

เนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกเพื่อกรองน้ำบริโภคโดยใช้กากดิน รวมเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดิน

Clay Body for Ceramic Filter Instrument Use for Potable Water

Filtration by Using Kaolin Waste as Compound

for Enhances Porosity in Clay Body

ธิติมา คุณยศยิ่ง

อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

โทร 086-9202387 E-mail: thitima_khu@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองเนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกเพื่อกรองน้ำบริโภค โดยใช้กากดินรวมเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดิน ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส และเพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิก เพื่อกรองน้ำบริโภค โดยใช้กากดินรวมเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดิน ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส โดยใช้เนื้อดินพื้นบ้านและกากดินรวมเป็นส่วนผสมเนื้อดิน ความละเอียดของกากดินรวมเฉลี่ยที่ 50 เมช ใช้อุณหภูมิสูงสุดในการเผา 700 องศาเซลเซียส โดยเตาไฟฟ้า ปริมาณกากดินรวมที่ผสมในเนื้อดิน คือ ร้อยละ 10 20 30 และ 40 รวม 4 อัตราส่วนผสม ขึ้นรูปด้วยมือ จากการวิจัย พบว่า เนื้อดินจำนวน 4 อัตราส่วนผสม ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพ 4 ด้าน คือ การหดตัว ความพรุนตัว การดูดซึมน้ำ และความแข็งแรง จากการทดสอบทางกายภาพ ผู้วิจัยคัดเลือกเนื้อดินที่มีค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 20 และความพรุนตัวของเนื้อดินที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 35 คืออัตราส่วนผสมที่ 3 และ 4 และผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน ที่คัดเลือกเพิ่ม 1 ด้าน คือทดสอบอัตราการไหลของน้ำ จากการทดสอบ พบว่าอัตราส่วนผสมที่ 3 มีอัตราการไหลของน้ำ เฉลี่ย 0.57 มิลลิเมตร ในเวลา 7 ชั่วโมง และอัตราส่วนผสมที่ 4 มีอัตรา การไหลของน้ำ เฉลี่ย 0.71 มิลลิเมตร ในเวลา 7 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวเป็นอัตราการไหลของน้ำที่น้อยมาก และลักษณะที่ปรากฏคือน้ำที่ไหลจากอุปกรณ์กรองน้ำจะอยู่ในเนื้อดินและผิวอุปกรณ์กรองน้ำไม่ไหลลงสู่ภาชนะรองรับน้ำ ยังผลให้อุปกรณ์กรองน้ำจากเนื้อดิน ทั้ง 2 อัตราส่วนผสมไม่สามารถใช้งานได้จริง และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทั้งหมด ผู้วิจัยได้แนวทางในการพัฒนาเนื้อดินจากการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้สามารถใช้งานในการกรองน้ำได้ 2 แนวทาง คือ การปรับสมบัติความพรุนตัวให้เพิ่มขึ้นในเนื้อดินอัตราส่วนผสม ที่ 3 และ 4 โดยการเติมวัสดุที่สามารถเผาไหม้ได้ในกระบวนการเผา หรือการลด

อุณหภูมิที่ใช้ในการเผา จะสามารถปรับสมบัติความพรุนตัวของเนื้อดินให้เพิ่มขึ้นได้ และมีแนวโน้มที่สามารถเพิ่มอัตราการไหลของน้ำจากเนื้อดินที่ใช้ขึ้นรูปอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกได้

คำสำคัญ: อุปกรณ์กรองน้ำ, เซรามิก, กรองน้ำบริโภค, กากดินรวม, รูพรุนในเนื้อดิน

Abstract

This study aimed to test the clay body for water filtration Instrument to potable water. The kaolin waste is used as an ingredient to increase the porosity of the clay body at 700 degree Celsius and to test the physical properties of clay body to prepared ceramic water filtration material by using kaolin waste as an ingredient to increase porosity of the clay body at 700 degree Celsius. Local clay body and kaolin waste are used as ingredients, averagere solution of kaolin waste at 50 meshes, using the maximum temperature at 700 degree Celsius by electric furnace. Kaolin waste mix ratio is 10, 20, 30 and 40 percent, handmade forming. Research indicates that clay body mixing ratio of 4 to test the four physical properties, shrinkage, porosity, water absorption and strength. From that test, researcher selected mixing ratio with more than 20 percent of water absorption and 35 percent of porosity that is mixing ratio number 3 and 4, and researcher tested more physical property of selection which is flow rate. Flow rate of water tested showed that the ratio number three has averaged flow rates 0.57 millimeters in 7 hours and 0.71 millimeters in 7 hours in number 4. Those results are very low; the appearance is the water that flows from the device is in the clay body and filter surface cannot flow to the container. Therefore filter Instrument from that 2 mixing ratio clay body cannot be used. According to the analysis of all experimental data, researcher has developed guidelines to improved clay body from this research in two ways. First adjust the properties of the porous clay body and an increase in the ratio number 3 and 4 by the addition of materials that can be burned in the combustion process or reducing the temperature to burn. These method able to increase the porous properties of the clay body, and tends to increase the flow ratio of water from the clay body that forming a ceramic water filter.

Keywords: filter instrument, ceramic, potable water filtration, kaolin waste, porosity in clay body

1. บทนำ

ประเทศไทยกำหนดร่างนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2555-2559) รวม 5 ยุทธศาสตร์ ซึ่งยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 1 ของยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2555-2559) ระบุถึงการสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาทางสังคม มีเป้าประสงค์การวิจัยคือสร้างเสริมองค์ความรู้เพื่อเป็นพื้นฐานสู่ การสร้างศักยภาพและความสามารถในการพัฒนาทางสังคม โดยมีกลยุทธ์วิจัยที่ 3 แผนงานที่ 5 ที่ว่าด้วยการวิจัยเกี่ยวกับการพึ่งพาตนเองด้านสุขภาพและเสริมสร้างความมั่นคงด้านสุขภาพอนามัย ซึ่งการเสริมสร้างความมั่นคงด้านสุขภาพอนามัยของคน ควรเริ่มจากอาหารและน้ำที่สะอาด

น้ำเป็นส่วนประกอบที่มากที่สุดในร่างกาย ซึ่งมีสัดส่วนอยู่ถึง 2 ใน 3 ของน้ำหนักตัว โดยอยู่ในรูปของส่วนประกอบของส่วนต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น เลือด น้ำเหลือง ดับ ไต เนื้อ น้ำ ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่และเป็นสารที่ช่วยให้กระบวนการทางเคมีในร่างกายดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง เช่น การย่อยอาหาร ทั้งประเภทคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ช่วยให้อาหารมีขนาดโมเลกุลเล็กลงจนร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้ รวมถึงช่วยในการลำเลียงสารต่างๆ ในร่างกาย เช่น การลำเลียงอาหาร การไหลเวียนของเลือดและยังช่วยขับของเสียออกจากร่างกาย เช่น ปัสสาวะ เหงื่อ (School Net Knowledge is power, 2010) จากเนื้อหาข้างต้นทำให้ทราบถึงความสำคัญของน้ำ ที่มีต่อชีวิตของมนุษย์ หากมนุษย์ได้บริโภคน้ำที่สะอาด จะส่งผลให้ร่างกายเกิดสมดุล ในทางกลับกันหากมนุษย์บริโภคน้ำที่ไม่สะอาด จะส่งผลให้ร่างกายเสียสมดุล ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการดำเนินชีวิต และอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมได้ เราจึงควรตระหนักและให้ความสำคัญกับความสะอาดของน้ำในการบริโภค รวมถึงกระบวนการทำความสะอาดน้ำก่อนการบริโภค เช่นการกรอง

จังหวัดลำปางตั้งอยู่ในภาคเหนือของประเทศไทย ภายในจังหวัดมีภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นที่รู้จักในวงกว้าง คือ การผลิต ผลิตภัณฑ์เซรามิกหรือเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งถือว่าเป็นภูมิปัญญาที่สร้างรายได้ให้กับชาวจังหวัดลำปางเป็นอย่างดี ผลิตภัณฑ์เซรามิกในจังหวัดลำปางแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประเภทแรกคือผลิตภัณฑ์เซรามิก ที่ผลิตจากดินขาว เผาอุณหภูมิสูงในช่วง 1100 – 1280 องศาเซลเซียส หรือ เนื้อดินประเภท สโตนแวร์ (stoneware) ผลิตภัณฑ์จากเนื้อดินประเภทนี้คือ เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร เครื่องประดับตกแต่งบ้าน และสุขภัณฑ์ ประเภทที่สอง คือ ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ผลิตจากดินพื้นบ้าน เผาอุณหภูมิต่ำในช่วง 700–900 องศาเซลเซียส หรือเนื้อดินประเภท เอิร์ทเทนแวร์ (earthenware) ผลิตภัณฑ์ จากเนื้อดินประเภทนี้คือ ภาชนะดินเผา ไม้ หม้อน้ำ และเครื่องประดับตกแต่งบ้าน ในส่วนของผลิตภัณฑ์เซรามิก ที่ผลิตจากเนื้อดินประเภทเอิร์ทเทนแวร์ มีสมบัติความพรุนตัว และอัตราการดูดซึมน้ำสูง เมื่อพิจารณาจากสมบัติดังกล่าว เนื้อดินประเภท

เอิร์ทเทนแวร์ มีสมบัติที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ หากมีการปรับสมบัติดังกล่าวให้น้ำซึมผ่านได้มากขึ้น ก็จะสามารถปรับรูปแบบผลิตภัณฑ์ ให้เป็นอุปกรณ์กรองน้ำให้สะอาดได้ โดยการปรับสมบัติให้น้ำซึมผ่านได้มากขึ้น ทำได้โดยการเพิ่มวัตถุดิบที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าเนื้อดินในส่วนผสมของเนื้อดินที่นำมาใช้ ซึ่งวัตถุดิบในส่วนนี้ผู้วิจัยเล็งเห็นประโยชน์ของกาก ดินรวม ซึ่งเป็นของเหลือที่เกิดจากกระบวนการล้างดินดำ และดินขาวสลับกัน เมื่อวิเคราะห์ผลทางเคมีแล้วพบว่า มีทรายเป็นส่วนผสมถึงร้อยละ 55.76 ซึ่งทรายมีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าดิน

เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดความมั่นคงด้านสุขภาพอนามัยของคนไทย โดยเฉพาะคนไทย ในภาคเหนือและสอดคล้องกับประเด็นวิจัยเร่งด่วนภาคเหนือ ในกลุ่มเรื่องที่ต้องวิจัยเร่งด่วน ตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัย (พ.ศ.2555-2559) เรื่องการป้องกันโรคและการรักษาสุขภาพ รวมถึงเป็นการพัฒนาองค์ความรู้จากภูมิปัญญาการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก จากเนื้อดินพื้นบ้านและลดของเหลือจากอุตสาหกรรมล้างดิน ผู้วิจัยจึงสนใจในการทดลองเนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกเพื่อ กรองน้ำบริโภค โดยใช้กากดินรวมเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดินโดยรูปแบบของอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิก เพื่อกรองน้ำบริโภค อ้างอิงรูปแบบจากอุปกรณ์กรองน้ำในโครงการ Water and Sanitation Program ขององค์การยูนิเซฟ (Unicef) ที่จัดทำโครงการเพื่อประชาชนที่ประสบปัญหาน้ำดื่มไม่สะอาดในประเทศกัมพูชา

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อทดลองเนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกเพื่อกรองน้ำบริโภค โดยใช้กากดินรวมเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดิน ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส

2.2 เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกเพื่อกรองน้ำบริโภค โดยใช้กากดินรวมเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดินที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส

3. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อดินพื้นบ้านและกากดินรวมเป็นส่วนผสมเนื้อดิน ความละเอียดของกากดินรวมเฉลี่ยที่ 50 เมช ใช้อุณหภูมิสูงสุดในการเผา 700 องศาเซลเซียส โดยเตาไฟฟ้า ปริมาณกากดินรวม ที่ผสมในเนื้อดิน คือ ร้อยละ 10 20 30 และ 40 รวม 4 อัตราส่วนผสม ขึ้นรูปด้วยมือ

4. กรอบความคิดในการวิจัย

เนื้อดินพื้นบ้านประเภท เอิร์ทเทนแวร์ มีสมบัติความพรุนตัวสูงกว่าเนื้อดินประเภท สโตนแวร์และเนื้อดินประเภท ปอร์สเลน เนื้อดินมีความพรุนตัวที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ หากเติมวัสดุที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าเนื้อดินพื้นบ้านในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะสามารถเพิ่ม ขนาดรูพรุนของเนื้อดินได้

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ แบ่งเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

5.1 กำหนดอัตราส่วนผสมของเนื้อดิน

5.2 ชั่งอัตราส่วนผสมที่ได้จากการคำนวณ

5.3 การผสมวัสดุ

5.3.1 ผสมส่วนผสมที่เป็นเนื้อดินตามตารางที่ 3.2 ปริมาณเนื้อดินที่ผสม อัตรา ส่วนผสมละ 1,000 กรัม

5.3.2 ผสมเนื้อดินและเติมน้ำ ร้อยละ 50 ของน้ำหนักวัตถุดิบ นวดให้เข้ากัน พักเนื้อดินไว้ 24 ชั่วโมง

5.4 การขึ้นรูปแท่งทดสอบ และเผา

5.4.1 นวดเนื้อดินบนแผ่นปูนพลาสติกเพื่อให้มีความเหนียวสามารถขึ้นรูปได้ด้วย การรีด (slab)

5.4.2 ขึ้นรูปเนื้อดินเป็นแท่งทดสอบด้วยเครื่องรีด ขนาดแท่งทดสอบ (กว้าง x ยาว x สูง 20 x 150 x 10 มิลลิเมตร) ชีดเส้นตรงยาว 100 มิลลิเมตรบนแท่งทดสอบสำหรับการหาค่า การหดตัวหลังเผา ผึ่งแห้งระยะเวลา 24 ชั่วโมง อบในตู้อบ อุณหภูมิ 110 เซลเซียส ระยะเวลาอบแห้ง 8 ชั่วโมง จำนวนแท่งทดสอบที่เตรียมอัตราส่วนผสมละ 15 ชิ้น

5.4.3 ชั่งน้ำหนักแท่งทดสอบด้วยตาชั่งดิจิทัล หาค่าเฉลี่ย บันทึกผลเผาแท่ง ทดสอบด้วยเตาไฟฟ้า อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง อุณหภูมิสูงสุด 700 องศาเซลเซียส

5.5 การทดสอบสมบัติหลังเผาและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.5.1 การทดสอบการหดตัวหลังเผา

วิธีการทดสอบ โดยวัดระยะห่างระหว่างรอยขีดบนแท่งตัวอย่างแล้วหา ค่าเฉลี่ยของสูตรดินแต่ละสูตร กำหนดอัตราการหดตัวหลังเผา

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\frac{\text{ความยาวเปียก} - \text{ความยาวหลังการเผา}}{\text{ความยาวเปียก}} \times 100$$

5.5.2 การทดสอบความพรุนตัวปรากฏ

วิธีการทดสอบ โดยนำชิ้นส่วนของไส้กรองที่ผ่านการเผาแล้วมาอบให้แห้ง และทิ้งไว้ให้มีน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้ง บันทึกค่าเป็น D

ต้มชิ้นส่วนของไส้กรอง ในน้ำเป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ให้น้ำท่วมชิ้นงาน ตลอดเวลา) แช่วี้อีก 24 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักในอากาศ บันทึกค่าเป็น S

หลังจากชั่งน้ำหนักในอากาศแล้ว นำมาซับน้ำบริเวณผิวชิ้นงาน แล้วชั่งน้ำหนัก อีกครั้งในน้ำบันทึกค่าเป็น I นำค่าที่ได้มาคำนวณตามสมการ

$$\text{ร้อยละความพรุนตัวปรากฏ} = \left| \frac{S - D}{S - I} \right| \times 100$$

เมื่อ D คือ น้ำหนักแห้งของชิ้นงาน (g)

S คือ น้ำหนักของชิ้นงานที่อมน้ำและชั่งในอากาศ (g)

I คือ น้ำหนักของชิ้นงานที่ชั่งในน้ำ (g)

5.5.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

ขั้นตอน ในการทดสอบนำแท่งทดสอบ 15 แท่ง อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อแท่งทดสอบ มีอุณหภูมิห้อง นำชั่งหาค่าน้ำหนักก่อน ดูดซึมน้ำ จดบันทึกค่าน้ำหนักแห้ง นำแท่งทดสอบไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นและแช่ไว้ในน้ำ 24 ชั่วโมง การต้มจะต้องหาเศษวัสดุรองไม่ให้แท่งทดสอบติดกันภาชนะแต่ละชิ้นวางห่างจากกัน นำแท่งทดสอบขึ้นมาจากน้ำใช้ผ้าหมาด ๆ ซับผิวแท่งทดสอบให้ทั่วแล้วนำแท่งทดสอบชั่งหาน้ำหนักที่ดูดซึมน้ำ จดบันทึกไว้ คำนวณอัตราการดูดซึมน้ำ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{การดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

5.5.4 การทดสอบความแข็งแรง

ขั้นตอนในการทดสอบ ทดสอบหักแท่งทดสอบด้วยเครื่องทดสอบการกดหัก ระยะห่างระหว่างลิ้มรองรับ 10 เซนติเมตร บันทึกแรงกดที่ใช้หักแท่งทดสอบ วัดความหนาและความกว้างแท่งทดสอบที่รอยหัก คำนวณหาค่าความแข็งแรง (modulus of rupture, MOR)

จำนวนแท่งทดสอบที่ใช้ทดสอบ สูตรละ 15 แท่ง

$$\text{สูตรที่ใช้ในการคำนวณ } MOR = \frac{3LD}{2bd^2}$$

L = คำนวณน้ำหนักแรงกดที่หัก

D = ระยะห่างของลิ้มที่รองรับแท่งทดสอบ

b = ความกว้างของแผ่นทดสอบ

d = ความหนาของแท่งทดสอบ

(การคำนวณหาค่าเฉลี่ยในการทดสอบทำอย่างน้อย 10 ตัวอย่าง)

วิเคราะห์ผลการทดลอง ตามตัวแปรที่กำหนด

5.6 คัดเลือกเนื้อดินเพื่อขึ้นรูปอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิก โดยพิจารณาจากสมบัติเนื้อดินที่มีค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 20 และความพรุนตัวของเนื้อดินที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 35

5.7 ทดสอบสมบัติอัตราการไหลของน้ำของอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิก

ขั้นตอนในการทดสอบ

5.7.1 นำอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกแช่น้ำ 12 ชั่วโมง เพื่อให้เนื้อดินดูดซึมน้ำจนอิ่มตัว

5.7.2 ใส่น้ำให้เต็มอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิก

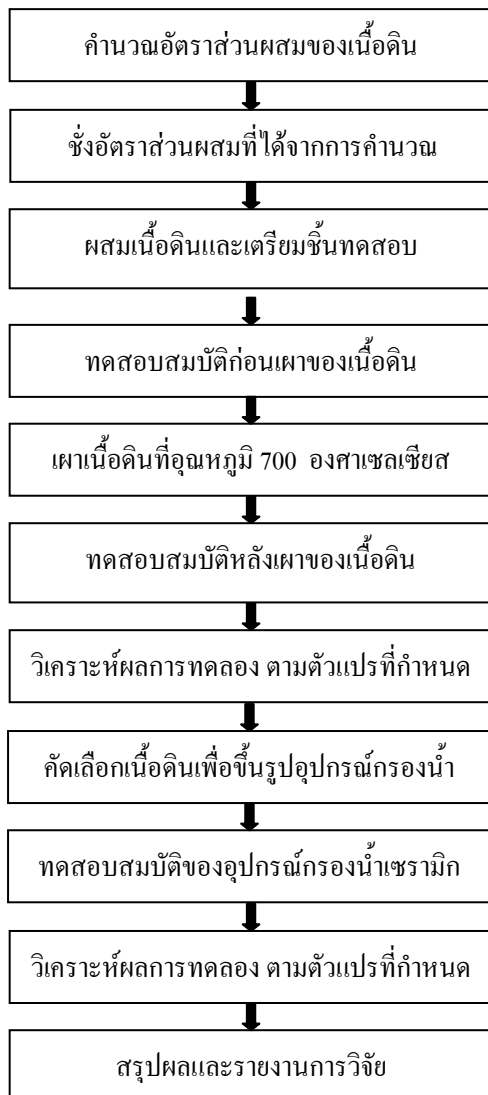
5.7.3 วัดระยะและบันทึกการลดระดับของน้ำจากขอบอุปกรณ์กรองทุก 1 ชั่วโมง ต่อเนื่อง 7 ชั่วโมง (หน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

5.7.4 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

5.8 วิเคราะห์ผลการทดลอง ตามตัวแปรที่กำหนด

5.9 สรุปผลและรายงานการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปลำดับขั้นตอนการวิจัยเป็นแผนผังลำดับขั้นตอนการวิจัยดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลำดับขั้นตอนการวิจัย



รูปที่ 2 อุปกรณ์กรองน้ำเซรามิก



รูปที่ 3 การทดสอบอัตราการไหล

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการทดสอบการหดตัวจากเนื้อดินทั้งหมด 4 อัตราส่วนผสม พบว่าเนื้อดินอัตราส่วนผสมที่ 1 มีค่าการหดตัว ร้อยละ 9.63 อัตราส่วนผสมที่ 2 มีค่าการหดตัว ร้อยละ 9.66 อัตราส่วนผสมที่ 3 มีค่าการหดตัว ร้อยละ 9.46 อัตราส่วนผสมที่ 4 มีค่าการหดตัว ร้อยละ 8.24 โดยอัตราส่วนผสมที่มีค่าการหดตัวน้อยที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 4 และอัตราส่วนผสมที่มีค่าการหดตัวมากที่สุดคือ อัตราส่วนผสมที่ 1

6.2 ผลการทดสอบความพูนตัว จากเนื้อดินทั้งหมด 4 อัตราส่วนผสม พบว่าเนื้อดินอัตราส่วนผสมที่ 1 มีค่าความพูนตัว ร้อยละ 28.97 อัตราส่วนผสมที่ 2 มีค่าความพูนตัวร้อยละ 33.40 อัตราส่วนผสมที่ 3 มีค่าความพูนตัว ร้อยละ 36.05 อัตราส่วนผสมที่ 4 มีค่าความพูนตัว ร้อยละ 38.93 โดยอัตราส่วนผสมที่มีค่าความพูนตัวน้อยที่สุดคือ อัตราส่วนผสมที่ 1 และอัตราส่วนผสมที่มีค่าความพูนตัวมากที่สุดคือ อัตราส่วนผสมที่ 4

6.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ จากเนื้อดินทั้งหมด 4 อัตราส่วนผสม พบว่าเนื้อดินอัตราส่วนผสมที่ 1 มีค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 14.69 อัตราส่วนผสมที่ 2 มีค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 19.61 อัตราส่วนผสมที่ 3 มีค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 21.60 อัตราส่วนผสมที่ 4 มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 25.56 โดยอัตราส่วนผสมที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดคือ อัตราส่วนผสมที่ 1 และอัตราส่วนผสมที่มีค่าการดูดซึมน้ำ มากที่สุดคือ อัตราส่วนผสมที่ 4

6.4 ผลการทดสอบความแข็งแรงจากเนื้อดินทั้งหมด 4 อัตราส่วนผสม พบว่าเนื้อดินอัตราส่วนผสมที่ 1 มีค่าความแข็งแรง 196.42 กก./ตร.ซม. อัตราส่วนผสมที่ 2 มีค่าความแข็งแรง 117.54 กก./ตร.ซม. อัตราส่วนผสมที่ 3 มีค่าความแข็งแรง 134.07 กก./ตร.ซม. อัตราส่วนผสมที่ 4 มีค่าความแข็งแรง 99.40 กก./ตร.ซม. โดยอัตราส่วนผสมที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 4 และอัตราส่วนผสมที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ อัตราส่วนผสมที่ 1

6.5 ผลการทดสอบอัตราการไหลของน้ำ เมื่อขึ้นรูปเนื้อดินตามรูปแบบที่กำหนดผ่านกระบวนการเผาที่ 700 องศาเซลเซียสพบว่า อุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกอัตราส่วนผสมที่ 3 มีอัตราการไหลของน้ำ ในเวลาทดสอบ 7 ชั่วโมง เฉลี่ย 0.57 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงและอัตราส่วนผสมที่ 4 มีอัตราการไหลของน้ำในเวลาทดสอบ 7 ชั่วโมง เฉลี่ย 0.71 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองพบว่าเนื้อดินยังมีอัตราการไหลของน้ำที่ต่ำมาก และลักษณะที่ปรากฏคือน้ำที่ไหลจากอุปกรณ์กรองน้ำจะอยู่ในเนื้อดินและผิวอุปกรณ์กรองน้ำไม่ไหลลงสู่ภาชนะรองรับน้ำ

7. อภิปรายผล

จากผลการทดลองเนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกเพื่อกรองน้ำบริโภค โดยใช้กากดินรวมเป็นส่วนผสม เพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดิน เพื่อทดลองเนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกเพื่อ กรองน้ำบริโภค โดยใช้กากดินรวม เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดินที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียสและเพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิก เพื่อกรองน้ำบริโภค โดยใช้กากดินรวม เป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดินที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส โดยใช้เนื้อดินพื้นบ้านและกากดินรวมเป็นส่วนผสมเนื้อดิน ความละเอียดของกากดินรวมเฉลี่ยที่ 50 เมช ใช้อุณหภูมิสูงสุดในการเผา 700 องศาเซลเซียส โดยเตาไฟฟ้า ปริมาณกากดินรวม ที่ผสมในเนื้อดิน คือ ร้อยละ 10 20 30 และ 40 รวม 4 อัตราส่วนผสม ขึ้นรูปด้วยมือ พบว่าค่าการหดตัวของเนื้อดินมีความ สัมพันธ์กับปริมาณวัตถุดิบในอัตราส่วนผสม คือ เมื่อปริมาณดินพื้นบ้านมาก ส่วนปริมาณกากดินรวมลดลง ค่าการหดตัวของเนื้อดินจะสูงในทางผกผันกัน เมื่อปริมาณดินพื้นบ้านน้อย ส่วนปริมาณกากดินรวมมาก ค่าการหดตัวของเนื้อดินจะต่ำ เมื่อพิจารณาถึงสมบัติของวัตถุดิบ ดินพื้นบ้านเป็นวัตถุดิบที่มีความสามารถดูดซับน้ำได้มากกว่ากากดินรวม เมื่อเนื้อดินมีอัตราส่วนผสมของดินพื้นบ้านมาก ย่อมสะสมปริมาณน้ำได้มาก เมื่อผ่านกระบวนการเผา น้ำระเหยหมดไป เนื้อดินจึงมีค่าการหดตัวสูงกว่า เนื้อดินที่มีอัตราส่วนผสมของดินพื้นบ้านน้อย ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน คือ เมื่อเนื้อดินมีค่าการหดตัวสูงจะส่งผลให้เนื้อดินมีสมบัติการดูดซึมน้ำต่ำ เนื่องจากอนุภาคเนื้อดินมีการเรียงตัวกันแน่น รูพรุนระหว่างอนุภาคเนื้อดินมีน้อย ทำให้เนื้อดินที่มีค่าการหดตัวสูง สามารถดูดซึมน้ำได้ต่ำในทางผกผันกัน หากเนื้อดินมีค่าการหดตัวต่ำ ย่อมทำให้เนื้อดินสามารถดูดซึมน้ำได้สูง เนื่องจากรูพรุนระหว่างอนุภาคเนื้อดินมีมาก จากสมบัตินี้ที่กล่าวมาสามารถเชื่อมโยงกับค่าความแข็งแรงของเนื้อดินได้คือ เมื่อเนื้อดินมีค่าการหดตัวสูงจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำ เนื่องจากอนุภาคของเนื้อดินนั้น เรียงตัวกันแน่น ส่งผลให้เนื้อดินมีค่าความแข็งแรงสูง ในทางกลับกัน เมื่อเนื้อดินมีค่าการหดตัวต่ำ จะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูง เนื่องจากอนุภาคของเนื้อดินนั้น เรียงตัวกันไม่แน่น ส่งผลให้เนื้อดินมีค่าความแข็งแรงต่ำ จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยได้

เลือกเนื้อดินที่มีค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินมากกว่าร้อยละ 20 และความพรุนตัว ของเนื้อดินที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 35 ซึ่งพบว่าจากอัตราส่วนผสมเนื้อดินที่ได้จากการคำนวณโดยแปรค่าช่วงละ 10 กำหนดให้ปริมาณเนื้อดินอยู่ในช่วงร้อยละ 60 – 90 และภาคดินรวม อยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 ได้เนื้อดิน 4 อัตราส่วนผสม เนื้อดินที่มีค่าความพรุนตัวของเนื้อดินที่มีค่ามากกว่า ร้อยละ 35 และค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 20 จากเนื้อดิน 4 อัตราส่วนผสม คืออัตราส่วนผสมที่ 3 และ 4 เพื่อให้ได้เนื้อดินสำหรับขึ้นรูปอุปกรณ์ กรองน้ำเซรามิก และผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่คัดเลือก เพิ่ม 1 ด้าน คือ ทดสอบอัตราการไหลของน้ำจากการทดสอบพบว่าอัตราส่วนผสมที่ 3 มีอัตราการไหลของน้ำ เฉลี่ย 0.57 มิลลิเมตร ในเวลา 7 ชั่วโมง และอัตราส่วนผสมที่ 4 มีอัตราการไหลของน้ำ เฉลี่ย 0.71 มิลลิเมตร ในเวลา 7 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวเป็นอัตราการไหลของน้ำที่น้อยมากและลักษณะที่ปรากฏ คือ น้ำที่ไหลจากอุปกรณ์กรองน้ำจะอยู่ในเนื้อดินและผิวอุปกรณ์กรองน้ำ ไม่ไหลลงสู่ภาชนะรองรับน้ำ ยังผลให้อุปกรณ์กรองน้ำจากเนื้อดินทั้ง 2 อัตราส่วนผสมไม่สามารถใช้งานได้จริง และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองทั้งหมด ผู้วิจัยได้แนวทางในการพัฒนาเนื้อดินจากการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้สามารถใช้งานในการกรองน้ำได้ 2 แนวทาง คือ การปรับสมบัติความพรุนตัวให้เพิ่มขึ้นในเนื้อดินอัตราส่วนผสมที่ 3 และ 4 โดยการเติมวัสดุที่สามารถเผาไหม้ได้ในกระบวนการเผาหรือการลดอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาจะสามารถปรับสมบัติความพรุนตัวของเนื้อดินให้เพิ่มขึ้นได้และมีแนวโน้มที่สามารถเพิ่มอัตราการไหลของน้ำจากเนื้อดินที่ใช้ขึ้นรูปอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกได้

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการทดลองไปใช้

เนื้อดินจากการทดลองเนื้อดินสำหรับเตรียมอุปกรณ์กรองน้ำเซรามิกเพื่อกรองน้ำบริโภคโดยใช้ภาคดินรวมเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มรูพรุนในเนื้อดินยังมีสมบัติทางกายภาพไม่เหมาะสมสำหรับการกรองน้ำบริโภค และจากสมบัติที่ได้ จากการวิเคราะห์สมบัติของเนื้อดินจากการวิจัย อาจทดลองนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกต้นไม้ เพื่อรักษาความชื้นในหน้าดิน ทำให้ไม่ต้องรดน้ำบ่อยเป็นประโยชน์ด้านการประหยัดน้ำและพลังงาน

8.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทดลองครั้งต่อไป

8.2.1 ควรทดลองนำวัสดุที่เผาไหม้ได้ในกระบวนการเผาเดิมในเนื้อดินเพื่อเพิ่มสมบัติความพรุนตัวและอัตรา การไหลของน้ำ

8.2.2 ควรทดลองลดอุณหภูมิในการเผา เพื่อเพิ่มสมบัติความพรุนตัวและอัตรา การไหลของน้ำ

9. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จ

10. บรรณานุกรม

- โกมล รักษ์วงศ์ (2531). **วัตถุดิบที่ใช้ในเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น**, กรุงเทพฯ : ภาควิชาช่างปั้นดินเผา คณะวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ วิทยาลัยครูพระนคร.
- คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 611 (2540). **เครื่องกรองน้ำสำหรับใช้ในอาคารบ้านเรือน**, กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- ตรัง เป็กทอง (2551). **รายงานการวิจัยเรื่อง การออกแบบโครงสร้างระดับจุลภาคเพื่อการพัฒนาไส้กรองเซรามิกจากไดอะตอมไมต์แหล่งลำปาง**, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเซรามิก มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- นิตยา วงษ์ภา (2550). **รายงานการวิจัยเรื่องการเตรียมตัวกรองจากถ่านแกลบเพื่อใช้ในการกรองน้ำ**, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2547). **เซรามิกส์**, พิมพ์ครั้งที่ 5, กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2550-2554 (2551). **วัตถุประสงค์และเป้าหมายหลัก:เป้าหมายการพัฒนาคุณภาพคน**, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.1dd.go.th/Thai-html/05022007/PDF/PDF01/005.pdf>, เข้าดูเมื่อวันที่ 20/03/2552.
- พีระพัฒน์ เกษรมาศมณี, สันสุภา จุ้ยจุลเจิม และ สัทธินันท์ ท่อแก้ว (2550). **การเพิ่มความพรุนของตัวรับรองเซรามิก**, การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17.
- ไพจิตร อังศิริวัฒน์ (2541). **เนื้อดินเซรามิกส์**, กรุงเทพฯ ฯ : โอเดียนสโตร์.
- ภาวดี อังค์วัฒนะและปัทมาภรณ์ ชีมากุล (2549). **รายงานการวิจัยเรื่องเนื้อเซรามิกที่มีความพรุนตัวสูงและเคลือบด้วยสารละลายนาโนซิลเวอร์และกรรมวิธีการผลิต**,อนุสิทธิบัตร เลขที่ 2722.
- ว.พัฒนาศัย (2552). **ประโยชน์ของไส้กรองชนิดต่าง**, บทความ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.vptc-waterfilter.com /knowledge_detail.php?id=467371613c391, เข้าดูเมื่อวันที่ 4/03/2552.

- วิเชียร จุ่งรุ่งเรือง วิโรจน์, วิวัฒน์ชัยแสง และเทวรักษ์า เครือคล้าย (2551). การดำเนินงานจัดหาและพัฒนาบำบัดน้ำเสียในชุมชน, บทความ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://advisor.anamai.moph.go.th/factsheet/ws2-9.htm>, เข้าดูเมื่อวันที่ 22/08/2551.
- สมศักดิ์ ขวาลาวัณย์ (2549). **เซรามิกส์**, กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 8 (2551). **ปัญหาทรัพยากรน้ำ**, บทความ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://water8.net/modules/AMS/article.php?storyid=24>, เข้าดูเมื่อวันที่ 24/03/2551.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2540). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กรองน้ำเซรามิก**, กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- อายุวัฒน์ สว่างผล (2543). **วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์**, กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร.
- Diligent. (2552). **เครื่องวัดความชื้น**, บทความ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.scilution.com/product/detail_43792_th_279679, เข้าดูเมื่อวันที่ 24/03/2552.
- Materials Engineering Prince of Songkla University (2552). **การขึ้นรูปด้วยวิธีหล่ออัดดิน**, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.mne.eng.psu.ac.th/staff/lek_files/ceramic/u6-3.htm, เข้าดูเมื่อวันที่ 24/03/2552.
- Ryan, W. and Radford, C. (1997). **Whitewares : Production, Testing and Quality control**, 2nd Edn., England: The Institute of Materials.
- School Net Knowledge is power (2553). **ความสำคัญของน้ำ**, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.school.net.th/library/create-web/10000/science/10000-82.html>, เข้าดูเมื่อวันที่ 02/02/2553