้อดินหลังการเผามีน้อยมาก แทบไม่หดตัว และสีของเนื้อดินภายหลังการเผาเป็นสีส้มแดงเข้มเหมือนกันกับสีเตาดั้งเดิมของชุมชน

การประกอบเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงให้พร้อมนำไปใช้งาน พบว่า สามารถประกอบเสื้อเตาหรือถังสังกะสีเข้ากับตัวเตาได้อย่างง่ายดาย และไม่พบปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการทำงาน

ภาพที่ 9 การประกอบเสื้อเตาเข้ากับตัวเตา

ภาพที่ 10 เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ผลิตเสร็จ

อภิปรายผล

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านใหม่ ทราย และโปแตสเซียมเฟลสปาร์ ในการนำมาผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงจากทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Trixial Blend) โดยใช้การผสมวัตถุดิบ 3 ชนิดเข้าหากัน ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน จำนวน 36 ตัวอย่าง เพื่อให้เนื้อดินมีคุณสมบัติทางกายภาพที่มีความเหมาะสม ปรับปรุงความเหนียว การหดตัว และความเหมาะสมในการนำไปใช้ ซึ่งผู้วิจัยอภิปรายผลได้ว่า

1. ค่าความเหนียวของเนื้อดินสำหรับการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ทำการพัฒนา ได้ผลการทดสอบว่า เนื้อดินที่มีคุณสมบัติความเหนียวเหมาะสมนำไปใช้งานส่วนใหญ่เป็นเนื้อดินที่มีส่วนผสมของโปแตสเซียมเฟลสปาร์ในปริมาณน้อย ส่วนเนื้อดินอื่นมีความเหนียวลดลงมา มีอัตราส่วนผสมของโปแตสเซียมเฟลสปาร์ในปริมาณมาก ทำให้ความเหนียวของเนื้อดินลดลงซึ่งไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์[7]กล่าวว่าการผสมเฟลสปาร์ในเนื้อดินจะทำหน้าที่ลดความเหนียวของเนื้อดินก่อนการเผา

2. การหดตัวของเนื้อดินในอุณหภูมิต่าง ๆ ในส่วนผสมเนื้อดินสำหรับการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ทำการพัฒนา อภิปรายผลได้ว่า เนื้อดินที่มีร้อยละการหดตัวเมื่อเนื้อดินแห้งก่อนการเผามากที่สุดเนื่องจากเป็นเนื้อดินที่มีส่วนผสมของดินบ้านใหม่จำนวนมาก ส่วนเนื้อดินที่หดตัวน้อยเพราะมีส่วนผสมของโปแตสเซียมเฟลสปาร์มาก เมื่อเนื้อดินผ่านการเผาทั้ง 5 อุณหภูมิ เนื้อดินที่มีร้อยละการหดตัวมากที่สุดจะเป็นเนื้อดินที่มีส่วนผสมของดินบ้านใหม่ในปริมาณมาก เนื้อดินที่มีการหดตัวน้อยที่สุดเป็นเนื้อดินที่ผ่านการเผามีส่วนผสมของโปแตสเซียมเฟลสปาร์จำนวนมาก

3. การดูดซึมน้ำของเนื้อดินสำหรับการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ทำการพัฒนา อภิปรายผลได้ว่า เมื่อเนื้อดินผ่านการเผาทั้ง 5 อุณหภูมิ เนื้อดินที่มีการดูดซึมน้ำมากที่สุดในอุณหภูมิการเผาไม่เกิน 1150 องศาเซลเซียส เป็นเนื้อดินที่มีส่วนผสมของโปแตสเซียมเฟลสปาร์จำนวนมาก เนื่องจากทำให้เนื้อดินมีความพรุนตัวสูง ซึ่งอายุวัฒน์ สว่างผล [8] กล่าวว่า ถ้านำดินที่มีความพรุนตัวสูง (High Porosity) มาใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีการดูดซึมน้ำมาก สำหรับเนื้อดินมีการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด ได้แก่ เนื้อดินที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส พบว่า ไม่มีการดูดซึมน้ำ โดยไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์ [9] กล่าวว่า การผสมเฟลสปาร์ในเนื้อดิน เฟลสปาร์จะทำหน้าที่เป็นตัวประสานให้ผลึกของดินหลอมกันแน่น เนื้อดินหลอมเป็นแก้ว และลดการดูดซึมน้ำ

4. ความแข็งแรงของเนื้อดินสำหรับการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ทำการพัฒนา อภิปรายผลได้ว่า เมื่อเนื้อดินผ่านการเผาทั้ง 5 อุณหภูมิ เนื้อดินที่มีความแข็งแรงมากที่สุด คือ เนื้อดินผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1150 องศาเซลเซียส เนื้อดินที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุด คือ เนื้อดินผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

5. สีของเนื้อดินสำหรับการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ทำการพัฒนา อภิปรายผลได้ว่า สีของเนื้อดินก่อนการเผา พบสีน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นสีดั้งเดิมของเนื้อดินบ้านใหม่ การตรวจสอบสีของเนื้อดินที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 850 950 และ 1050 องศาเซลเซียส จะพบสีส้มแดงเข้ม สีส้มแดง และสีส้มมากที่สุด ซึ่งวรพงษ์ เทียมสอน [10] กล่าวว่า ถ้าหากมีปริมาณของเหล็ก และไทเทเนียมออกไซด์มากกว่าร้อยละ 4 ในส่วนผสมของเนื้อดิน ลักษณะสีที่ได้จะอยู่ในช่วงสีส้มถึงสีแดง

การตรวจสอบสีของเนื้อดินที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1150 และ 1250 องศาเซลเซียส พบว่า สีเทาอมน้ำตาลด้านสีม่วงแดง และสีน้ำตาลเข้ม พบมากที่สุด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสีเกิดจากโปตัสเซียมเฟลสปาร์ที่ผสมในเนื้อดิน สอดคล้องกับ ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์ [9] ที่กล่าวว่า เฟลสปาร์หรือหินฟันม้า เป็นวัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 1180 ถึง 1200 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติเป็นเคลือบได้ตามธรรมชาติ มีด่าง กลาง กรด อยู่ครบในส่วนประกอบของเคลือบ

การนำผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพไปประยุกต์ในการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ผู้วิจัยอภิปรายผลได้ว่า

จากเนื้อดินที่ใช้ในการทดลอง ทั้งหมด 36 ตัวอย่าง เนื้อดินที่เหมาะสมนำไปประยุกต์ผลิตเป็นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงมากที่สุดได้แก่ เนื้อดินตัวอย่างอัตราส่วนที่ 7 ซึ่งเป็นเนื้อดินที่ประกอบด้วยดินบ้านใหม่ ร้อยละ 50 ทราย ร้อยละ 40 และโปแทสเซียมเฟสสปาร์ร้อยละ 10 การนำเนื้อดินที่ทำการพัฒนาไปประยุกต์ใช้ในการผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ที่โรงงานผลิตเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง บ้านใหม่ ตำบล

ตระแสง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ อภิปรายผลได้ว่า เมื่อนำเนื้อดินไปปั้นเป็นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง พบว่า มีความเหนียวมากกว่าเนื้อดินที่ใช้แบบเดิม เนื้อดินเนียนลื่น สามารถปั้นขึ้นรูปเป็นเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงได้ดี เนื้อดินเกิดการแห้งตัวที่ช้าลง ทำให้การแตกร้าวของเนื้อดินลดลงพบว่ามีการหดตัวที่ใกล้เคียงกับเนื้อดินแบบเดิม

เมื่อนำเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ผลิตจากเนื้อดินที่ทำการพัฒนาเข้าเผา อภิปรายผลได้ว่า สามารถผ่านการเผาได้เป็นอย่างดี ไม่พบรอยแตกร้าวที่ทำลายโครงสร้างของเตา การหดตัวของเนื้อดินหลังการเผามีน้อยมาก และสีของเนื้อดินภายหลังการเผาเป็นสีส้มแดงเข้มเหมือนกันกับสีของเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูงที่ใช้เนื้อดินเดิมปั้น สามารถประกอบเสื้อเตาเข้ากับตัวเตาได้อย่างง่ายดาย และไม่พบปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการทำงาน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรมีการปรับสูตรส่วนผสมเนื้อดินให้มีหลายสูตรมากขึ้น อาจใช้ดินเชื้อเป็นส่วนผสมเนื้อดินเพื่อให้เนื้อดินมีราคาลดลง และเป็นการเพิ่มอัตราส่วนผสมที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมมากขึ้น

2. ควรนำเนื้อดินที่ได้รับการพัฒนาไปทำการผลิตเป็นเครื่องปั้นดินเผา เพื่อเพิ่มทางเลือกในการผลิตและจำหน่ายให้มากขึ้น

3. ควรปรับปรุงกระบวนการผึ่งแห้งของผลิตภัณฑ์ให้มีที่บังลมเพื่อป้องกันการเกิดการแตกร้าวเสียหายได้ง่าย

4. ควรปรับปรุงเตาเผาที่ใช้เผาเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง ให้มีที่บังไฟ ป้องกันผลิตภัณฑ์ที่เข้าเผาในเตาเผา เสียหาย และควรปรับโครงสร้างเตาเผาใหม่ เพื่อให้สามารถเผาได้จนถึงอุณภูมิที่เนื้อดินสุกตัว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิก มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัยและศูนย์เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าทดลองในห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณ โรงงานเตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง บ้านใหม่ ตำบลตระแสง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเข้าเก็บข้อมูล สัมภาษณ์ และทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2556). เตาหุงต้มประสิทธิภาพสูง, 9 พฤศจิกายน 2556. http://tistr.or.th/t/publication/page_area_ show_bc.asp?i1=76&i2=5&noshow=1.

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2548). รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย, 10 พฤศจิกายน 2556. http://www.dede.go.th/ewt_news.php?nid=42079.

[3], [1]

[4] บัญชา ชื่นจิต. (2549). รายงานการสำรวจการผลิตอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาของจังหวัดสุรินทร์. สุรินทร์. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

[5] บุญชู ฉ่ำชื่นใจ, 2557 มกราคม 22

[6], [5]

[7] ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. (2541). เนื้อดินเซรามิก. กรุงเทพมหานคร. โอเดียนสโตร์.

[8] อายุวัฒน์ สว่างผล (2543). วัตถุดิบที่แพร่หลายในงานเซรามิก. กรุงเทพมหานคร. โอเดียนสโตร์

[9] ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. (2537). รวมสูตรเคลือบเซรามิก. กรุงเทพมหานคร. โอเดียนสโตร์.

[10] วรพงษ์ เทียมสอน (2555). เซรามิกเพื่อการก่อสร้างและเซรามิกเพื่องานเทคนิค กรุงเทพมหานคร. โอเดียนสโตร์.