

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์อุณหภูมิต่ำ จากดินบ้านมอญ ตำบลบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ได้ศึกษาค้นคว้า และประมวลความรู้จากตำรา เอกสาร วารสารต่างๆ ซึ่งจำแนกอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลความรู้ทางวิชาการต่างๆ เป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ประเภทและคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์
2. วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย
  - 2.1 ดินพื้นบ้าน
  - 2.2 ควอทซ์
  - 2.3 หินฟันม้าชนิดโปแตสเฟลด์สปาร์
  - 2.4 ดินขาวลำปาง
3. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยแป้นหมุน
4. การทดสอบสมบัติของแท่งทดลอง
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ประเภทและคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์

เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ (stone ware) (สุรภิญโญ พลพล. 2543 : 57)

เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เผาถึงจุดสุกตัว (Vitreous Ware) ส่วนมากสีของเนื้อดินเป็นสีเทา สีน้ำตาล เผาในอุณหภูมิ 1,190 – 1,390 องศาเซลเซียส Cone 6-14 (ทวิ พรหมพุกษ์ .2520 : 15) การการดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 3 (ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ. 2536 : 95) การหดตัวของดินอยู่ที่ ร้อยละ 15 -20 มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ คือ เนื้อดิน 30 -70 % ควอทซ์ ร้อยละ 30 – 60 เฟลด์สปาร์ร้อยละ 5-20 (ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ.มปป:74) การที่จะเรียกว่าสโตนแวร์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ เนื้อหยาบ เนื้อแน่น และมรความแข็งแกร่งมาก น้ำและของเหลวไม่สามารถซึมไหลผ่านออกมาได้เนื้อดินทึบแสง (Opague) อาจจะมีสีต่างๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม เนื้อดินปั้นมีความเหนียวสูง ขณะที่เป้นดินยังไม่เผาเนื้อดินจะแข็งแรงไม่แตกหักง่ายเพราะใช้ส่วนผสมของ Ball Clay โดยปกติเนื้อดินปั้นชนิดนี้ จะหดตัวก่อนเผาและหลังจากเผาอุณหภูมิสูงแล้วมีโอกาสบิดเบี้ยวได้ง่ายมีความจำเป็นต้องใช้ดินเชื้อ (Grog) หรือทรายเป็นส่วนผสมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง

ป้องกันการบิดเบี้ยวมีส่วนประกอบของวัตถุดิบดังนี้ คือ ดินขาว ดินเหนียว หินเขี้ยวหนูมาน หินฟันม้า และดินเชื้อผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ นิยมทำภาชนะใส่อาหาร จาน ชาม ถ้วยกาแฟ เขี่ยอกน้ำ แจกัน ที่เขี่ยบุหรี่ เครื่องประดับนอกจากนี้ ยังนิยมทำภาชนะ บรรจุประเภทพวกกรด ต่าง เป็นภาชนะค่อนข้างหนา เนื้อแน่น ทึบแสง มีลักษณะเป็นเนื้อหยาบ (Texture) มีความแข็งแรงทนทานได้ดี

#### 1. ประเภท สโตนแวร์ (stone ware) (จิรพันธ์ สมประสงค์. 2535 : 42)

ดินที่ใช้ปั้นต้องเตรียมเองทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสูตรและส่วนผสมของแต่ละที่ ซึ่งจะต้องประกอบด้วยดินสโตนแวร์ (ดินหินทไฟ) ดินขาว หินฟันม้า หินแก้ว ดินเหนียวขาว ดินแดง เป็นต้น ปั้นขึ้นรูปทรงตัวได้ดี การเผาใช้อุณหภูมิสูงถึงจุดสุกตัว (Vitreous) ประมาณ 1,190 – 1,390 องศาเซลเซียส เมื่อสุกจะมีสีเทา สีน้ำตาล เนื้อหยาบแน่น มีความแข็งแรงมาก น้ำและของเหลวไม่สามารถไหลซึมผ่านได้เวลาเคาะจะมีเสียงกังวานกว่า ผลิตผลได้แก่ โถงราชบุรี ศิลาดลเชียงใหม่ เป็นต้น

เป็นดินที่ค่อนข้างเหนียว เผาถึงจุดสุกตัวประมาณ 1,200 – 1,300 องศาเซลเซียส สีส่วนใหญ่สีอ่อนๆ เทา เทาแก่ หรือน้ำตาลเข้ม เป็นดินที่พบในที่ราบต่ำบางที่ก็มี ผู้เรียกว่า ดินทไฟ (Fire clay) มีผู้นิยมไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่ทนไฟ (Sager) ผลิตภัณฑ์ชนิด สโตนแวร์ ทำอิฐ และอิฐทนไฟสามารถเผาในอุณหภูมิสูง

เป็นดินชนิดที่ไม่ต้องนำไปผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น สามารถขึ้นรูปทรงเองได้เหมาะในการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนอย่างยิ่ง (Wheel work) มีผู้นิยมทำผลิตภัณฑ์ชนิดเคลือบเกลือ (Salt glaze) และผลิตภัณฑ์ประเภทเคลือบไฟสูง (High fire stone ware)

#### ดินสโตนแวร์ (Stoneware) (ปุรณรัตน์ พิชญไพบุลย์. 2538 : 10)

มักเป็นดินเหนียวที่ช่างปั้นทั้งหลายให้ความสนใจกันมากเนื่องจากมีความเหนียว และเผาที่อุณหภูมิตั้งแต่ประมาณ 1,030 – 1,255 องศาเซลเซียส นอกจากนี้เนื้อดินยังมีส่วนผสมของทรายละเอียด ช่วยให้เนื้อดินทรงตัวได้ดี จึงเหมาะแก่การนำไปใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน สีของเนื้อดินจะขึ้นอยู่กับบรรยากาศในการเผาของเตา ซึ่งสีเนื้อดินจะแปรเปลี่ยนไปจากสีขาวหม่นเมื่อเผาในบรรยากาศที่สมบูรณ์ และสีจะเข้มออกน้ำตาลเมื่อถูกเผาในบรรยากาศที่ไม่สมบูรณ์ องค์ประกอบของเนื้อดินไม่แน่นอนนัก นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ ที่ทำให้เนื้อดินเสียความบริสุทธิ์ไปอีก เช่น หินฟันม้าสารประกอบของแคลเซียม และธาตุเหล็ก ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลทำให้จุดสุกตัวของเนื้อดินไม่เท่ากัน และยังเป็นองค์ประกอบให้เกิดสีสันในเนื้อดินแตกต่างกันอีกด้วย แหล่งดินที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดราชบุรี นครราชสีมา เป็นต้น

2. คุณสมบัติและแหล่งเกิดของดินสโตนแวร์ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์อายุวัฒน์ สว่างผล. 2525 : 37)

ดินสโตนแวร์ (Stone ware Clay) เป็นดินที่มีความเหนียวมากและทนไฟสูงในแหล่งธรรมชาติที่พบมักมีสีน้ำตาล เมื่อเผาแล้วมีความพรุนตัวน้อย เช่น ดินในจังหวัดราชบุรี บ้านด่านเกวียน เป็นต้น เนื้อดินจะมีเนื้อหยาบ นิยมนำมาปั้นผลิตภัณฑ์ประเภทของใช้ เครื่องประดับบ้าน ดินชนิดนี้บางแหล่งมักมีแร่ธาตุเจือปนอยู่มาก เช่น ผลิตภัณฑ์บ้านด่านเกวียน จังหวัดนครราชสีมา เมื่อเผาในอุณหภูมิที่สูงจะปรากฏแร่เหล็กหลอมละลายติดที่ผิวผลิตภัณฑ์ บางครั้งจะปรากฏผิวมันวาวสวยงามโดยไม่ต้องเคลือบ นั่นคือเนื้อดินที่มีแร่เหล็กหลอมละลายเมื่อ เผาไฟสูง แต่ไม่นิยมนำดินนี้มาปั้นผลิตภัณฑ์เคลือบขาว เพราะทำให้สีเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่ขาวตามต้องการ

ในปัจจุบัน เนื้อดินสโตนแวร์มักมีคุณภาพต่ำ เนื่องจาก โรงงานไม่สามารถหาแหล่งดินได้กว้างขวาง และมีราคาแพงจึง จึงใช้ผงหินและทรายละเอียดผสมในเนื้อดินอิฐเทนแวร์ หรือดินทนไฟแล้วเคลือบด้วยเคลือบซีเถ้า เช่น โองเคลือบราชบุรี เป็นต้น หรือผลิตภัณฑ์จาก บ้านด่านเกวียนก็จะใช้ทางมะพร้าว หรือทางตาล ไม้ไผ่แห้ง ช่วยในการเผา เพราะทางมะพร้าว หรือ ทางตาล ไม้ไผ่แห้งเป็นพื้นที่มีความเค็มในเนื้อพื้น และให้ความร้อนที่สูงมาก เมื่อเผาไหม้จะเกิดไอเกลือระเหยไปยังที่ผิวผลิตภัณฑ์ เกิดมันวาวได้เช่นกัน และเป็นการลดต้นทุนการผลิต อีกทางหนึ่ง

### 3. ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ (Stoneware)

เนื้อดินปอร์ซเลนและสโตนแวร์มีองค์ประกอบที่แตกต่างกันที่ปริมาณออกไซด์ของเหล็กและความบริสุทธิ์ของเนื้อดินมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์มีจุดสุกตัวต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ปอร์ซเลน คือ ที่อุณหภูมิ 1,200 – 1,285 องศาเซลเซียส เนื้อดินสโตนแวร์มีคุณสมบัติที่มีความเหนียวมากกว่าดินปอร์ซเลนและเหมาะอย่างยิ่งในการนำไปใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและการขึ้นรูปอิสระข้างบนจำนวนไม่น้อยที่พอใจกับสีสนของผลิตภัณฑ์ สโตนแวร์ที่เกิดจากการเผาด้วยเตาแก๊สหรือเตาน้ำมันในบรรยากาศที่ไม่สมบูรณ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะปรากฏสีครีมไปจนถึงน้ำตาลอ่อนบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ สโตนแวร์เนื้อดินชนิดนี้มักจะมีดินเชื่อมผสมอยู่ เพื่อให้เนื้อดินมีความแข็งแรงสามารถขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้โดยง่าย สูตรดินสโตนแวร์ ที่ใช้ได้ผลดีคือ

ดินสโตนแวร์	55	ส่วน
ดินบอลเคลย์	20	ส่วน
ทรายแก้ว	15	ส่วน
หินฟันม้า โฟแทส	10	ส่วน (Rhodes, 1973)

เนื้อดิน สโตนแวร์โดยทั่วไป หมายถึง ดินที่ขุดพบในแหล่งธรรมชาติที่มีความทนไฟสูง 1,200 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ดินสโตนแวร์เป็นดินสำเร็จรูปเผาในอุณหภูมิสูงที่ผสมไว้โดยธรรมชาติ คือ มีวัตถุดิบที่เป็น

ตัวหลอมละลายปนอยู่ในดินปริมาณเพียงพอ เนื้อดินมีความเหนียวและมีทรายปนอยู่ในปริมาณมาก จึงเป็นดินที่มีส่วนประกอบของวัตถุบดทั้ง 3 ชนิดครบ ต่าง กลาง และกรดตัวทวนไฟ ไม่ต้องผสมวัตถุบดชนิดอื่นเพิ่มก็สามารถนำมาขึ้นรูปได้ทันทีที่เหมาะสมสำหรับการเผาในอุณหภูมิสูงดินแต่ละแหล่งแตกต่างกันไป บางชนิดเหนียวมากบางชนิดเหนียวน้อย เมื่อเผาแกร่งถึงจุดสุกตัวและดูดซึมน้ำ ต่ำไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดินเป็นสีที่บดแสงมีสีต่างกันตั้งแต่สีขาวอมเหลือง สีเทา และสีน้ำตาล บางครั้งมีจุดสีดำในเนื้อดินทำให้ดูแปลกกว่าเนื้อดินชนิดอื่นมีทั้งจุดละเอียดและจุดหยาบใช้น้ำยาเคลือบที่เผาในอุณหภูมิสูงสุกตัวพร้อมกับเนื้อดิน คุณภาพของน้ำยาเคลือบดีกว่าเคลือบอุณหภูมิต่ำมีผิวสัมผัสน้ำใช้ และผิวเคลือบแข็งทนทานทำให้เนื้อดินแข็งแรงมากยิ่งขึ้น ผลิตภัณฑ์มีทั้งชนิดเคลือบและชนิดไม่เคลือบ ดินสโตนแวร์ที่ดีต้องมีช่วงการเผายาวและสามารถเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ หรือรีดักชันได้โดยไม่ยุบตัว

ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ (Stoneware) จำแนกออกได้เป็นหลายประเภทคือ

1. สโตนแวร์จากดินธรรมชาติชนิดเดียว
2. สโตนแวร์เนื้อละเอียด
3. สโตนแวร์เนื้อวิหเทรียส (เครื่องสุขภัณฑ์)

### สโตนแวร์จากดินธรรมชาติชนิดเดียว (Natural Stoneware)

เนื้อดินสำเร็จรูปสโตนแวร์ในแหล่งธรรมชาติหาได้ตามที่ราบลุ่มใกล้ภูเขาต่างๆ ไปครั้งมีสีเทาสีดำ และสีน้ำตาลอ่อน ดินสโตนแวร์เป็นดินเหนียวธรรมชาติสามารถนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์เนื้อ หยาบ เช่น ท่อระบายน้ำ โอ่งราชบุรี ไหมน้ำปลา ไหมปลาร้า กระถางแช่ข้าว และ กระถาง ต้นไม้ เคลือบขี้เถ้า หรือผลิตภัณฑ์ด้านเกวียน เป็นต้น

โดยปกติเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ที่ใช้ในโรงงานขนาดเล็กเพื่อให้ช่างปั้นขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ต้องเตรียมเนื้อดินที่มีความเหนียวมากกว่าโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์อาจจะต้องนำดินสโตนแวร์ที่ขุดเองหรือซื้อดินดิบมาเป็นคักรวด โดยล้างบดก่อนใช้เพื่อกำจัดเศษวัสดุในเนื้อดินออกก่อนนำมาปั้น แต่ถ้าเป็นโรงงานทำโอ่งหรือกระถางที่ใช้ดินชนิดหยาบ ไม่จำเป็นต้องนำดินมาผ่านการล้าง สามารถนำดินมาขนาดผสมกับน้ำให้มีความชื้นผสมพร้อมที่จะขึ้นรูปได้ทันที

สูตร 1 ดินสโตนแวร์โรงงานศรีวรรณฯ จ. เชียงใหม่

เผาที่ 1,300 องศาเซลเซียส บรรยากาศเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์

ดินสโตนแวร์แม่แดง ร้อยละ 100

กระบวนการผลิต

แหล่งดินอยู่ที่บ้านสันป่าตอง อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ เจ้าของโรงงานขุดแหล่งดินนี้ขึ้นมาใช้ในโรงงานและแบ่งขายให้กับโรงงานอื่นๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะดินที่ขุดได้เป็นดินปนทรายสีน้ำตาลปน

เทา ถ้านำมาทำกระถางก็ใช้ดินนี้ตากแห้งบดย่อยให้เป็นฝุ่นผง นวดผสมกับน้ำ นำมาปั้นได้เลยแต่ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นเล็กจะร่อนดินผ่านตะแกรงเอาเม็ดทรายหยาบออก แล้วจึงนำมาปั้นขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนหรือเตรียมน้ำดินหล่อโดยผสมกับดินขาว 1 : 1

เผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์พูนตัวดูดี น้ำเคลือบได้ดี การตกแต่งต่อเติมลวดลายใช้น้ำเคลือบแต้มเป็นสีต่างๆ และบางแห่งเว้นสีเนื้อดินไว้ไม่เคลือบ น้ำเคลือบใช้ซีเถ้าไม่ผสม 50 : ดินหนานา 50 เเผา แล้วได้สีเขียวใบไม้ในบรรยากาศการเผาแบบสันดาป ไม่สมบูรณ์ที่ 1,300 องศาเซลเซียส (RF.) เนื้อดินหลอมตัวแน่น สีของเนื้อดินเป็นสีน้ำตาลอ่อนอมส้ม ผิวดินเป็นมันเงา ดินและเคลือบสุกตัวพร้อมกันในอุณหภูมิสูง 1,300 องศาเซลเซียส (RF.)

#### คุณสมบัติของดินแม่แต่ง

ก่อนเผา	มีความเหนียวมากขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้ง่าย มีทรายเจือปนมาก
หลังเผา	เผาที่ 750 องศาเซลเซียส
	เผาเคลือบที่ 1,300 องศาเซลเซียส(RF.)
	น้ำเคลือบ ซีเถ้าไม่ผสม 50 : ดินหนานา 50
	การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 0-1
	การหดตัว ร้อยละ 12

สีและลักษณะดิน ผิวดินหลอมตัวเป็นมันสีน้ำตาลอ่อนมีเม็ดเฟลด์สปาร์ใสๆ หนูนอกมาบนผิวดิน และในเนื้อดินมีจุดดำๆ ของแร่เหล็ก

สูตร 2 ดินโรงโองเถ้าเฮงปู่ จังหวัดราชบุรี 1,140 – 1,160 องศาเซลเซียส (OF.– RF.)

ดินทุ่งอรัญญิก 100

#### กระบวนการผลิต

แหล่งดินที่ใช้ปั้น โองและกระถางในจังหวัดราชบุรี อยู่ที่ ต.หุลุมดิน อ.เมือง จ.ราชบุรี ซึ่งเป็นแหล่งดินที่อยู่ใกล้กับวัดทุ่งอรัญญิก บางครั้งเรียกว่าดินทุ่งอรัญญิก สีดินที่ขุดได้ก่อนเผา สีชมพูอมส้มมีความเหนียวละเอียดไม่มีเม็ดทรายเจือปน ถ้าใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กไม่ต้องผสมทรายเพิ่ม แต่ถ้านำมาปั้นโองหรือกระถางจะต้องเติมทราย 3 – 5 เปอร์เซ็นต์ นวดผ่านเครื่องรีดดิน เพื่อช่วยผลิตภัณฑ์ในการผึ่งแห้งลดการหดตัว และเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ที่ขึ้นงานมีความหนาเกินครึ่งนิ้ว

#### คุณสมบัติของดินทุ่งอรัญญิก จ.ราชบุรี

ก่อนเผา มีความเหนียวสูง เนื้อดินละเอียดไม่มีเม็ดทราย

หลังเผา เเผาเคลือบเพียงครั้งเดียวที่อุณหภูมิ 1,160 – 1,180 องศาเซลเซียส(OF – RF)

ใต้เตาพื้นดูซึมน้ำร้อยละ 1-2 สีและลักษณะดิน ผิวดินหลอมตัวมัน สีดิน สีน้ำตาลแดงหรือน้ำตาลแก่ บางครั้งมีรอยตำหนิของเศษหินและวัสดุที่หลอมละลายในเนื้อดินเนื่องจากดินไม่ได้ผ่านการล้าง

น้ำเคลือบ เผาที่ 1,160 องศาเซลเซียส

ซีเถ้าไม้ 1 ส่วน : ดินซีเถ้า 3 ส่วน (จากห้องร่องในสวนผัดและคูน)

เติมเบอริกออกไซด์ ร้อยละ 6 – 8

(เผาครั้งเดียวโดยใช้เตาพื้น 1,160 – 1,180 องศาเซลเซียส (OF. – RF)

### สโตนแวร์เนื้อละเอียด (Fine Stoneware)

เตรียมส่วนผสมของดินที่ล้างแล้ว เช่น ดินดำ ดินขาว ดินขาว และมีส่วนผสมของวัตถุดิบที่ไม่มี ความเหนียว เช่น เฟลด์สปาร์และซิลิกา ใช้ทำผลิตภัณฑ์ถ้วยชามบนโต๊ะอาหารหรืองานกึ่งอุตสาหกรรม เช่นผลิตภัณฑ์เคลือบสีลาด และเคลือบที่บสีอื่นๆ อาจเตรียมโดยใช้ดินที่เผาในอุณหภูมิสูง 2-3 ชนิดผสม เข้าด้วยกัน เพื่อให้เนื้อดินมีคุณภาพสม่ำเสมอยิ่งขึ้นป้องกันการเปลี่ยนแปลงของดินที่จะเกิดปัญหาขึ้นได้ ควรเลือกใช้แหล่งดินที่มีปริมาณมากและมีคุณภาพค่อนข้างสม่ำเสมอว่าดินชนิดอื่นในอัตราส่วน 2:1:1

เนื้อผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ที่ใช้ผลิตถ้วยชามและอุปกรณ์เคมามีสูตรพื้นฐานคือ

สัดส่วนของดิน (ดินขาว+ดินดำ) ร้อยละ 30 – 70

สัดส่วนของซิลิกา ร้อยละ 30 – 60

สัดส่วนของเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 5 – 25

(Singer, F.&S. 1978 Industrial Ceramics. Pp. 433 – 438)

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่หรือผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาเกินครึ่งนิ้วประมาณ 1.5 เซนติเมตร ควรเติมดินเชื้อ (grog) เพิ่มในสูตรดิน ถ้าผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่มากปริมาณของดินเชื้อควรเพิ่มมากขึ้นด้วย เพื่อป้องกันการหดตัวและการแตกร้าว ดินเชื้อ คือดินผ่านการเผาแล้วไม่หดตัวอีกดังแสดงในตาราง

ตาราง 2.1 แสดงสูตรดินสโตนแวร์เนื้อดินละเอียดเผาในอุณหภูมิระหว่าง 1,240 – 1,260 องศาเซลเซียส  
(Norton, F.H. 1970 Fine Ceramics. Pp. 313 – 326)

สูตรดินสโตนแวร์เนื้อละเอียด 1,240 – 1,260 องศาเซลเซียส (OF. – RF)									
วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8	สูตรที่ 9
ดินขาว	21.7	28	24	18	38	34.5	22	15	21
ดินบอลเคลย์	10.2	25	28	28	17	16.5	30	36	31
ซิลิกา	48.3	36	35	32	32	35.5	33	36	34
เฟลด์สปาร์	19.8	11	13	12	13	13.5	15	13	14

คุณสมบัติของดินสโตนแวร์ที่ดี (ตัวอย่างจากโรงงานในประเทศไทย)

ก่อนเผา ดินเหนียวมีอัตราส่วนของน้ำ ร้อยละ 22

ความแข็งแรงของดินดิบ 57 กก./ซม<sup>2</sup>

หลังเผา หดตัว ร้อยละ 8.2

ดูดซึมน้ำ ร้อยละ 1

อัตราขยายตัวที่ 500 องศาเซลเซียส = ร้อยละ 0.282

อัตราขยายตัวที่ 600 องศาเซลเซียส = ร้อยละ 0.351

(Ryan. W. and Radford, C. 1987 Whiteware. Pp. 51 – 52)

นอกจากนี้ยังมีดิน สโตนแวร์อื่นๆ ที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละโรงงานที่เตรียมขึ้นเอง เช่น ดิน สำหรับเผาเคลือบเคลือบ ดินสโตนแวร์ที่มีสีคล้ำและดินสโตนแวร์ที่มีเม็ดหรือจุดในเนื้อดินเหมาะสำหรับใช้ในการขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน

สูตร 10 ดินสโตนแวร์สำหรับเผาเคลือบเคลือบ 1,280 – 1,300 องศาเซลเซียส (RF.)

(วัตถุดิบ) (ร้อยละ)

ดินขาว 68

ดินทนไฟ 15

ดินบอบเคลย์ 10

ควอตซ์ขนาด# 30 เมช 7

สูตร 11 ดินสโตนแวร์สีฟางข้าว 1,230 องศาเซลเซียส (OF.)

(วัตถุดิบ) (ร้อยละ)

ดินทนไฟ	60
ดินดำ	30
ทัลค์	10

สูตร 12 ดินสโตนแวร์สีน้ำตาล 1,260 – 1,280 องศาเซลเซียส (RF.)

(วัตถุดิบ)	(ร้อยละ)
ดินทนไฟ	45
ดินดำ	30
โพแทสเซิลด์สปาร์	10
ทัลค์	5
ดินแดง	5
ดินเชื้อเม็ดละเอียด	5
เติม ผงเหล็กดำ ร้อยละ	3

สูตร 13 เนื้อดินแอสเบอรัสโตนแวร์สีฟ้าไม่เคลือบ เเผาแกร่ง 1,280 องศาเซลเซียส (OF)

(วัตถุดิบ)	(ร้อยละ)
ดินบอลเคลย์ (บริสุทธิ์ ไม่มีแร่เหล็ก)	30
ควอทซ์	7
แบเรียมซัลเฟต (barytes)	63
เติม โคบอลต์ออกไซด์ ร้อยละ	0.2

เนื้อดินแอสเบอรัสแวร์ของโรงงานเวสต์จูดประเทศอังกฤษประกอบด้วย แบเรียมซัลเฟต หรือคาร์บอนเนตในปริมาณสูง ซึ่งเป็นวัตถุดิบทนไฟที่เผาในอุณหภูมิสูงได้โดยไม่ยุบตัว เป็นเนื้อดินที่ทนต่ออุณหภูมิการเผาได้ดีมาก แต่เนื้อดินหลอมละลายเป็นแก้วในปริมาณเล็กน้อยดังนั้นเนื้อดินจึงไม่โปร่งแสง ถึงแม้ว่าจะเผาในอุณหภูมิสูง

สูตร 14 เนื้อดินแอสเบอรัสฟ้าทึบไม่เคลือบ เเผาแกร่ง 1,400 องศาเซลเซียส (OF)

(วัตถุดิบ)	(ร้อยละ)
เฟลด์สปาร์	40
แบเรียมคาร์บอนเนต	20
ดินขาว	20
ดินบอลเคลย์	20

เติม โคบอลต์ออกไซด์ ร้อยละ 0.4 (หรือโคบอลต์คลอไรด์)

ตาราง 2.2 สูตรดินสโตนแวร์เผาระหว่างอุณหภูมิ 1,220 – 1,260 องศาเซลเซียส (Norsker, H. 1990 : Clay Materials. P.73)

สูตรดินสโตนแวร์ 1,220 – 1,260 องศาเซลเซียส					
วัตถุดิบ	1	2	3	4	5
ดินขาว	66	30	-	30	-
ดินเอิร์ทเทนแวร์	-	10	-	15	40
ดินขาวเกาหลี	-	-	20	20	25
ดินเหนียว	-	30	40	10	-
ดินทนไฟ	-	30	-	-	20
เฟลด์สปาร์	28	-	-	5	-
ทัลค์	-	-	30	5	-
ควอตซ์	-	-	5	-	15
ดินเชื้อ	6	-	5	15	-

ในสูตรดินสโตนแวร์ทุกสูตรถ้าต้องการเพิ่มสีดินให้มึ่น้ำตาลเข้มควรเติมผลเหล็กดำ ผงเหล็กแดง อลูมิเนียมออกไซด์ หรือผงแมงกานีสในเนื้อดินประมาณ 4 – 6 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักดินแห้ง เพื่อความเปลี่ยนแปลงของสีดินก่อนเลือกตัวอย่างสีที่ต้องการออกมาผสมในปริมาณมากสามารถกรองออกไซด์ผ่านตะแกรงละเอียด ใส่ในดินหล่อได้โดยไม่ต้องบด ถ้าบดเม็ดสีจะกลืนหายไปเนื้อดิน ดินที่เติมแร่เหล็กจะมีจุดหลอมต่ำลง

เนื้อดินแจสเปอร์แวร์และบาซอลท์แวร์ (Jasper & Basit ware)

นอกจากสูตรดินที่เตรียมโดยวัตถุดิบพื้นฐานง่ายๆ โดยใช้วัตถุดิบที่บ้านเราแล้ว ยังมี เนื้อดินสูตรต่างประเทศของโรงงานเวดจ์วูด (Wedgwood) ประเทศอังกฤษ ที่ทำผลิตภัณฑ์ประเภทของตกแต่งบ้าน ของที่ระลึกด้วยดินสโตนแวร์เนื้อละเอียดที่ผสมสีในเนื้อดินเป็นสีต่างๆ เช่น สีฟ้า เรียกว่า ผลิตภัณฑ์แจสเปอร์แวร์ สีดำ เรียกว่า บาซอลท์แวร์ นอกจากนี้ยังมี สีชมพูและ สีเขียวหม่น อีกด้วย ตกแต่งด้วยวิธีติดลายนูนด้วยดินสีขาวบริสุทธิ์เนื้อละเอียดบนผิวผลิตภัณฑ์นิยมขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อน้ำดินและวิธีจี้กเกอร์

โคบอลต์ออกไซด์จะต้องบดจนละเอียดเนียนไม่เป็นเม็ด บดนานมากเป็นพิเศษถ้าบดไม่ละเอียดเนื้อดินหลังการเผาจะเป็นจุดสีหยาบๆ เห็นเป็นตำหนิไม่สวยงาม ส่วนสีเขียวและสีชมพู สามารถใช้สีสะเตนได้เคลือบผสมผลในเนื้อดิน 5-7 องศาเซลเซียส แล้วแต่ความเข้มของสีสะเตน ควรทดสอบดูก่อน

คุณสมบัติหลังการเผา

ดินแอสเบออร์แวร์แกร่งเนื้อดินสีฟ้าเนียนละเอียดคล้ายเนื้อปอร์ซเลน ดูดซึมน้ำ ประมาณ ร้อยละ 0-1 ไม่โปร่งแสงสีฟ้าดำ เนื้อดินบาซอลท์แวร์เป็นดินเนื้อเนียนละเอียดดำหลังการเผาในเนื้อดินประกอบด้วยแร่เหล็ก แร่แมงกานีสออกไซด์ แร่เหล็กเหลืองในดินเหลือง หรือสีฝุ่นสีเหลือง ที่มีแร่เหล็กปนฝรั่ง เรียกว่า ไอคเคอร์ (Ochre) เมื่อเผาในอุณหภูมิสูงในบรรยากาศรีดักชัน หินผุ หรือเฟลด์สปาร์จะหลอมเป็นเนื้อแก้วรวมกับแร่เหล็กและแมงกานีสได้เนื้อดินสีดำ

สูตร 15 เนื้อดินบาซอลท์แวร์สีดำไม่เคลือบ เเผาแกร่ง 1,140 องศาเซลเซียส (RF.)

(วัตถุดิบ)	(ร้อยละ)
ควอตซ์	1
โซนาสโตน	44
ดินเหลือง (Ochre)	44
แมงกานีสไดออกไซด์	19 (ใช้เตรียมน้ำดินหล่อได้)

คุณสมบัติหลังการเผาในบรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ (RF.)

เนื้อดินแกร่งเป็นสีดำด้านคล้ายเนื้อปอร์ซเลน ดูดซึมน้ำประมาณ ร้อยละ 0-1 ไม่เคลือบเนื้อดินสุกตัวแกร่งคล้ายแก้วสีดำทึบแสง

สูตรดินแอสเบออร์แวร์และบาซอลท์คัดลอกจาก (Norton, F.H. 1970 Fine Ceramics. Pp. 275-76 : 472 – 473)

**สโตนแวร์เนื้อวิทเทรียส (Vitreous Stoneware or Vitreous China)**

เนื้อดินชนิดวิทเทรียส หมายถึง ดินที่มีความแกร่งสูง มีเนื้อคล้ายแก้วค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับศูนย์ (0-0.2) แม้ว่าเคลือบจะแตกเป็นตำหนิแต่กรใส่ น้ำก็จะยังไม่รั่วซึมเพราะเนื้อดินแกร่ง เนื้อดินวิทเทรียสโซนาตามมาตรฐานของอังกฤษจะต้องดูดซึมน้ำไม่เกิน 0.5 เปอร์เซนต์โดยปกติเนื้อดินวิทเทรียสจะมีสีค่อนข้างขาว สีขาวทึบแสง เผาจนสุกตัวเนื้อแกร่งคล้ายแก้ว นิยมใช้ทำ ผลิตภัณฑ์เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ในห้องเคมี เคลือบด้วยสีทึบแสง เช่น สีขาวทึบ สีแดง และสีน้ำเงินปิดบังเนื้อดินไว้ผลิตภัณฑ์เครื่องสุขภัณฑ์ได้แก่ โถส้วม ถูบรจุน้ำชักโครก โถปัสสาวะ และอ่างล้างมือที่ใช้ในโรงพยาบาลหรือ

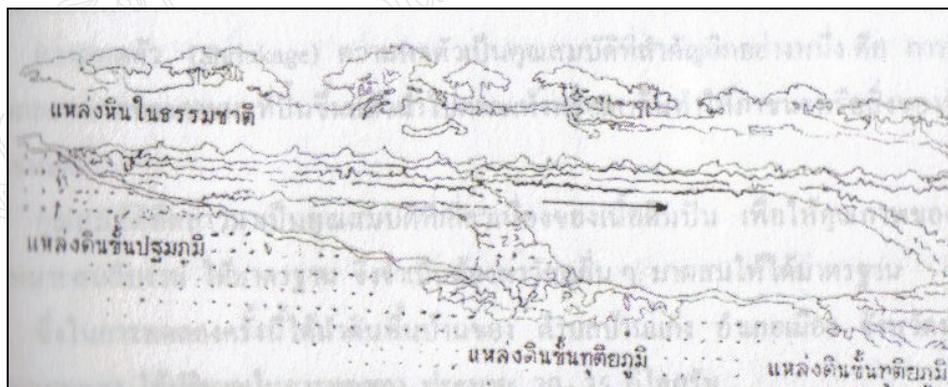
ห้องปฏิบัติการเคมี ผลิตภัณฑ์สุกัณท์ขนาดใหญ่ๆ มีความหนามากกว่าครั้งนี้จะผสมดินทนไฟ (Fire clay) ลงในเนื้อผลิตภัณฑ์ด้วย เพื่อเพิ่มความแข็งแรงก่อนเผาให้ตั้งอยู่ในรูปทรงสามารถเคลื่อนย้ายไป ตกแต่งเคลือบและเข้าเตาเผาได้ปลอดภัย

## วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย

### 1. เนื้อดินพื้นบ้าน

เนื้อดินพื้นบ้านที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ดินพื้นบ้านของชุมชนบ้านมอญ ตำบลบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้จึงได้มีการนำดินชนิดนี้มาทำเป็นหัตถกรรมพื้นบ้านประจำตำบลและหมู่บ้าน โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตนั้นจะเป็นจำพวก กระจ่างต้นไม้ อ่างโอ่ง ไห แจกัน เล็กและใหญ่ เป็นต้น ซึ่งเนื้อดินที่ใช้นั้นจะนำมาผสมกับทรายและบดให้เข้ากัน โดยใช้เครื่องรีดดินออกมาเป็นแท่งพร้อมสำหรับใช้ในการปั้นได้เลยเมื่อรีดแล้วจึงนำมาขึ้นรูปให้ เป็นผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ หลังจากนั้นจึงรอให้หมาดหรือ แห้ง แล้วจึงนำเข้าเตาเผา เตาพื้นบ้านที่ต้องเผากันประมาณ 7 วัน แล้วถึงจะนำออกจากเตาได้ เนื้อดินพื้นบ้านชนิดนี้สามารถทนไฟได้ที่อุณหภูมิ 700 – 800 องศาเซลเซียส จากการนำดินพื้นบ้านนี้มาเผาทดสอบกับเตาไฟฟ้า

ชนิดของดินเหนียว (บุญรัตน์ พิชญไพบุลย์.2538:6) ดินเหนียวเมื่อถูกขุดขึ้นมาแล้วจะแยกออกได้เป็นสองชนิด (1) ดินหยาบ หรือดินปฐมภูมิคือ ดินที่ยังสลายตัวไม่หมดจากหินต้นกำเนิด ดินประเภทนี้มีความเหนียวน้อย เนื่องจากอนุภาคของเนื้อดินมีขนาดใหญ่



ภาพ 2.1 แหล่งดินเหนียวตามธรรมชาติมักเกิดขึ้นจากการกระทำของกระแสน้ำ กระแสลมชะล้างหรือพัดพาเศษหินและแร่ธาตุจากแหล่งหินบนภูเขาหรือที่ราบลงไปสะสมในบริเวณต่างๆ ทำให้เกิดเป็นแหล่งดินเหนียวที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน

(ที่มา : จิรพันธ์ สมประสงค์, 2535 : 24)

(2) ดินตะกอน หรือดินทุติยภูมิ เป็นดินที่เกิดจากการชะล้าง หรือถูกกัดกร่อนด้วยแรงทางธรรมชาติ ได้แก่ ลม ฝน หรือ กระแสน้ำ ดินประเภทนี้จะถูกพามาจากแหล่งหินที่กำเนิดโดยการกระทำของธรรมชาติ ซึ่งมีผลทำให้เกิดการผสมผสานกันและแตกตัวของแร่ธาตุ จึงทำให้ดินชนิดนี้มีความละเอียด และมีความเหนียวมากขึ้น

ในการทำเครื่องเคลือบดินเผาการเลือกใช้เนื้อดินปั้นถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากเพราะลักษณะของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นจะแตกต่างกัน ผู้ที่จะผลิตเครื่องเคลือบดินเผาจึงควรกำหนดคุณภาพของงานของตนเองให้เหมาะกับชนิด ประเภทและราคาของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับประโยชน์ของการใช้สอย เนื้อดินปั้นทำเครื่องเคลือบดินเผาไม่จำเป็นต้องผสมกับสารเคมีหรือหินเสมอไป ในบางครั้งอาจใช้ดินที่ขุดจากแหล่งดินตามธรรมชาติมาใช้ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์แต่คุณภาพของ ผลิตภัณฑ์อาจจะไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะหากผู้ผลิตมีความรู้ทางด้านฟิสิกส์และเคมีบ้างแล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำมีคุณภาพ ซึ่งพอจะสรุปข้อจำกัดของเนื้อดินปั้นไว้ดังนี้

ความเหนียว (Plasticity) ความเหนียวของเนื้อดินปั้น จะเหมาะสมกับการปั้น หรือไม่ขึ้นอยู่กับกระบวนการผสมเนื้อดินกับน้ำ หากปั้นบนแป้นหมุนที่เร็วมากต้องใช้น้ำที่ผสมให้เหนียวมากแต่ถ้าปั้นด้วยมือหรือบนแป้นหมุนช้า เนื้อดินปั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีความเหนียวมากนัก

ความพรุนตัว (Porosity) ความพรุนช่วยให้หน้าที่ผสมกับเนื้อดินปั้นให้เหนียวระเหยไปจากสิ่งที่เป็นแล้ว ถ้าไม่มีความพรุนเครื่องปั้นจะแตกเมื่อเวลาเผา เครื่องปั้นบางอย่างทำจากดินเหนียวมากเมื่อเวลาตากให้แห้งหรือเผา เครื่องปั้นดินเผาจะเปื่อยหรือยุบเปลี่ยนไป ทั้งนี้เนื่องจากความพรุนในเนื้อดินปั้นทำให้ระเหยไปได้ไม่สะดวก

ความหดตัว (Shrinkage) ความหดตัวเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ การเปลี่ยนเนื้อดินปั้นและขนาดของภาชนะที่ปั้นขึ้นแล้วนำไปตากแห้งหรือเผาดินทำให้ภาชนะหรือสิ่งของที่ปั้นหดตัวเล็กลงจากเดิม

คุณสมบัติที่กล่าวมาเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องของเนื้อดินปั้น เพื่อให้คุณภาพของดินปั้นดีมีความเหมาะสมกับงาน ได้มาตรฐาน จึงจำเป็นต้องหาวัสดุอื่นๆ มาผสมให้ได้มาตรฐาน

ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ได้นำดินพื้นบ้านของ ตำบลบ้านแก่ง อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์มาทำการทดลอง ใช้ปริมาณในการทดลอง ประมาณ 30 – 35 กิโลกรัม

## 2. ควอตซ์

หินควอตซ์ (Quartz) หรือหินเขี้ยวหนุมานเป็นวัตถุดิบที่ทำหน้าที่เสมือนโครงกระดูกของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ส่วนดินนั้นทำหน้าที่เสมือนเป็นเนื้อและส่วนอื่นๆ ของเครื่องปั้นดินเผา ทั้งนี้เพราะหินเขี้ยวหนุมานช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งแรงไม่โค้งงอ ทั้งยังช่วยให้การขยายตัวก่อนและหลังเผา

ของผลิตภัณฑ์ลดน้อยลงในเนื้อดินปั้นด้วยขามชั้นดี จะมีหินเขี้ยวหนุมานผสมอยู่ 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2527 : 56)

หินควอตซ์เป็นสารประกอบของซิลิกาที่เกิดขึ้นในธรรมชาติมีความบริสุทธิ์มากกว่า วัตถุประสงค์ชนิดอื่นๆ ที่เป็นสารประกอบอย่างเดียวกัน มีความแข็งแกร่งและคมมาก การบดย่อยให้ละเอียดกระทำได้ยาก ลักษณะของหินควอตซ์ที่พบในประเทศ มีทั้งสีขาวและสีชมพู โรงงานเครื่องเคลือบดินเผาส่วนมากใช้หินควอตซ์จากแห่งนี้เป็นวัตถุดิบผสมเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ (กรมวิทยาศาสตร์. 2513 : 140)

### 2.1 การตรวจสอบหินควอตซ์ (Testing of Quartz)

การตรวจสอบว่าเป็นหินควอตซ์หรือไม่ โดยสังเกตลักษณะของความวาวคล้ายแก้วมีรอยเว้าโค้งคล้ายแก้วแตก ผลึกที่ปรากฏเด่นชัด และมีร่องขนานถี่ๆ ขวางในแนวระดับของหน้าผลึก (กรมทรัพยากรธรณี. 2526 : 270)

### แหล่งหินควอตซ์ในประเทศ (Sources of Quartz in The Country)

ในประเทศจะพบหินควอตซ์หลายชนิดด้วยกัน เช่น (ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ...:25)

หินควอตซ์จำพวกผลึกใส (Rock Crystal) พบที่เถิน ลำปาง น่าน อุตรดิตถ์ นครสวรรค์ ระนอง พังงา ภูเก็ต และนครศรีธรรมราช

หินควอตซ์สีม่วง (Amethyst) พบที่ลำปาง ตาก นครนายก

หินควอตซ์สีชมพู (Rose Quartz) พบที่จันทบุรี ราชบุรี ระนอง พังงา และภูเก็ต

หินควอตซ์ชนิดคาลซิโดนี อะเกต แจสเปอร์ พบที่ลำนารายณ์ ลพบุรี

แหล่งหินควอตซ์ในประเทศ ที่นำมาใช้เป่าวัตถุดิบผสมในเนื้อดินปั้น (Clay bodies) และน้ำเคลือบ (Glaze) จำนวนมากและมีคุณภาพดี ได้แก่

### แหล่งหินควอตซ์ เขาหินแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี

หินควอตซ์จากแหล่งเขาหินแก้วเป็นหินควอตซ์ชนิดใสแวววาวและมีชนิดสีขาวย สีชมพูปะปนบ้าง ลักษณะของแหล่งหินควอตซ์แหล่งนี้ เป็นภูเขาเตี้ยๆ ชาวบ้าน เรียกว่า เขาหินแก้วตั้งอยู่หลัก กม.ที่ 323.5 ถนนสุขุมวิท เลี้ยวทางซ้ายมือเข้าไปประมาณ 2 กม. แต่เดิมเป็นเขา หินควอตซ์ทั้งลูก แต่ปัจจุบันขุดนำมาใช้จนถึงระดับพื้นราบแล้ว ถึงกระนั้นก็ยังมียหิน ควอตซ์เหลืออยู่เป็นจำนวนมากได้ระดับพื้นดิน (กรมวิทยาศาสตร์. 2513:140)

ในการเตรียมเนื้อดินปั้น (Clay Bodies) หรือน้ำเคลือบอุณหภูมิสูง (High – Temperature Glaze) เช่น ผลิตภัณฑ์ปอร์ซเลนนิยมใช้หินควอตซ์แหล่งนี้มากเพราะเป็นหินควอตซ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ของซิลิกา สูงถึงร้อยละ 95 – 98

ในการเตรียมเนื้อดินปั้นหรือน้ำเคลือบผลิตภัณฑ์อิฐทเทนแวร์ อาจใช้ทรายละเอียดแทนหินควอตซ์ได้ เพราะทรายละเอียดจะมีเปอร์เซ็นต์ของซิลิกา ถึงร้อยละ 90 – 95 หรืออาจใช้ ทรายละเอียดแทนทรายละเอียดได้ด้วย เพราะทรายละเอียดจะมีเปอร์เซ็นต์ของซิลิกา ร้อยละ 85 – 90 นอกจากนี้ ทรายละเอียดยังเหมาะที่จะใช้เป็นวัสดุดิบในเคลือบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ได้ด้วย

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของกรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม พบว่าหิน ควอตซ์แหล่งเขาหินแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี มีสารประกอบต่างๆ คิดเป็นร้อยละได้ดังแสดงในตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 2.3 แสดงผลวิเคราะห์ทางเคมีของควอตซ์

สารประกอบ	ร้อยละ
Loss on Ignition (LOI)	0.05
Silica (SiO <sub>2</sub> )	98.90
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.80
Iron Oxide (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.10
Calcium Oxide (CaO)	0.05
Magnesium Oxide (MgO)	0.09

## 2.2 สมบัติทางกายภาพของหินควอตซ์ (Physical Property of Quartz)

สมบัติทางกายภาพ (Physical Property) ของหินควอตซ์ โดยทั่วไป พบว่ามีสมบัติ ดังนี้ (กรมทรัพยากรธรณี. 2526 : 224)

ความถ่วงจำเพาะ	2.651
จุดหลอมตัว	1728° เซลเซียส
ความแข็ง	7
สัมประสิทธิ์การขยายตัว	7.4 10 <sup>-6</sup> องศาเซลเซียส
ดัชนีหักเหของแสง	1.54
โครงสร้างของผลึก	ระบบเฮกซะโกนอล
รอยแตก	เว้า วาวคล้ายแก้ว
เนื้อ	สमानแน่น โปร่งใสถึงโปร่งแสง
การละลาย	ละลายได้ในกรดเกลือ

### 2.3 ลักษณะของหินควอตซ์ชนิดต่างๆ (กรมทรัพยากรธรณี. 2526:224-230)

หินควอตซ์ มีมากมายหลายชนิด สามารถแบ่งออกได้อย่างกว้างๆ เป็น 2 พวก คือ

- หินควอตซ์ที่เกิดเป็นผลึกหยาบ (Coarsely Crystalline Varieties)
- หินควอตซ์ที่เกิดเป็นผลึกเนียนละเอียด (Cryptocrystalline Varieties)

หินควอตซ์ที่เกิดเป็นผลึกหยาบ ได้แก่

- (1) ผลึกควอตซ์ใส (Rock Crystal) เป็นผลึกใสที่ไม่มีสี ไม่มีมลทิน จะประกอบด้วยซิลิคอนไดออกไซด์ ( $\text{SiO}_2$ ) มากมักพบว่าเกิดอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง
- (2) ควอตซ์สีม่วง (Amethyst) เป็นควอตซ์ที่มีสีอยู่ในช่วงสีม่วงคราม ถึงสีม่วงแดง คล้ายเม็ดมะพร้าวหรือจางกว่านี้ก็ได้ สาเหตุที่ปรากฏสีม่วงเนื่องจากมีแร่เหล็กเป็นมลทิน สีจะหายไปเมื่อเผาให้ร้อน ควอตซ์สีม่วงบางก้อนเมื่อเผาจะกลายเป็นสีเหลือง หรือสีเหลืองอมแดงจัดหรือสีเขียวอ่อนก็มี
- (3) ควอตซ์สีชมพู (Rose-Quartz) เป็นควอตซ์ที่มีลักษณะโปร่งใสถึงโปร่งแสง มีสีอยู่ในช่วงระหว่างสีชมพูอ่อนจนถึงสีแดงเข้ม ควอตซ์สีชมพูที่พบส่วนมากจะไม่ค่อยอยู่ในรูปของผลึก แต่จะปรากฏลักษณะที่เป็นเนื้อสมานแน่น (Massive Form) มลทินที่ทำให้เกิดสี ได้แก่ธาตุไทเทเนียม ควอตซ์สีชมพูบางก้อนจะปรากฏสีเส้นเป็นลายพาดเหลือง
- (4) ควอตซ์สีควันไฟ (Smoky Quartz) เป็นควอตซ์ที่มีสีอยู่ในช่วงสีเทา ควันไฟปนเหลืองกับสีน้ำตาลปนสีเทาของควอตซ์ที่มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Gavingorm Stone ซึ่งเป็นชื่อภูเขาในสกอตแลนด์ มลทินที่ทำให้เกิดสี เข้าใจว่าเกิดจากอำนาจของกัมมันตรังสีของแร่เรเดียมที่เจือปนอยู่ในหินที่เคยแวดล้อมควอตซ์ชนิดนี้อยู่ หรืออาจเป็นเพราะการฉายแสงของรังสีซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติก็ได้
- (5) ควอตซ์สีเหลือง (Citrine) คำว่า Citrine มีรากศัพท์มาจากภาษาฝรั่งเศส ว่า Citron ซึ่งแปลว่า มะนาว ควอตซ์ชนิดนี้เป็นควอตซ์ที่มีค่ามาก เพราะเกือบจะไม่มีตำหนิหรือมลทินเลย เป็นควอตซ์ที่มีสีอยู่ในช่วงสีเหลืองปนแดง สีส้ม และสีส้มอมน้ำตาล เหล็กเป็นตัวทำให้ควอตซ์สีเหลืองปรากฏเป็นสีต่างๆ ลักษณะสีเหลืองของควอตซ์ที่ปรากฏจะคล้ายโทแตส (บุษราคัมคาลังกา) มากจึงทำให้เข้าใจผิดได้บ่อยๆ
- (6) ควอตซ์สีนํ้านม (Milky Quartz) เป็นควอตซ์ที่มีลักษณะสีขาวขุ่นคล้าย นํ้านม เนื่องจากมีก๊าซและของเหลวเป็นมลทิน มีทั้งชนิดโปร่งแสงและทึบแสง เนื้อควอตซ์สมานแน่นบางก้อนจะมีความวาวคล้ายเทียนไข
- (7) ควอตซ์แก้วตาแมว (Cat's eye) มีลักษณะโปร่งแสงถึงกึ่งโปร่งใส สีมักจะอยู่ในช่วงสีขาวถึงสีน้ำตาลเทา สีเหลืองแกมเขียว สีดำ สีเขียวและสีเทา เมื่อนำมาเจียรระโนเป็นรูปโค้งหลังเต่าจะปรากฏแถบเหลืองคล้ายเส้นไหม เนื่องจากมีผลึกของแร่อื่นๆ หรือผลึกของควอตซ์เอง

(8) ควอตซ์แก้วตาเสือ (Tiger's eye) มีลักษณะโปร่งแสงถึงโปร่งใน สีที่ปรากฏมีตั้งแต่สีเหลืองแกมน้ำตาล ถึงสีน้ำตาลแดง สีส้มเงิน และอาจพบว่ามีสีแดงเข้มก็ได้ ควอตซ์ชนิดนี้มีลักษณะเหมือนแพรพราวเป็นแถบคล้ายไหม เนื่องจากควอตซ์เข้าไปแทนที่ในเนื้อของโครซิโดไลต์ (Crocidolite) ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นใยและการแทนที่นี้เป็นการแทนที่เรียกว่า "การสวมรูป" (Pseudomorph)

(9) รูทิลเทตควอตซ์ (Rutilated Quartz) เป็นผลึกควอตซ์ใส ไม่มีสี ในเนื้อควอตซ์มีรูทิล (Rutile) ซึ่งมีลักษณะคล้ายเข็มเย็บผ้า สีที่มักจะปรากฏในรูทิลเทตควอตซ์จะเป็นสีทองหรือสีแดง แทรกปะปนเป็นมลทิน นอกจากรูทิลแล้วอาจเป็นทัวร์มาลีน (Tourmaline) เอพิโดต (Epidote) แอกทิโนไลต์ (Actinolite) หรือแร่รูปเข็ม รูปเส้นใยชนิดอื่นๆ ก็ได้

(10) อะเวนจัวร์น (Aventurine) ควอตซ์ชนิดนี้เมื่อขยับ ไปมาจะปรากฏประกายระยับ แพรพราวเนื่องจากมีมลทินของแร่บางชนิดที่มีลักษณะเป็นเกล็ดเล็ก เช่นไมกา สีมาไทต์ฝังตัวอยู่ในควอตซ์อย่างไม่เป็นระเบียบ แล้วจึงสะท้อนแสงออกมาคนละทิศละทาง ทำให้ ปรากฏเป็นประกายระยิบระยับขึ้น ควอตซ์ชนิดนี้มีสีต่างๆ กันเช่น สีเทา สีเหลือง สีน้ำตาล เป็นต้น

(11) ควอตซ์สีน้ำเงิน (Blue Quartz) เป็นควอตซ์ที่มีลักษณะสีน้ำเงินหรือสีเทาอ่อนๆ เนื่องจากการกระจายแสงโดยมลทินรูปเข็มของรูทิลมากมาย มีเส้นพาดเหลืองบางๆ

### 3. โปแตสเฟลด์สปาร์ (Potash Feldspar) หรือที่เรียกว่า หินฟันม้า

เฟลด์สปาร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ โปแตสเฟลด์สปาร์มีคุณสมบัติ คือ

- เป็นตัวช่วยเสริม ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อแก้วขึ้นระหว่างเผาผลิตภัณฑ์
- ช่วยลดจุดสุกตัวให้กับผลิตภัณฑ์ทำให้เราสามารถเผาที่อุณหภูมิต่ำลงได้ ทั้งน้ำเคลือบและเนื้อดินปั้น
- ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ความโปร่งแสงได้ดี
- มีลักษณะเป็นผงสีขาว

เฟลด์สปาร์ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก ได้แก่ ชนิดที่มีสูตรเคมี  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$  เรียก โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ และ  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  เรียก โซเดียมเฟลด์สปาร์ ซึ่งชนิดหลังมักจะมีแคลเซียมอยู่ด้วย จังหวัดที่มีการผลิตเฟลด์สปาร์ คือ จังหวัดตาก นครศรีธรรมราช ราชบุรี กาญจนบุรี อุทัยธานี แม่ฮ่องสอน และเชียงใหม่

ชนิดของหินฟันม้ามี 3 ชนิด คือ (ทวี พรหมพุกษ์. 2523 : 63)

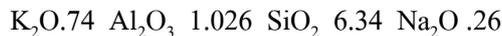
- (1) หินฟันม้าชนิดโปแตสเฟลด์สปาร์ (Potash Feldspar) Or Orthoclase

( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) ซึ่งมีสารประกอบของโปแตสเซียมอลูมิเนียมซิลิเกต (Potassium Aluminium Silicate) และอาจจะมีสารโซเดียมหรือแคลเซียมเล็กน้อยปะปนอยู่ด้วย หินฟันม้าชนิดนี้มีจุดหลอมตัวประมาณ 1,200 – 1,250 องศาเซลเซียส ใช้ผสมน้ำเคลือบและเนื้อดิน มีลักษณะเป็นผลสีขาวเหมือนแป้ง

(2) หินฟันม้าชนิดโซดาเฟลด์สปาร์ (Soda Feldspar) Or Albite ( $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) มีสารประกอบโซเดียมอลูมิเนียมซิลิเกต (Sodium Aluminium Silicate) หินฟันม้าชนิดนี้ใช้ผสมในน้ำเคลือบและให้คุณสมบัติต่ำกว่า Potass Feldspar มีลักษณะเป็นผงสีขาวเหมือนแป้ง

(3) หินฟันม้าชนิดคัลเซียมเฟลด์สปาร์ (Calium Feldspar) Or Anorthite, Lime Feldspar ( $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ) มีสารประกอบของแคลเซียมอลูมิเนียมซิลิเกต Calcium Aluminium silicate ใช้ผสมน้ำเคลือบเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะเป็นผงสีขาวเหมือนแป้ง

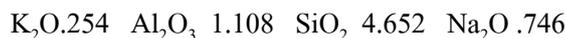
เนื่องจากหินฟันม้ามีหลายชนิดจึงได้มีผู้คิดและเตรียมหินฟันม้าตามสูตรใหม่ที่ใช้ในอุตสาหกรรม มีสูตรคือ



การเตรียมหินฟันม้าเพื่อใช้ในการรองงานอุตสาหกรรมนับว่าสำคัญมากทำให้ส่วนผสมที่ต้องตามความต้องการ

โดยเฉพาะหินฟันม้าสามารถเผาได้ถึง โคน 10 (cone 10) หรือมากกว่านั้นก็ได้เป็นเคลือบที่สวยงามมากชนิดหนึ่ง ซึ่งนิยมมากในสมัยราชวงศ์ซ้อง

หินฟันม้าที่มีชื่อว่า Nepheline Syenite ซึ่งนิยมใช้กันมากในงานอุตสาหกรรมซึ่งมีสูตร



นิยมใช้ผสมในน้ำเคลือบไฟไม่สูงมากนักให้ประโยชน์มากสำหรับผู้เตรียมเคลือบอุณหภูมิปานกลาง

#### 4. ดินขาว

ดินขาว มีชื่อเรียกตามภาษาสากลว่า Kaolinite ซึ่งมีรากศัพท์มาจากภาษาจีนว่า เกาเลียง (Kaoliang) เป็นชื่อของภูเขาที่มียอดแหลม (High Ridge) (กรมทรัพยากรธรณี 2526 : 212)

ดินขาวที่นำมาใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา นิยมเรียกว่า Kaolin หรือ China – Clay เพื่อเป็นเกียรติแก่ประเทศจีน ซึ่งเป็นผู้นำดินขาวมาใช้เป็นประเทศแรก

ดินขาว เป็นดินที่เกิดจากการที่แร่อะลูมิเนียมซิลิเกต (Aluminosilicates) ที่เป็นโครงสร้างของหินชนิดต่างๆ เช่น หินฟันม้า (Feldspar) ไมกา (Mica) หินควอตซ์ (Quartz) หินปูน (Lime Stone) ฯลฯ ที่ผุพังโดยบรรยากาศ (Weathering) และกระบวนการ Hydrolyzed ดินขาวมักจะเกิดบนที่ราบสูงทั่วไป จัดเป็นดินแรกเกิด (primary Clay) ซึ่งในบางแหล่งอาจพบใกล้แหล่งน้ำในที่ราบลุ่ม เนื่องจากการไหลตัวลงสู่ที่ราบโดยอาศัยกระแส น้ำพัดพาทำให้มีสีขาวหม่นค่อนข้างเป็นสีเทาบ้าง เหลืองอ่อนบ้าง

เนื่องจากสารมลทิน (Impurities) ต่างๆ ที่เจือปนในแหล่งสะสมใหม่ สารมลทินเหล่านี้ ได้แก่ แคลเซียม (Calcium) แมกนีเซียม (Magnesium) โซเดียม (Sodium) และโพแทสเซียม (Potassium) ซึ่งทำให้ความบริสุทธิ์ของเนื้อดินขาวลดน้อยลงและไม่สามารถแยกออกไปได้ ถ้าสารมลทินมีปริมาณมาก ความทนไฟของดินขาวจะน้อยลง เพราะสารมลทินเหล่านี้เป็นตัวช่วยหลอมละลาย (Flux) และถ้ามีเหล็ก (Iron Oxide) แมงกานีส (Manganese) และไทเทเนียม (Titanium) อยู่ด้วยจะทำให้ดินขาวแหล่งนั้นเปลี่ยนสีไปจากเดิม ปริมาณของสาร มลทินที่ควรมีได้ในดินขาว มีข้อจำกัดไว้ดังนี้ (กองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ: 10)

เหล็ก (Iron Oxide) ถ้าเกินกว่าร้อยละ 1.0 จะทำให้เกิดสีเหลือง และถ้ามีมากขึ้นไปอีก ก็จะทำให้เกิดสีแดง จนถึงเป็นสีดำ

แมงกานีส (Manganese) ถ้าเกินกว่าร้อยละ 0.1 จะทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้น

ไทเทเนียม (Titanium) ถ้าเกินกว่าร้อยละ 0.01 จะทำให้เกิดสีฟ้า

ดินขาวจากแหล่งต่างๆ เมื่อนำมาล้าง (Kaolin Treatment) เพื่อแยกสิ่งเจือปนออกไปแล้วจะมีลักษณะเป็นสีครีมและเมื่อแห้งจะมีลักษณะสีขาวเมื่อนำมาบดกับหัวแม่มือ จะแห้งเร็วและร่วนหลุดจากนิ้วมือโดยง่าย พร้อมทั้งเกิดคราบสีขาวติดค้างอยู่ที่นิ้วมือด้วย ทั้งนี้เพราะดินขาวไม่มีความเหนียวในตัวเองหรือมีความเหนียวน้อยมาก

จากการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง หรือเครื่องวิเคราะห์เอกซเรย์ จะพบว่าเม็ดดินขาวจะมีรูปเป็นผลึก ลักษณะแผ่นสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน หรือรูปหกเหลี่ยม รูปผลึกที่ปรากฏจะเป็นระบบมอนอคลินิก (Monoclinic System) มีแนวแตกเรียบที่สมบูรณ์ ความแข็ง 2-2.5 ถ.พ. 2.6 – 2.63 ไม่มีความยาว

ดินขาวที่ขุดขึ้นมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มีอยู่ 3 ชนิด คือ (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2541 : 41)

(1) ดินขาวที่มีความบริสุทธิ์และมีความทนไฟสูง สามารถนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาได้

(2) ดินขาวอีกชนิดหนึ่งเป็นเกรดของฟิลเลอร์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ ทำสี ยาง ยาฆ่าแมลง ปูน และอื่นๆ โดยใช้ดินขาวที่มีเนื้อสีขาวบริสุทธิ์ตามผลวิเคราะห์ทางเคมี แต่ไม่ได้นำไปเผาผ่านความร้อนในกระบวนการผลิต

(3) ดินขาวที่เป็นดินสอพองซึ่งไม่ใช่ดินขาว แต่เป็นปูนขาวชอล์ก (Chalk) หรือแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) เกิดจากผลึกของหินปูนตามธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นผลึกละเอียดสีขาว บางครั้งเป็นสีอมชมพู และน้ำตาลอ่อน ซึ่งใช้เป็นเนื้อดินปั้นขึ้นรูปไม่ได้ ใช้ผสมทำปูนซีเมนต์

ดินขาวที่มีความบริสุทธิ์สูง เผาแล้วได้สีขาวบริสุทธิ์ นิยมนำมาทำผลิตภัณฑ์ปอร์ซเลนโบนไฮน่า และผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่มีเนื้อสีขาวทุกชนิด ดังนั้นสีดินภายหลังการเผาเป็นสิ่งสำคัญมากขณะที่โรงงานผลิตกระเบื้องปูพื้นสนใจดินที่มีราคาถูกหุดตัวน้อย และมีปริมาณคาร์บอนต่ำ สามารถอัดเป็นแผ่น

ได้ง่ายโดยไม่บิ่นปรี้อแตกกร้าว สีดินจะเป็นสีเหลืองนวลหรือออกแดงเล็กน้อยไม่เป็นปัญหาส่วนโรงงาน  
 สุขภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยการหล่อหน้าดินจะเลือกใช้ดินคุณภาพดี เพื่อผสมน้ำดินหล่อสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาด  
 ใหญ่ๆ ให้ถอดพิมพ์ได้ง่าย มีออกไซด์ของเหล็กและไทเทเนียมอยู่ในปริมาณน้อย

#### 4.1 แหล่งกำเนิดดินขาว (Sources of Kaolin)

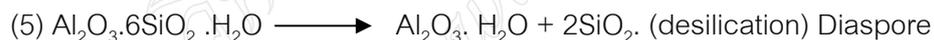
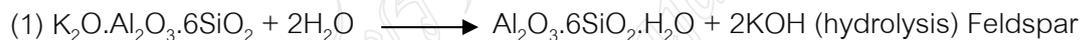
ดินขาวที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิด ซึ่งจำแนกความแตกต่างตามสารประกอบทางเคมีที่  
 เป็นองค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. ดินขาวที่มีสารประกอบของอะลูมิเนียมซิลิเกต
2. ดินขาวที่มีสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต

##### 4.1.1 ดินขาวที่มีสารประกอบของอะลูมิเนียมซิลิเกต

ดินขาวที่มีสารประกอบของอะลูมิเนียมซิลิเกต (Aluminium Silicate Compounds) เกิดจาก  
 การแปรสภาพของหินแกรนิต ที่ผุพังโดยบรรยากาศ (Weathering) และสภาวะแวดล้อมอื่นๆ จนกลายเป็น  
 สภาพเป็นดินขาวอยู่ในแหล่งเดิม กระบวนการเกิดดินขาวชนิดนี้ มีขั้นตอนของปฏิกิริยาต่างๆ

(The process of Chemical Equations) ดังนี้ (Felix Singer. 1963 : 12)



จากกระบวนการข้างต้น ทำให้ดินขาวชนิดนี้ มีสารประกอบที่เจือปนหลายชนิด ได้แก่

Alumina, Silica, Iron Oxide, Calcium Oxide, Magnesium Oxide, Sodium Oxide และ Potassium  
 Oxide ที่ยังไม่เปลี่ยนแปลงสภาพโดยสมบูรณ์ เมื่อนำมาล้าง จึงปรากฏสิ่งตกค้างบนตะแกรงร่อนที่มีเม็ด  
 หยาบ บางแห่งจะพบว่าเป็นเม็ดหิน หรือเม็ดทรายอย่างชัดเจน

ดินขาวที่มีสารประกอบของอะลูมิเนียมซิลิเกตเมื่อนำมาผสมกับน้ำจะมีความเหนียวสามารถ  
 ขึ้นรูปทรงได้ และเมื่อนำมาเผาถึงอุณหภูมิตั้งแต่ 800 องศาเซลเซียส ขึ้นไป จะแข็งตัว คงรูปอยู่ได้ ไม่แตก  
 ยุ่ยสามารถนำมาผสมกับวัตถุดิบอื่นๆ เพื่อเป็นเนื้อดินปั้น (Bodies) หรือผสมในน้ำเคลือบได้เป็นอย่างดี

การตรวจสอบดินขาวที่มีสารประกอบของอะลูมิเนียมซิลิเกต โดยใส่หลอดทดลองแล้วเติม  
 โคบอลต์ไนเตรท (CoNO<sub>3</sub>) ลงไปเล็กน้อย เพื่อให้เกิดความชื้น แล้วนำไปเผาด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์จะ  
 ปรากฏสีน้ำเงินขึ้น

ดินขาวที่มีสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate Compounds) เกิดจากการแปรสภาพของหินปูน ที่ผุพังโดยบรรยากาศ (Weathering) และสภาวะแวดล้อมอื่นๆ จนกลายเป็นดินขาวอยู่ในแหล่งเดิม หรือเคลื่อนไหลไปสู่ที่ราบลุ่มอื่นๆ ดินขาวชนิดนี้ชาวบ้านนิยมนำมาล้างกรองสิ่งเจือปนออกแล้วนำมาหล่อเป็นก้อนๆ ใช้ทำแบ่งผัดหน้า เรียกว่า “ดินกิน”

หินปูนที่เสื่อมสภาพผุกร่อนแต่ยังไม่เปลี่ยนแปลงสภาพเป็นดินขาว ชาวบ้านนิยม เรียกว่า “ปูนมาร์ล” ใช้ทำปุ๋ยให้แก่ต้นไม้ เพราะมีแร่ธาตุของโพแทสเซียมและโซเดียมเจือปนอยู่ด้วย

สารประกอบที่เจือปนอยู่ในเนื้อดินขาวชนิดนี้คือ แคลเซียมออกไซด์ (Calcium Oxide) กับคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide)

ดินขาวที่มีสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต เมื่อนำมาผสมกับน้ำ จะมีความเหนียวสามารถขึ้นรูปทรงได้ แต่เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิตั้งแต่ 500 องศาเซลเซียส ขึ้นไป จะสลายตัวแตกอยู่ไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ จึงไม่นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในเนื้อดินปั้น (Bodees) หรือในน้ำเคลือบ (Glaze) การตรวจสอบดินขาวที่มีสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต โดยการหยดกรดเกลือเข้มข้น (HCl) ลงไป จะเกิดฟองก๊าซอย่างรุนแรงเนื่องจากกรดเข้าไปทำปฏิกิริยากับในเนื้อดินทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นดังสมการ



การตรวจสอบดินขาวชนิดนี้อีกวิธีหนึ่ง คือ นำดินขาวมาเคล้ากับน้ำให้พอกคลึงเป็นเส้นเมื่อโค้งงอจะหักจากกันเป็นท่อนๆ หรือถ้าปล่อยให้ไหลไปตามฝ่ามือจะไหลตัวไปได้โดยง่ายคล้ายยางมะตอยชั้นที่ค่อยๆ ไหลออกจากถังและการจมตัวของเนื้อดินสูง จนทำให้ดินในแหล่งนั้นแน่นมากในท้องที่ตำบลหนองหัววัว อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นท้องที่ทำนา ชาวบ้านต้องใช้เกลือหวานช่วยขณะไถคราด เพื่อให้สามารถปักดำต้นข้าวกล้าได้ ถ้าไม่ใช้เกลือหวานช่วยจะปักดำไม่ได้เพราะดินจะตกลึกเร็วและแน่นมาก

#### 3.4.4 แหล่งดินขาวในประเทศ

แหล่งดินขาวที่มีสารประกอบของอะลูมิเนียมซิลิเกต (Aluminium Silicates) ที่พบเป็นแหล่งใหญ่ และนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผสมเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ ได้แก่

##### (1) แหล่งดินขาวอำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง

ดินขาวแหล่งนี้พบที่เขাপางค่า หรือเรียกชื่อตามพื้นบ้านว่า “ม่อนดินขาว” หรือ “ม่อนดิน” ที่เรียกชื่อเช่นนี้ เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีดินขาวเกิดปะปนอยู่กับหินที่ผุพังและมีหินดินดานค่อนข้างแข็งแกร่ง ชาวบ้านแถบนั้นนำหินดินดานมาใช้ทำหินลับมีด

ลักษณะภูเขาปางค่า เป็นภูเขาที่ยาวติดต่อกันเป็นพีคในทิศทางเหนือ - ใต้ในท้องที่ตำบลบ้านสา อำเภอแจ้ห่ม เขาปางค่าจะอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของเส้นทางหลวง ระหว่างอำเภอเมืองลำปาง กับ อำเภอแจ้ห่ม ช่วงหลักกิโลเมตรที่ 26 - 27 ระยะทางจากเส้นทางหลวงถึงภูเขาปางค่าประมาณ 2-3 กิโลเมตร ตามแนวของถนน

ดินขาวแหล่งนี้เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินพื้นแม่ที่แปรสภาพมาจากหิน Liperite จึงทำให้มีปริมาณของหินแข็งปะปนอยู่มาก ดินขาวที่เกิดในแหล่งนี้จะสะสมตัวอยู่บนไหล่เขาตอบนบนเท่านั้น ความหนาไม่เกิน 5.00 เมตร และมีผิวดินปกปิดตอบนบนหนาประมาณ 0.50 เมตร ดินขาวแหล่งนี้มีสีแตกต่างกัน และลักษณะการแข็ง - ร่วนต่างกันด้วย แต่เมื่อนำมาล้างแล้วจะได้ปริมาณของเนื้อดินขาวเฉลี่ยประมาณ ร้อยละ 25 - 40

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวปางค่า อำเภอแจ้ห่ม พบว่ามีสารประกอบต่างๆ เจือปน คิดเป็นร้อยละได้ดังนี้ ดังแสดงในตาราง 10 (ชาญ จรรย์านิชย์. 2528 : 50)

ตาราง 2.4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวปางค่า อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง

สารประกอบ	ร้อยละ
Loss on Ignition (LOI)	5.39
Silica (SiO <sub>2</sub> )	59.7
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	27.6
Iron Oxide (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.84
Calcium Oxide (CaO)	0.13
Magnesium Oxide (MgO)	0.25
Potassium Oxide (K <sub>2</sub> O)	5.85
Sodium Oxide (Na <sub>2</sub> O)	0.15
Titanium Oxide (TiO <sub>2</sub> )	0.07

ตาราง 2.5 แสดงลักษณะของดินขาวปางค่า อำเภอแจ้ห่ม แต่ละแหล่ง

แหล่งที่นำดินมาวิเคราะห์	ลักษณะทั่วไป
แหล่งดิน A ช่วงหลัก กม.ที่ 26	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดินก้อนแข็ง</li> <li>- เวลาล้างจมตัวดี</li> <li>- เนื้อดินที่ล้าง ด้ร้อยละ 47</li> <li>- ทรายที่ล้างออกมา มีสีขาว เม็ดละเอียด</li> <li>- สีดิน เป็นสีขาวเหลือง (Yellow White)</li> </ul>
แหล่งดิน B ช่วงหลัก กม. ที่ 26	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดินร่วน</li> <li>- เวลาล้างจมตัวดีมาก</li> <li>- เนื้อดินที่ล้าง ด้ร้อยละ 68</li> <li>- ทรายที่ล้างออกมา มีสีเหลือง เม็ดโต</li> <li>- สีดินเป็นสีส้ม (Orange White)</li> </ul>
แหล่งดิน C ช่วงหลัก กม. ที่ 26	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดินก้อนแข็ง</li> <li>- เวลาล้างจมตัวยาก</li> <li>- เนื้อดินที่ล้าง ด้ร้อยละ 34</li> <li>- ทรายที่ล้างออกมา มีสีแดง เม็ดละเอียด</li> <li>- สีดินเป็นสีเทาอ่อน (Greyish White)</li> </ul>
แหล่งดิน D ช่วงหลัก กม.ที่ 26	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ดินก้อนแข็ง</li> <li>- เวลาล้างจมตัวดี</li> <li>- เนื้อดินที่ล้าง ด้ร้อยละ 57</li> <li>- ทรายที่ล้างออกมา มีสีขาว เม็ดละเอียด</li> <li>- สีดินเป็นสีขาวแกมเขียว (Greenish White)</li> </ul>

ผลการทดสอบเพื่อดูสีหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวและเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของดินขาวปางค่า อำเภอแจ้ห่ม โดยการเผาที่อุณหภูมิต่างๆ ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 2.6 แสดงเปอร์เซ็นต์การหดตัว และเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของดินขาวปางค่า อำเภอแจ้ห่ม

ช่วงอุณหภูมิ	สีของดิน	ความหดตัว	ความดูดซึมน้ำ
800 องศาเซลเซียส	สีเน้อปนชมพู	3.4	22.92
900 องศาเซลเซียส	สีเน้อปนชมพู	3.8	22.86
1,000 องศาเซลเซียส	สีเน้อปนชมพู	4.0	22.82
1,100 องศาเซลเซียส	สีเน้อปนชมพู	4.8	19.40
1,200 องศาเซลเซียส	สีเน้อปนชมพู	8.0	13.10
1,300 องศาเซลเซียส	สีขาว	12.0	7.80

ตาราง 2.7 แสดงผลการทดสอบหาความละเอียดของดินขาวปางค่า อำเภอแจ้ห่ม ที่ล้างแล้ว ปรากฏผลดังนี้

ขนาดของความละเอียด			ร้อยละ
เล็กกว่า	3 ไมครอน		22.8
	3 - 5 ไมครอน		6.7
	5 - 10 ไมครอน		12.6
	10 - 15 ไมครอน		12.6
	15 - 20 ไมครอน		6.7
ใหญ่กว่า	20 ไมครอน		38.6

ความทนไฟของดินขาวปางค่าที่ล้างแล้ว มีความทนไฟได้ถึง 1,621 องศาเซลเซียส ความแข็งแรงของดินขาวปางค่าที่ล้างแล้ว มีความแข็งแรงเท่ากับ 136 ปอนด์ / นิ้ว<sup>2</sup> ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของดินขาวปางค่าที่ล้างแล้ว มีค่า pH เท่ากับ 8.3

(2) แหล่งดินขาว ตำบลหาดส้มแป้น จังหวัดระนอง

ดินขาวแหล่งนี้พบอยู่บริเวณเหมืองแร่ดีบุก ตำบลหาดส้มแป้น และตำบลบางวัน อำเภอ

เมือง จังหวัดระนอง เป็นดินขาวที่เกิดจากการแปรสภาพของหินแกรนิตที่เกิดปะปนอยู่กับ หินควอตซ์ และแร่ดีบุก ผู้ผลิตดินขาวบางราย จะผลิตดินขาวจากผลการทำเหมืองแร่ดีบุกโดยขณะฉีดน้ำเพื่อแยกแร่ออกจากหินดินขาวจะละลายออกมากับแร่ดีบุกด้วย แร่ดีบุกจะตกค้างอยู่ที่รางแร่ ส่วนดินขาวจะถูกแยกออกมาสู่ถังพัก และทำการแยกเนื้อดินให้ปราศจาก หิน ททรายด้วยเครื่องไฮโดรไซโคลอน(Hydrocyclone) แล้วปล่อยให้เนื้อดินจมตัวในบ่อพัก ต่อมาจึงสูบน้ำเข้าเครื่องอัดกรองดิน (Filter Press) เป็นแผ่นออกจำหน่าย

ดินขาวแหล่งนี้เป็นดินขาวชนิดดีที่พบเป็นแหล่งแรกในประเทศไทยเป็นดินที่มีปริมาณของอะลูมินาสูง และปริมาณของเหล็กน้อยจึงเหมาะที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบผสมในเนื้อดินปั้น (Clay Bodies) และน้ำเคลือบ (Glaze) นอกจากนั้นยังมีปริมาณมากพอที่จะใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาได้อีกนาน ซึ่งคาดว่า จะมีปริมาณถึง 20 ล้านตัน (ชาญ จรรย์วนิชย์. 2528 : 54)

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวระนองจากแหล่ง ตำบลบางวัน อำเภอเมือง จังหวัดระนอง พบว่ามีสารประกอบต่างๆ เจือปนคิดเป็นร้อยละได้ดังแสดงในตาราง 14 ดังนี้ (ชาญ จรรย์วนิชย์. 2528 : 54)

ตาราง 2.8 วิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวระนองจากแหล่ง ตำบลบางวัน อำเภอเมือง จังหวัดระนอง

สารประกอบ	ร้อยละ
Loss on Ignition (LOI)	11.73
Silica (SiO <sub>2</sub> )	48.6
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	36.4
Iron Oxide (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.94
Calcium Oxide (CaO)	0.08
Magnesium Oxide (MgO)	0.07
Potassium Oxide (K <sub>2</sub> O)	2.00
Sodium Oxide (Na <sub>2</sub> O)	0.19
Titanium Oxide (TiO <sub>2</sub> )	0.02

### (3) แหล่งดินขาว อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์

ดินขาวแหล่งนี้ พบอยู่บริเวณหมู่บ้านวังยาง ตำบลผาจุ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์และบริเวณหมู่บ้านวังงาม อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ เช่นกัน

ดินขาวแหล่งนี้ ส่วนใหญ่เป็นแร่ illite เกิดจากการผุพังของหิน Rhyolite จากภาววิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวอุตรดิตถ์ จากแหล่งหมู่บ้านวังยาง พบว่ามีสารประกอบต่างๆ เจือปนคิดเป็นร้อยละได้ดังนี้ (ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ. : 24)

เมื่อได้ดินขาวมาจากแหล่งแล้ว ก็จะทำมาแยกสิ่งเจือปนออก การแยกสิ่งเจือปนโดยใช้น้ำเป็นตัวช่วยละลาย และใช้เครื่องตีดินที่มีความเร็วรอบสูง เช่น เครื่องเซนตริฟิวจ์ (Centrifuge) และใช้สารเคมี เช่น Sodium Polyphosphate หรือ Sodium Silicate เป็นตัวช่วยทำให้ดินกระจายตัว

เมื่อดินแตกตัวกลายเป็นน้ำโคลน (Slip) แล้วจึงปล่อยให้ตกตะกอนดินขาวที่ตกตะกอนแล้วจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนบน (Top Part) จะปรากฏสิ่งเจือปนที่เบา เช่น รากไม้ ลอยขึ้นมา
2. ส่วนกลาง (Middle Part) จะปรากฏเนื้อดินที่ลอยตัว
3. ส่วนล่าง (Bottom Part) จะปรากฏสิ่งเจือปนที่หนัก เช่น เม็ดทราย กรวด

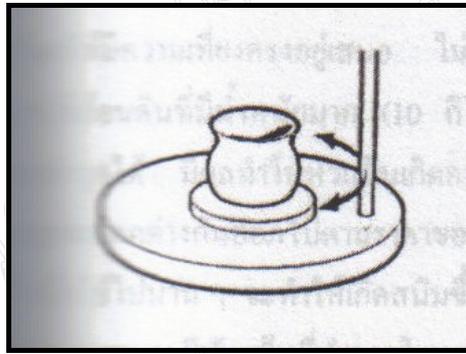
ตัดส่วนบนที่มีสิ่งเจือปนลอยอยู่ออกให้หมด จนถึงส่วนกลางจึงค่อยๆ ตักหรือใช้สายยางดูดเนื้อดินที่ลอยตัวขึ้นมากรองด้วยตะแกรงขนาด 100 - 120 mesh เพื่อแยกสิ่งเจือปนออกจากเนื้อดินขาวอีกครั้งหนึ่ง นำดินขาวที่ได้ไปอัดแยกน้ำด้วยเครื่อง Filter Press จะได้เนื้อดินขาวที่มีความบริสุทธิ์ นำเนื้อดินขาวที่ได้ไปตากแห้ง เพื่อเก็บไว้ผสมกับวัตถุดิบอื่นๆ เป็น Bodies ต่อไป

ในการแยกสิ่งเจือปนออกจากเนื้อดินขาวถ้าไม่แยกด้วยน้ำสามารถแยกได้ด้วยวิธีบดย่อยให้เป็นผงด้วยเครื่องบดย่อยวัตถุดิบ (Edge Runner) แล้วใช้ตะแกรงขนาด 150 mesh ร่อนแยกสิ่งเจือปนแต่วิธีนี้เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมในครอบครัว (Home Industry) และเนื้อดินมีสิ่งเจือปนน้อยกระบวนการล้างดินขาวเพื่อแยกสิ่งเจือปน

### การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยแป้นหมุน

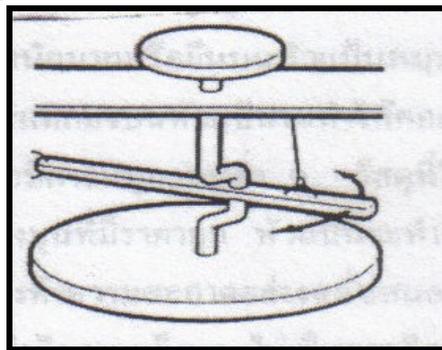
การขึ้นรูปโดยอาศัยความเหนียว (ปริศา พิมพ์ขาวขำ .2527 : 151-152) ความเหนียว (Plasticity or workability) ถ้าเราทำงานอยู่กับดินเราจะบอกได้ว่าดินที่ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีความเหนียวต่างกันไป ดินที่มีความเหนียวมากที่สุดได้แก่ ดินที่ไต่บัน โองที่จังหวัดราชบุรี ดินที่ไต่บันกระถาง ต้นไม้ หม้อ และใช้ทำอิฐก่อสร้างแถวจังหวัดปทุมธานีเป็นต้น ส่วนดินที่มีความเหนียวรองลงมาได้แก่ ดินดำต่างๆ เช่น ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ลำปาง เชียงใหม่และ ปราจีนบุรี เป็นต้น และดินที่มีความเหนียวเลวที่สุด ได้แก่ ดินขาวต่างๆ เช่น ที่จังหวัดลำปาง ปราจีนบุรี อุตรดิตถ์ สุราษฎร์ธานี นราธิวาส ระนอง เป็นต้น ความเหนียวของดินหรือเนื้อดินนั้นอาจเปรียบเทียบกันได้โดยการทดลองหาความต้านทานต่อแรงอัด หรือหาในรูปของความต้านทานต่อแรงดึงก็ได้เชื่อกันว่าได้มีการนำแป้นหมุนชนิดเท้า ถีบมาใช้เป็นครั้งแรกเมื่อ 3,500 ปี ก่อนคริสตกาลที่ภาคเหนือของประเทศอิตาลี แต่การทำภาชนะ

ส่วนมากในสมัยนั้นยังนิยมการขึ้นรูปด้วยมือเป็นส่วนใหญ่ จนกระทั่ง 500 ปีผ่านไป เทคนิคการขึ้นแป้นหมუნจึงเป็นหมუნจึงเป็นที่แพร่หลาย และในระยะเวลาเดียวกันการพัฒนาทางหัตถกรรมของมนุษย์ด้านอื่นๆ อันได้แก่ การตีเหล็ก งานทอผ้า งานหนัง การสีข้าวก็เจริญควบคู่กันไปพร้อมกับการพัฒนาเครื่องปั้นดินเผา เช่นเดียวกับงาน ศิลปหัตถกรรมอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในหมู่ครอบครัว การทำเครื่องปั้นดินจะสืบทอดเทคนิคกรรมวิธีต่างๆ แก่อนุชนรุ่นหลังภายในครอบครัวนั้น เช่น การสร้างเครื่องมือ การออกแบบรูปทรงภาชนะ ตลอดจนการเก็บและหมักเนื้อดิน ซึ่งกรรมวิธีเหล่านี้ได้ถูกเก็บรักษาไว้และถ่ายทอดให้แก่บุตรหลานต่อไป แป้นหมუნนับเป็นเครื่องมือที่จำเป็นต่อการผลิตภาชนะดินเผา ที่ทำให้ช่างปั้นสามารถผลิตภาชนะที่มีขนาดเล็กไปจนถึงขนาดปานกลางได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่สำหรับภาชนะที่มีขนาดใหญ่ นั้นยังคงนิยมใช้กรรมวิธีแบบขนอยู่ (Nelson, 1984)



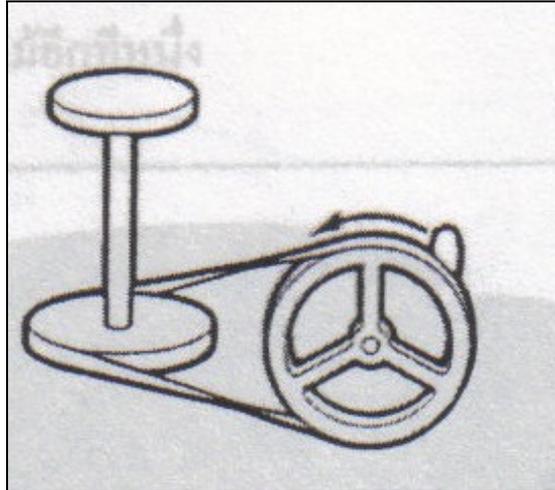
ภาพ 2.2 แป้นหมุนใช้กำลังคนโยก

(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538 : 71)

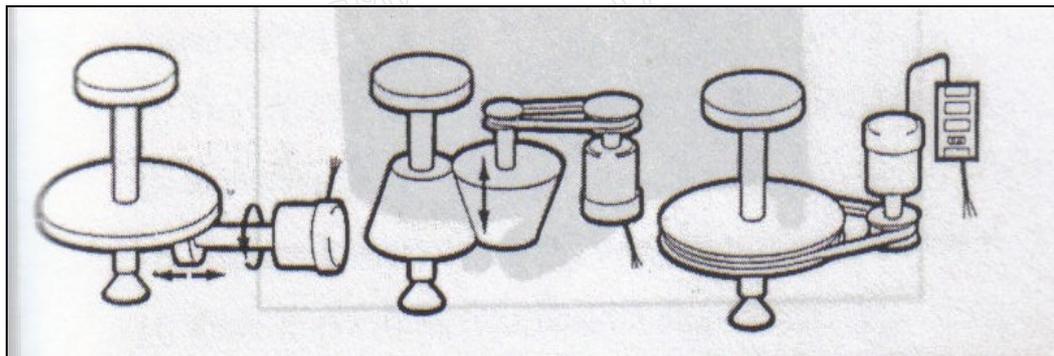


ภาพ 2.3 แป้นหมุนใช้กำลังเท้าถีบ

(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538 : 71)



ภาพ 2.4 แป้นหมุน ใช้กำลังหมุนด้วยมือโดยใช้สายพานส่งกำลัง  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์, 2538 : 71)



ภาพ 2.5 แป้นหมุนใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ปรับความเร็วได้  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์, 2538 : 71)

### ชนิดและลักษณะของแป้นหมุน

แป้นหมุนจัดเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่โดยเฉพาะสำหรับการขึ้นรูปภาชนะทรงกระบอกหรือกลม ลักษณะของแป้นหมุนจะประกอบด้วยส่วนสำคัญที่สุด คือส่วนที่เป็นตัวแป้นวงกลมหรือหัวแป้น ซึ่งเป็นส่วนที่ช่างปั้นจะใช้ขึ้นรูปทรงภาชนะ ส่วนนี้จะสามารถหมุนรอบตัวเองได้ ถ้าเป็นแป้นที่หมุนด้วยกำลังมอเตอร์ไฟฟ้ามักจะหมุนตามเข็มนาฬิกา เนื่องจากคนส่วนใหญ่ถนัดมือขวา บางบริษัทก็ผลิตแป้นหมุนไฟฟ้าที่สามารถสับเปลี่ยนทิศทางการหมุนของหัวแป้นได้ ทำให้สะดวกกับการ

นำไปใช้สอนในโรงเรียน หรือวิทยาลัย ความสำคัญอยู่ที่ส่วนหัว เป็นจำเป็นจะต้อง รักษาให้มีความเที่ยงตรงอยู่เสมอ ไม่ควรวางวัตถุที่มีน้ำหนักมากหรือยืนบนหัวเห็นหมูน นอกจากนี้การใช้ก้อนดินที่มีน้ำหนักมาก (10 กิโลกรัมขึ้นไป) กระแทกลงบนหัวแป้นจะทำให้คอแป้นหมูนเกิดการชำรุดได้ มีผลทำให้หัวแป้นเกิดอาการส่ายหรือสั่นเมื่อมีการหมุนรอบตัวๆ วัสดุที่ใช้ทำหัวแป้นหมูนจะแตกต่างกันออกไปตามราคาของแป้นหมูน แป้นหมูนที่มีราคาถูก หัวแป้นจะทำจากเนื้อเหล็กซึ่งเมื่อใช้ไปนานๆ จะทำให้เกิดสนิมขึ้น ผู้ใช้จึงจำเป็นต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ แป้นหมูนที่ได้มาตรฐานจะมีหัวแป้นที่ทำจากโลหะผสมอะลูมิเนียม ซึ่งมีความแข็งและไม่เป็นรอยขีดข่วนง่าย ทั้งไม่เป็นสนิมด้วย บนหัวแป้นหมูนบางชนิดอาจมีรูสำหรับเสียบสลักหรือตะปู เพื่อใช้สำหรับติดยึดแผ่นรองปั่นที่เป็นปูนพลาสติกหรือไม้สักที่หนึ่ง



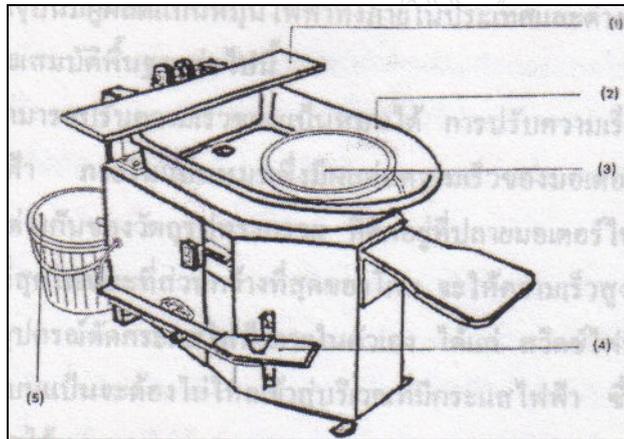
ภาพ 2.6 แป้นหมูนไฟฟ้าบางชนิดสามารถปรับความเร็วได้ด้วยการใช้เท้าเหยียบคันเร่ง

(ที่มา : บริษัท อมาโก, 2538 : 2)

การเลือกแป้นหมูนให้เหมาะสมกับผู้ใช้ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้เริ่มต้นหัดขึ้นแป้นหมูนและผู้ที่มีความชำนาญ ช่างปั่นหม้อที่ต้องใช้เวลาในการปั่นวันละหลายๆ ชั่วโมง ควรใช้แป้นหมูนไฟฟ้า สำหรับผู้ที่หัดขึ้นแป้นหมูนควรใช้แป้นหมูนที่ถือด้วยเท้าจะเหมาะสมและสนุกกับการทำงานมากกว่าใช้แป้นหมูนแบบใช้ไฟฟ้า ซึ่งผู้หัดขึ้นแป้นหมูนจะได้รับประสบการณ์โดยตรงในเรื่องของความเร็วที่เหมาะสมกับการขึ้นรูป โดยผู้ปั่นจะต้องออกแรงทำให้แป้นหมูนนั้นมีความเร็วพอเหมาะกับขนาดและลักษณะของภาชนะบนแป้น

หมูน ถ้าภาชนะมีขนาดใหญ่การหมุนที่เร็วเกินไปจะทำให้ภาชนะถูกเหวี่ยงออกจากเบ้น และถ้าช้าเกินไปก็ทำให้ขอบของภาชนะไม่เป็นกลม ขึ้นรูปไม่สำเร็จ

เบ้นหมูนควรมีโครงสร้างที่แข็งแรงและไม่ทำให้เกิดอาการสั่นสะเทือนในขณะที่ล้อของเบ้นหมูนกำลังหมุนอยู่ นอกจากนี้ความสูงของเก้าอี้และระยะห่างจากตัวเบ้นควรปรับได้เพื่อความเหมาะสมต่อขนาดของร่างกาย เบ้นหมูนโดยทั่วไปมักนิยมใช้ขาถีบส่วนล้อ เพื่อให้ทำให้หัวเบ้นหมูนรอบตัวเอง เบ้นหมูนชนิดนี้จำเป็นต้องมีเนื้อที่สำหรับการเคลื่อนไหวนของขาได้อย่างสะดวกและจำเป็นต้องมีส่วนสำหรับใช้วางพักขาได้เมื่อหมูนเบ้นจนมีความเร็วที่ต้องการแล้ว



ภาพ 2.7 แสดงส่วนต่างๆ ของเบ้นหมูนไฟฟ้า

(ที่มา : ที่มา : บริษัท อมาโก, 2538 : 4)

- (1) ชั้นสำหรับวางเครื่องมือและฟองน้ำ ซึ่งสามารถหยิบใช้สอยได้สะดวก
- (2) อ่างกันเปื้อน ป้องกันน้ำดินที่ถูกสกัดออกจากหัวเบ้นหมูนมิให้เปื้อนเปื้อนผู้ใช้
- (3) หัวเบ้นหมูน เป็นส่วนที่มีการหมุนซึ่งจะใช้เป็นบริเวณขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
- (4) คันเร่ง สำหรับวางเท้าเหยียบเช่นเดียวกับคันเร่งรถยนต์
- (5) ถังพลาสติก สำหรับรองรับน้ำที่ขังอยู่บนอ่างกันเปื้อน

ในปัจจุบันมีผู้ผลิตเบ้นหมูนไฟฟ้าทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เบ้นหมูนที่ได้มาตรฐานจำเป็นต้องมีคุณสมบัติพื้นฐานต่อไปนี้

1.สามารถปรับความเร็วของเบ้นหมูนได้ การปรับความเร็วมีความกั้นหลายวิธี เช่น การควบคุมแรงดันไฟฟ้า ภายในเบ้นหมูนซึ่งมีผลต่อความเร็วของมอเตอร์ขับเคลื่อน หรืออาจใช้วิธีการ

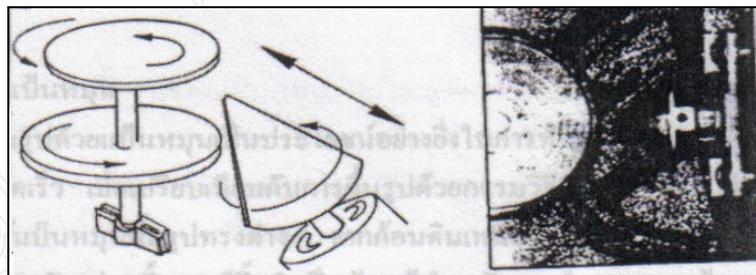
ทดสอบที่แตกต่างกันของวัตถุรูปทรงกวย ที่ติดอยู่ที่ปลายมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนแคบที่สุดของกรวยจะให้ความเร็วที่น้อยที่สุดในขณะที่ส่วนกว้างที่สุดของโคน จะให้ความเร็วที่สูงที่สุด

2. มีอุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้าภายในตัวเอง ได้แก่ สวิตช์ไฟที่สามารถกันน้ำได้ และกระเปาะฟิวส์ น้ำที่อยู่บนเบ้นจะต้องไม่ไหลเข้าสู่บริเวณที่มีกระแสไฟฟ้า ซึ่งอาจทำให้ผู้ใช้ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้าดูดได้

3. มีกลไกทำให้หัวเบ้นหยุดหมุนได้ โดยปกติเมื่อเปิดสวิตช์เบ้นหมุน หัวเบ้นจะยังคงไม่หมุนจนกว่าผู้ใช้ต้องการจะให้หมุน เบ้นที่ไม่ได้มาตรฐานมักจะหมุนตลอดเวลาเมื่อเปิดสวิตช์ ซึ่งหากมีวัตถุหรือสิ่งของวางอยู่บนหัวเบ้นจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ นอกจากนี้ต้องสามารถหยุดเบ้นหมุนได้ตามที่ต้องการ และเมื่อทำให้เบ้นหยุดหมุนแล้วจะต้องไม่มีการสั่นสะเทือนเกิดขึ้น

4. วัสดุที่ใช้ประกอบเบ้นหมุนควรทำจากวัสดุที่ทนน้ำและทำความสะอาดง่ายส่วนประกอบของตัวเห็นหมุนควรใช้วัสดุที่ทนน้ำ วัสดุประเภทไม้อัดไม้ควรนำมาใช้ เพราะนอกจากอายุการใช้งานของไม้จะสั้นแล้ว ยังอาจทำให้เศษไม้อัดหลุดติดลงในเนื้อดินได้ นอกจากนี้โครงสร้างควรเป็นเหล็กและจะต้องวางอยู่บนสามขาที่มีความสมดุลในการวางผู้ใช้เห็นหมุนสี่ขาก็มีประสบการณ์กับการโยก ของตัวเบ้นเสมอ ทำให้ภาชนะที่อยู่บนเบ้นเสียสมดุลและหลุดตัวได้

เบ้นหมุนไฟฟ้ามักจะควบคุมความเร็วของเบ้นด้วยการใช้เท้าหรือหัวเข่าเหยียบหรือดันคันเร่งที่วางอยู่กับพื้น ความเร็วในการหมุนโดยปกติประมาณ 80 –100 รอบต่อนาที ก็เป็นการเพียงพอกับการตั้งศูนย์ดิน สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่มีถูกมองข้ามไปก็คือ กำลังของมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนโดยปกติกำลังมอเตอร์อย่างน้อยที่สุด  $\frac{1}{3}$  แรงม้า จะพอเพียงสำหรับการตั้งศูนย์ดินขนาด 12 กิโลกรัม ซึ่งกำลังของมอเตอร์ขนาด  $\frac{1}{4}$  แรงม้า ไม่สามารถขับเคลื่อนได้



ภาพ 2.8 แสดงการปรับความเร็วของเบ้นหมุน โดยการใช้วัตถุรูปทรงกวย

(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538 : 75)

## วิธีการใช้และบำรุงรักษาเป็นหมุน

1. เป็นหมุนไฟฟ้าควรมีการต่อสายไฟลงดินเสียก่อนการใช้งาน โดยปกติเป็นหมุนไฟฟ้าที่สร้างมาอย่างได้มาตรฐานจะมีส่วนป้องกันน้ำจากบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้า ผู้ใช้ควรสวมใส่รองเท้ายางหุ้มส้นเสมอ เพื่อป้องกันการถูกกระแสไฟฟ้าดูด ตัวอย่างเช่น สวิตช์เปิดปิดควรจะมีหุ้มด้วยยางกันน้ำและมีสายไฟต่อจากตัวเครื่องลงสู่พื้นดิน
2. การวางเป็นหมุนควรวางให้ได้ระดับอาจใช้ถึงบรรจุน้ำวางลงบนหัวเป็นหมุนแล้วสังเกตดูว่าน้ำในถังได้ระดับกับของถังหรือไม่สามารถสังเกตการสั่นของเป็นหมุนได้โดยสังเกตการกระเพื่อมตัวของน้ำในถังมีมากน้อยเพียงใด การวางเป็นหมุนที่ไม่ได้ระดับจะมีปัญหาในการขึ้นรูปภาชนะที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมักจะเอียงหรือล้มง่าย
3. ในการเคลื่อนย้ายเป็นหมุนไม่ควรดึงหรือลาก ถึงแม้ว่าเป็นหมุนส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักมาก แต่การเคลื่อนย้ายไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นบ่อยนักสำหรับการใช้งาน การเคลื่อนย้ายจึงควรยกทั้งส่วนของเป็นหมุน เพื่อรักษาความเที่ยงตรงของหัวเป็นหมุน นอกจากนี้การลากหรือดึงยังเป็นรอยเสียหายอีกด้วย
4. ไม่ควรวางวัตถุที่มีน้ำหนักมากลงบนหัวเป็นหมุน โดยปกติเป็นหมุนที่ดีจะออกแบบมาให้รับน้ำหนักของก้อนดินได้มากพอสมควร แต่ไม่ได้หมายถึง ใช้เป็นที่สำหรับวางวัตถุถึงของ โดยเฉพาะไม่ควรยืนบนหัวเป็นหมุน นอกจากนี้น้ำหนักตัวของบุคคลจะมากแล้วยังอาจเสียหลักล้มลงเกิดอันตรายได้ และควรหลีกเลี่ยงการวางวัตถุที่แหลมหรือมีคมบนหัวเป็นหมุนซึ่งเมื่อเป็นหมุนทำงานจะเหวี่ยงทุกอย่างออกจากหัวเป็นหมุน
5. ควรทำความสะอาดเป็นหมุนภายหลังใช้งานเสมอ นอกจากจะเป็นวินัยอันดีในการทำงานแล้วยังช่วยคงสภาพของเป็นหมุนให้แลดูใหม่อยู่เสมอ หัวเป็นหมุนที่ทำจากเหล็กควรเช็ดให้แห้งหลังใช้งานเสร็จแล้ว หากปล่อยทิ้งไว้จะเกิดสนิมขึ้น และสนิมนี้จะปะปนไปอยู่ในเนื้อดินต่อไป ซึ่งถ้าเป็นการขึ้นรูปด้วยดินขาวแล้วอาจจะทำให้ความขาวของเนื้อดินลดลง ควรหลีกเลี่ยงการใช้ปูนปลาสเตอร์บนเป็นหมุน แต่ถ้าจำเป็นต้องใช้ควรทำความสะอาดเป็นหมุน เพื่อมิให้เนื้อปูนเกาะติดกับหัวเป็นหมุนจนต้องใช้วิธีชูดเอาเนื้อปูนออก

## การขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน

การขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำภาชนะรูปทรงกระบอก สามารถขึ้นรูปได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับกรขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีอื่นๆ การที่ได้มีโอกาสเฝ้าดู ช่างปั้นผู้ชำนาญการ ใช้เป็นหมุนขึ้นรูปทรงต่างๆ จากก้อนดินเหนียว นับเป็นสิ่งให้ความเพลิดเพลินอย่างหนึ่งแต่การจะ

มีทักษะดังกล่าวนั้น ผู้ปั้นจำเป็นต้องเข้าใจหลักการทำงานของแป้นหมุนและต้องใช้เวลาในการฝึกฝนระยะหนึ่ง

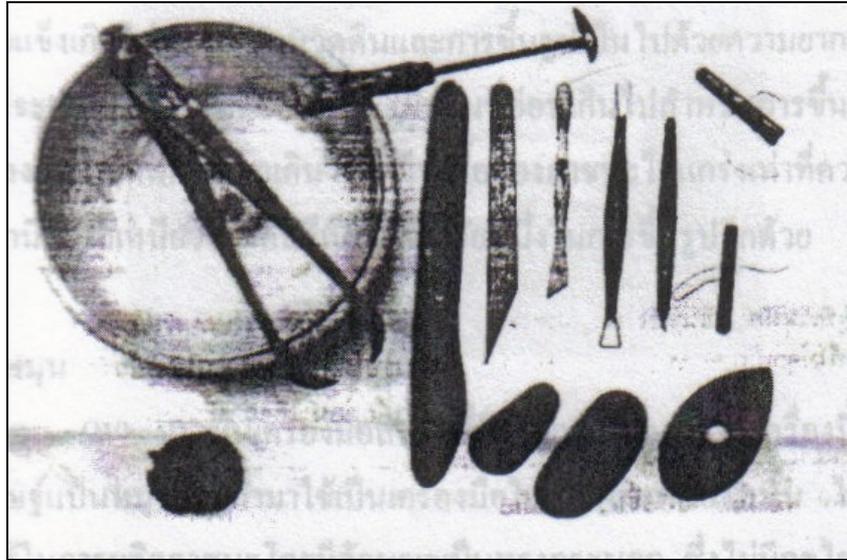
การฝึกหัดขึ้นแป้นหมุนในระยะแรกควรเป็นการขึ้นรูปทรงกระบอก สมควรขึ้นรูปทรงกระบอกซ้ำๆ กัน เนื่องจากผู้เรียนจะได้เรียนรู้ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นซ้ำๆ กัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์กับรูปทรงพื้นฐานก่อนการนำไปสู่การสร้างรูปทรงที่ซับซ้อนต่อไป โดยเริ่มต้นที่ผู้ฝึกหัดขึ้นแป้นหมุนจำเป็นต้องมีทักษะคือ การทำก้อนดินบนแป้นหมุนให้อยู่ที่จุดศูนย์กลางแป้นหรือที่เรียกว่า “ตั้งศูนย์ดิน” การควบคุมกล้ามเนื้อมือให้แกว่งไปมาตามก้อนดินบนหัวแป้นถือเป็นทักษะพื้นฐานอย่างหนึ่งในการทำให้ภาชนะที่ปั้นแลดูเท่ากันทั้งสองข้าง เทคนิคในการตั้งศูนย์ดินอยู่ที่การหมุนแป้นให้มีความเร็วสูงที่สุด และควรให้มือเป็ยกน้ำอยู่เสมอเพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างก้อนดินกับฝ่ามือการตั้งศูนย์นี้ไม่ควรใช้เวลานานเกินไป มิฉะนั้นจะทำให้เนื้อดินนิ่มตัวจนไม่สามารถขึ้นรูปได้ เนื้อดินที่เหมาะสมแก่การขึ้นแป้นหมุนคือ ดินสโตนแวร์ เนื่องจากเนื้อดินมีส่วนผสมของทราย มีคุณสมบัติทรงตัวได้ดี ผู้ที่เริ่มฝึกหัดขึ้นรูปจากแป้นหมุนส่วนใหญ่ มักจะเสียเวลาไปกับการออกแบบภาชนะก่อน ซึ่งไม่จำเป็นเลย เนื่องจากการจะสามารถขึ้นรูปได้ดังที่ออกแบบไว้ ผู้ปั้นจำเป็นต้องมีทักษะในการควบคุมรูปร่างของภาชนะดินบนแป้นหมุนได้เสียก่อน ซึ่งการขึ้นรูปด้วยกรรมวิธี อื่นๆ เช่น การขึ้นรูปแบบขดหรือแบบแผ่น ผู้ปั้นจะสามารถออกแบบและขึ้นรูปตามที่ต้องการได้เนื่องจากกรรมวิธีเหล่านั้น เป็นวิธีการขึ้นรูปด้วยมือ

### การเตรียมการขึ้นรูป

การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนจำเป็นต้องใช้น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญในการลดแรงเสียดทานระหว่างมือกับเนื้อดินเหนียวสิ่งจำเป็นสำหรับการขึ้นรูปควรมีถังใส่น้ำขนาด 4-5 ลิตรและเครื่องมือสำหรับใช้ปั้น ซึ่งวางไว้ในที่ๆ สามารถหยิบถึงได้

เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนมีดังต่อไปนี้

- ก. ฟองน้ำ สำหรับชุบ ชั้บ และเช็ดน้ำดินที่ติดอยู่ภายในภาชนะ
- ข. หนังสือตัว หรือ หนังสือชาร์มัว สำหรับการตกแต่งขอบภาชนะให้เรียบ
- ค. เข็ม สำหรับตัวส่วนขอบริมภาชนะที่ขรุขระหรือเกิดออกมา เข็มควรมีด้ามจับ เรียบร้อย
- ง. แผ่นเหล็กสแตนเลสบาง (ขนาดใหญ่ไม่เกินฝ่ามือ) และแผ่นไม้สำหรับแต่งรูปทรง
- จ. ลวดสำหรับตัดภาชนะดินออกจากแป้นหมุน ลวดควรมีด้ามไม้ที่ปลายทั้งสองข้าง
- ฉ. ชามอ่างหรือถังขนาดเล็กเพื่อบรรจุน้ำ สำหรับปฏิบัติงาน
- ช. คาลิเปอร์ หรือก้ามวัด (Callipers) สำหรับวัดเส้นผ่าศูนย์กลางภาชนะ
- ซ. ไม้แต่งดิน หน้าตัดเฉียง
- ณ. ไม้ปั่นปลายลวด สำหรับแต่งก้นภาชนะ



ภาพ 2.9 แสดงเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์, 2538 : 82)

นอกจากอุปกรณ์ที่กล่าวมาแล้วยังมีอุปกรณ์บางชิ้นที่ควรใช้ คือ แผ่นพลาสติกวงกลมหรือแผ่นไม้อัดวงกลม ซึ่งจำเป็นสำหรับการขึ้นรูปภาชนะขนาดปานกลางและภาชนะที่มีขนาดใหญ่การวางแผ่นพลาสติกหรือแผ่นไม้บนหัวปั้นหมุนก่อนการขึ้นรูป มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันมิให้ภาชนะมีการทรุดตัวและยังป้องกันการบิดเบี้ยวของภาชนะที่ขึ้นรูปสำเร็จแล้วในขณะที่ยกย้ายออกจากหัวปั้น การติดตั้งแผ่นพลาสติก หรือแผ่นไม้มีด้วยกันหลายวิธี คือ

1. ใช้วิธีติดกับหัวหมุดบนหัวปั้น โดยปกติหัวปั้นบางหัวจะมีหมุดสำหรับติดแผ่นพลาสติกหรือแผ่นไม้อัดด้วย ผู้ใช้เพียงแต่วางแผ่นพลาสติกหรือแผ่นไม้และเลื่อนตำแหน่งไปมาจนรูใต้แผ่นพลาสติกหรือแผ่นไม้สวมเข้ากับหัวหมุดบนหัวปั้นหมุน การใช้วิธีนี้จะสะดวกรวดเร็วและสะอาด

2. การใช้น้ำดินทาลงบนหัวปั้นหมุน วิธีนี้เหมาะสำหรับการติดตั้งแผ่นพลาสติกลงบนหัวปั้นหมุนที่ไม่มีหัวหมุด โดยการใช้น้ำดินชั้นๆ ทาลงบนหัวปั้นหมุนแล้วจึงฉีกแผ่น พลาสติกลงบนหัวปั้น แผ่นพลาสติกจะติดดินบนหัวปั้นหมุนไว้นั่นสนิท วิธีการนี้ไม่สามารถใช้ได้กับแผ่นไม้

ก้อนดินที่นำมาใช้ขึ้นรูปต้องผ่านการนวดแล้วเป็นอย่างดีจะต้องไม่มีฟองอากาศและสิ่งแปลกปลอมอยู่ภายในเนื้อดิน การกำหนดขนาดของก้อนดินที่จะนำมาใช้ปั้นเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องให้เหมาะสมกับขนาดและกำลังของกล้ามเนื้อ ถ้าหากก้อนดินมีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้ การขึ้นรูปทำได้ยากในขณะที่ก้อนดินมีขนาดใหญ่เกินไปก็ทำให้ต้องออกแรงมากและควบคุมลำบากก่อนวางก้อนดินลง

บนหัวแป้นควรทำก่อนดินให้เป็นลูกทรงกลมให้มากที่สุด แล้วจึงวางก้อนดินนั้นลงบนจุดกึ่งกลางของหัวแป้น

ความเป็นเนื้อเดียวกันของเนื้อดินเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้เริ่มหัดการขึ้นแป้นหมუნ เนื้อดินจำเป็นต้องมีความนุ่มพอจะสามารถบีบสวดได้อย่างสะดวก และจะต้องมีความแข็งพอที่จะนำมาขึ้นรูปได้ เนื้อดินที่มีความแข็งเกินไปทำให้การนวดดินและการขึ้นรูปเป็นไปด้วยความยากลำบากการผสมเนื้อดินที่อ่อนกว่าลงไปจะทำให้ดินอ่อนตัวลงบ้าง เนื้อดินที่อ่อนเกินไปสำหรับการขึ้นแป้นหมუნอาจแก้ไขได้โดยเติมดินเขี่ยลงในเนื้อดินเขี่ยมากเกินไปทำให้เนื้อของภาชนะไม่แกร่งเท่าที่ควรและเคาะไม่มีเสียงดังกังวาน นอกจากนี้ความเหนียวของดินก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการขึ้นรูปอีกด้วย

### เทคนิคบนแป้นหมუნ

แป้นหมუნ (Wheel) เป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการผลิตภาชนะเครื่องปั้นดินเผาทรงกลมก่อนที่จะมีการประดิษฐ์แป้นหมุนเพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการผลิตหม้อไหนั้น ได้มีการคิดค้นเครื่องมืออย่างง่าย ๆ ที่ใช้ในการผลิตภาชนะโดยมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ซึ่งไม่มีกลไกสลับ ซับซ้อนแต่อย่างไร ช่างปั้นเพียงแต่ใช้ไม้ที่มีลักษณะเป็นแผ่นเพื่อใช้ตบผิวภาชนะรอบๆ ก็สามารถทำให้ตัวภาชนะมีลักษณะสองข้างเหมือนกัน และแลดูเป็นวงกลมที่สม่ำเสมอ

เทคนิคบนแป้นหมุนประกอบด้วยกรรมวิธี 3 ขั้นตอนคือ

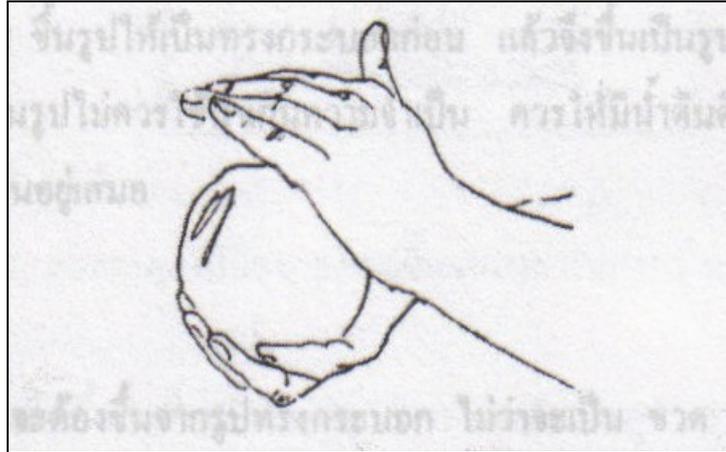
#### 1. การตั้งศูนย์ดิน

ขั้นแรกของการตั้งศูนย์ดิน เป็นการใช้แรงกดก้อนดินโดยรอบให้อยู่ที่จุดศูนย์กลางของหัวแป้นหมุนให้มากที่สุด

ก. ทำก้อนดินที่จะปั้นให้กลมที่สุดเท่าที่จะทำได้

ข. ตรวจสอบแผ่นพลาสติกสำหรับรองปั้นบนหัวแป้นหมุน ถ้าหากแห้งเกินกว่าจะฉีกก้อนดินได้ ควรชุบก้อนดินลงในน้ำแล้วนำก้อนดินมาฉีกกับแผ่นพลาสติกอีกที

ค. กดก้อนดินลงให้แน่นกับหัวแป้นหมุน



ภาพ 2.10 แสดงการปั้นก้อนดินกลมก่อนวางบนแป้นหมุน

(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์, 2538 : 85)



ภาพ 2.11 แสดงการหาจุดศูนย์กลางใช้มือทั้งสองกดก้อนดินเข้าหาศูนย์กลาง โดยมีให้ก้อนดินเหวี่ยงไปมา (ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์, 2538 : 86)

- ง. จุ่มมือลงในน้ำให้เปียก เริ่มหมุนแป้นหมุนด้วยความเร็วสูงสุด แล้วจึงเริ่มกดก้อนดินด้วยมือทั้งสอง โดยใช้ฝ่ามือซ้ายกดลงบนก้อนดินและให้ฝ่ามือขวาสอดเข้าด้านข้างของก้อนดิน
- จ. เมื่อก้อนดินเริ่มจะกลม ใช้ฟองน้ำชุบน้ำแล้วบีบหยดน้ำลงบนก้อนดินนั้นพอประมาณอย่าให้แฉะเกินไป

ด.พยายามทำก้อยดินให้เป็นรูปทรงกระบอกตันส่วนบนเรียบแบน เมื่อได้รูปทรงที่กำหนด ใช้นิ้วหัวแม่มือกดลงไปบนส่วนที่เป็นศูนย์กลางของก้อนดินให้ลึกจนเกือบถึงแผ่นปูนพลาสติก โดยทิ้งความหนาไว้ประมาณ 1 เซนติเมตร

ข.เติมน้ำตามความจำเป็น แล้วเริ่มขยายรูที่จุดศูนย์กลางให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 3 เซนติเมตร ขึ้นรูปให้เป็นทรงกระบอกก่อน แล้วจึงขึ้นเป็นรูปทรงที่ต้องการต่อไปใน ขณะที่ทำการขึ้นรูปไม่ควรใช้น้ำเกินความจำเป็น ควรให้น้ำดินติดมือพอสมควรเพียงพอที่จะทำให้มือลื่นอยู่เสมอ

## 2. การขึ้นรูป

รูปทรงต่างๆ จะต้องขึ้นจากรูปทรงกระบอก ไม่ว่าจะเป็น ขวด ถ้วย หรือ ชาม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การควบคุมขนาดของทรงกระบอกที่ได้ปั้นขึ้นจนเป็นภาชนะที่ต้องการโดยควรดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

ก. ตั้งศูนย์กลางบนหัวแป้นหมุนและเปิดปากกรูให้กว้างขึ้น



ภาพ 2.12 แสดงการเจาะให้เกิดหลุมตรงจุดศูนย์กลางเมื่อดินได้ศูนย์เที่ยงดีแล้ว จึงเริ่มใช้นิ้วหัวแม่มือโป่งคว้านให้เกิดหลุม (ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538 : 87)

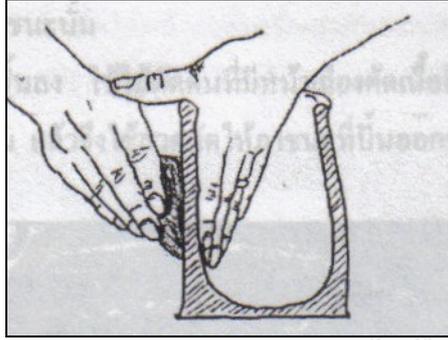
ข. ใช้นิ้วมือดึงเนื้อดินให้เป็นทรงกระบอกกลมให้มีความหนาประมาณ 2 เซนติเมตร โดยให้ปลายของกระบอกสอดเข้าสู่ศูนย์กลางของกระบอก ใช้ฟองน้ำลูบเพื่อทำให้ภายใน กระบอกเรียบ

ค. ควรใช้ปลายนิ้วมือซ้ายและขวาสำหรับการขึ้นภาพที่มีขนาดเล็กๆ โดยให้นิ้วมือซ้ายกดภายในกระบอก และนิ้วมือขวากดเข้าจากภายนอกกระบอก ในกรณีที่กระบอกมีขนาดใหญ่หรือหนา อาจใช้ด้านข้างของนิ้วทั้งสองแทนปลายนิ้วก็ได้ (ดังภาพ 22)



ภาพ 2.13 แสดงการขยายหลุมให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนสามารถสอดมือลงไปภายในได้  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538 : 89)

- ง. ใช้ปลายนิ้วดึงเนื้อดินขึ้นเพื่อทำให้ทรงกระบอกมีความสูง อาจใช้ปลายนิ้วทั้งสองบีบผนังดินเพื่อให้บาง
- จ. ในขณะที่ตั้งกระบอกให้สูงขึ้น ปลายกระบอกจะเริ่มบางออก ดังนั้นในขณะที่ตั้งรูปทรงกระบอกให้สูงขึ้น จะต้องพยายามดึงเนื้อดินให้เข้าหาจุดศูนย์กลางของทรงกระบอกนั้นด้วย
- ฉ. การใช้ไม้ปาดดินช่วยขึ้นรูปจะทำให้ผนังภาชนะเรียบและภาชนะเป็นทรงกระบอกขึ้น
- ช. ถ้าหากทรงกระบอกเริ่มจะหลุดตัวให้เริ่มต้นใหม่ ไม่ควรเสียเวลากับการพยายามทำให้รูปทรงที่กำลังหลุดกลับคืนรูปอีก และควรทำให้เนื้อดินแข็งกว่าที่เป็นอยู่



ภาพ 2.14 แสดงการใช้เครื่องมือที่มีหน้าตัดตรง ปาดให้ผนังภาชนะภายนอกเรียบร้อยเสมอกัน  
ใช้มืออีกข้างหนึ่งหนุนส่วนที่กุดจากภายนอกไว้ให้เสมอกัน  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538 : 89)

- ข. ในขณะที่ทำการขึ้นรูปการวางตำแหน่งข้อศอกเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้การควบคุมของมือเป็นไปด้วยดี ควรวางข้อศอกที่ปลายหัวเข่า ถ้าหากผู้ปั้นถนัดมือซ้ายควรวางตำแหน่งของมือกลับกันกับที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด แป้นหมุนไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานจะสามารถปรับการหมุนให้เป็นไปได้ทั้งลักษณะทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกา
- ฉ. ส่วนริมของกระบอกที่ไม่เสมอกันให้ใช้เข็มตัดออก แล้วลูบให้เรียบด้วยฟองน้ำ

### 2.1 การขึ้นรูปชามอ่าง

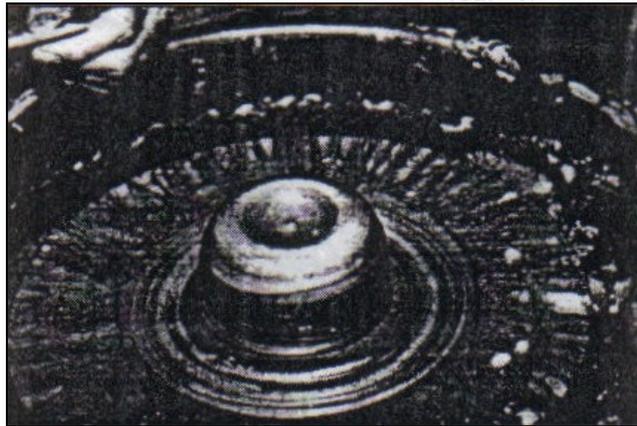
การขึ้นรูปชามอ่างขนาดเล็กจะทำได้ไม่ยากนัก สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึง คือเมื่อผู้ปั้น ขึ้นรูปจนเป็นที่พอใจแล้ว ไม่ควรทำให้ผนังของภาชนะบางกว่าที่เป็น อยู่มีฉะนั้นจะทำให้ภาชนะหลุดตัวได้ตามปกติในขณะที่กำลังขึ้นรูปอยู่นั้นการทำปากภาชนะให้กว้างขึ้น จะทำให้เกิดการหลุดตัวอยู่เสมอ ดังนั้นผู้ปั้นจึงจำเป็นต้องขึ้นรูปทรงกระบอกให้มีความสูงกว่าความสูงของภาชนะที่จะทำอีกประการที่ควรระวังคือ เมื่อทำให้ส่วนของภาชนะกว้างออกก็จะทำให้ผนังของภาชนะส่วนนั้นบางลงไปด้วยฉะนั้นทางที่ดีจึงควรทำให้ขอบของภาชนะหนาไว้ก่อน

ขั้นตอนการขึ้นรูปทรงชามสามารถปฏิบัติได้ดังต่อไปนี้

- ก. เตรียมเนื้อดินเหนียวจำนวนพอเหมาะกับการขึ้นรูปขนาดของชาม ถ้าเป็นการขึ้นรูปชามที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งอาจใช้ดินเหนียวถึง 20 กิโลกรัม ควรนวดดินเหนียวครั้งละ 10 กิโลกรัมแล้วจึงนำมารวมกันเป็นสองก้อนบนแป้นหมุน
- ข. หลังจากที่ได้ตั้งศูนย์ดินบนหัวแป้นหมุนแล้ว จึงทำเป็นรูปทรงกระบอกป้อมๆ
- ค. ดึงทรงกระบอกให้สูงขึ้นโดยให้เป็นรูปร่างของชาม
- ง. ปัญหา มักจะเกิดขึ้นเมื่อเนื้อดินถูกดึงขึ้นจนสูงแล้ว ที่ขอบบนของภาชนะจะมีเนื้อดินเหลือน้อยทำให้ขอบมีความบางเกินไป ซึ่งมักจะเป็นปัญหามาภายหลัง เมื่อภาชนะแห้งตัวจะเกิดการ

แต่กร้าวได้ง่าย วิธีแก้ปัญหาคือปล่อยให้ภาชนะแห้งพอที่จะทรงรูปอยู่ได้ แล้วจึงเพิ่มขดดินลงบนขอบภาชนะนั้น

- จ. เมื่อการขึ้นรูปเสร็จสิ้นลง ใช้ไม้ตัดดินที่มีหน้าเฉียงตัดเนื้อดินที่ไม่ต้องการ ที่บริเวณรอบฐานภาชนะออกก่อน แล้วจึงใช้ลวดตัดให้ภาชนะที่ปั้นออกจากหัวแป้นหมุนอีกทีหนึ่ง



ภาพ 2.15 ตั้งศูนย์ก่อนการขึ้นรูปภาชนะจะต้องทำก้นดินให้อยู่ในศูนย์กลางของการหมุนเสียก่อน (ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538 : 71-106)



ภาพ 2.16 แสดงการเจาะจุดศูนย์กลาง  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538 : 71-106)



ภาพ 2.17 แสดงการรีดผนังภาชนะให้เป็นแนวตั้ง  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์, 2538 : 71-106)

ใช้น้ำรีดเนื้อดินขึ้นตามแนวตั้งเพื่อให้ผนังภาชนะมีขนาดบางและสูงชันทั้งของให้มีเนื้อดินพอสมควรเพื่อใช้สำหรับเปิดปากภาชนะให้กว้างออกเพื่อรอการแต่งก้นภาชนะต่อไป



ภาพ 2.18 แสดงการแต่งภาชนะ  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์, 2538 : 71-106)

เมื่อได้ภาชนะตาที่ต้องการจึงทำการแต่งปากภาชนะให้เรียบและมน ใช้น้ำหน้าเฉียงตัดระหวังก่อนดินกับภาชนะ โดยทิ้งเนื้อดินให้ติดอยู่กับภาชนะประมาณ 1 ซม. แล้วจึงใช้ลวดตัดภาชนะและยกภาชนะออกในขณะที่แป้นหมุนไปอย่างช้าๆ นำภาชนะมาวางบนแผ่นไม้กระดาน ผึ่งลมให้หมาดตัว

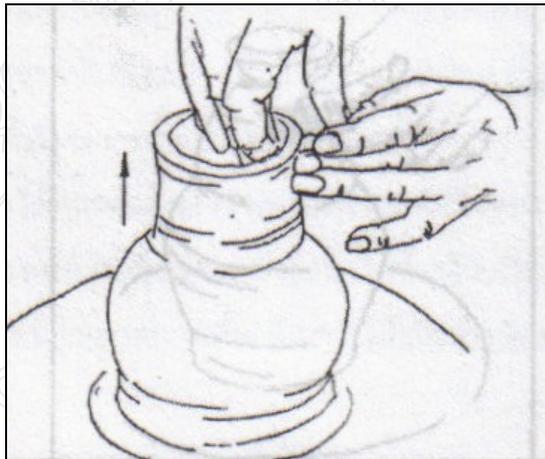
## 2.1 การขึ้นรูปขวด หรือแจกัน

การขึ้นรูปภาชนะประเภทขวดค่อนข้างจะยุ่งยากขึ้นเนื่องจากต้องคำนึงถึงความสูงของ

ภาชนะแล้วยังต้องคำนึงถึงรูปร่างอีกด้วย การขึ้นรูปขวดแตกต่างจากการขึ้นรูปชาม กล่าวคือ การขึ้นทรงขวดเริ่มจากรูปทรงกระบอกมีขนาดที่สูงพอสมควรก่อนแล้วจึงขยายส่วนลำตัวกระบอกให้ป่องออกแล้วจึงปิดปลายกระบอกให้แคบลงเพื่อให้เป็นลักษณะคอขวด เช่น ขวดโถและแจกัน การทำให้ส่วนกลางของขวดหรือแจกันป่องออก เพื่อประโยชน์ในการบรรจุของเหลวได้มากขึ้น

ขั้นตอนในการขึ้นรูปขวดหรือแจกันประกอบด้วย

- ก. ขึ้นรูปให้เป็นทรงกระบอก โดยให้เนื้อดินที่อยู่บริเวณฐานมีความหนาพอสมควร เพื่อให้ภาชนะที่กำลังเป็นทรงตัวได้ดี
- ข. ใช้แผ่นเหล็กสแตนเลสหรือแผ่นไม้ปาดผิวเนื้อดินให้เรียบจากภายนอกภาชนะ การทำเช่นนี้จะทำให้เนื้อดินมีความแน่นขึ้นทำให้การหดตัวของเนื้อดินน้อยลง
- ค. ควรใช้ปลายนิ้วรีดลงที่เนื้อดินแทนการใช้ฝ่ามือเพื่อลดแรงเสียดทานให้น้อยที่สุด
- ง. ดึงส่วนคอขวด ด้วยปลายนิ้ว ไม่ควรให้เป็นหมุนหมุนเร็วเกินไป ซึ่งจะเหวี่ยงขวดจนเสียรูปทรงได้



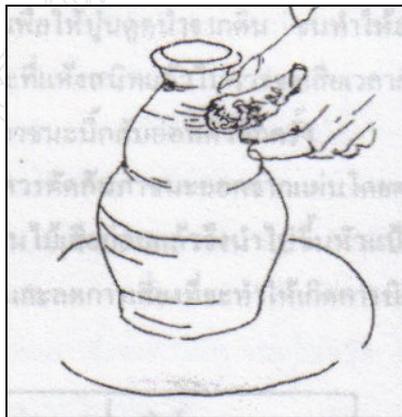
ภาพ 2.19 แสดงการดึงคอขวดด้วยปลายนิ้วให้ปากภาชนะเล็กใหญ่ตามต้องการ

(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2538 : 90)



ภาพ 2.20 แสดงการใช้นิ้วมือประกบกันเป็นวงกลมรัดปากภาชนะให้แคบลง  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์, 2538 : 90)

- จ. บีบปากขวดให้เล็กลงด้วยการใช้นิ้วกลางของนิ้วทั้งสองบีบเข้าหากัน
- ญ. ส่วนของเนื้อดินที่เกินออกมาตามขอบปากขวด ใช้ปลายเข็มตัดให้ขาดแล้วจึงใช้ฟองน้ำปาดให้เรียบอีกที (ภาพ 24)



ภาพ 2.21 แสดงการใช้ฟองน้ำปาดภาชนะเพื่อให้ผิวเรียบ  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิชญไพบุลย์, 2538 : 91)

### 3. การแต่งกันภาชนะ

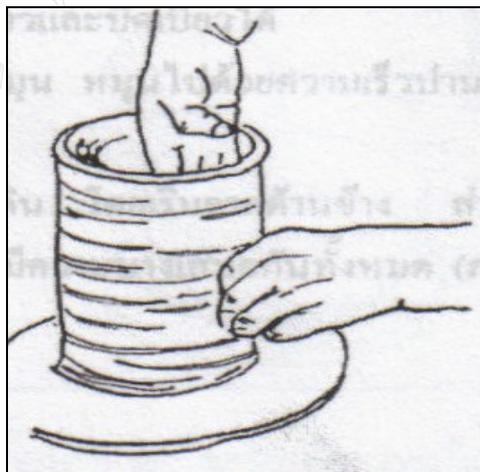
การแต่งกันภาชนะเป็นเทคนิคอีกอย่างหนึ่งของความสำเร็จของงานทุกชิ้นที่ขึ้นรูปแบบ

แป้นหมุน เนื่องจากการขึ้นรูปภาชนะบนแป้นหมุนเป็นการขึ้นรูปที่สำเร็จ แต่ส่วนบนของภาชนะเท่านั้น กล่าวคือ ช่างปั้นสามารถตกแต่งตัวภาชนะและขอบภาชนะจนเป็นที่พอใจ เฉพาะส่วน ก้นภาชนะนั้นไม่สามารถทำให้แล้วเสร็จในขณะที่ขึ้นรูปบนแป้นหมุนได้ เนื่องจากภาชนะที่ขึ้นรูปทางตัวอยู่ได้ด้วยก้นภาชนะ

จุดประสงค์ของการแต่งก้นภาชนะก็เพื่อนำดินที่เกินความจำเป็นออกจากส่วนฐานของภาชนะ ทำให้ภาชนะมีน้ำหนักเบาและภาชนะแห้งเร็วขึ้น และยังลดความเสี่ยงในการแตกร้าวที่มักเกิดขึ้นที่ฐานภาชนะอีกด้วย การแต่งก้นภาชนะยังให้ความงามแก่ภาชนะทั้งใบทำให้แลดูโปร่งเบาซึ่งมักจะนิยมแต่งเป็นวงแหวนใต้ก้นภาชนะ

การแต่งก้นภาชนะจะทำในระยะเวลาที่ภาชนะเริ่มจะแห้งตัว ถ้าภาชนะแห้งเกินไปจะทำให้ก้นภาชนะเกิดการแตกร้าวและลำบากต่อการชุบดิน หรือใช้เวลาในการแต่งมาก ถ้าหากเนื้อดินแห้งเร็วเกินไป อาจแก้ไขได้โดยการใช้กระบอกรีดน้ำฉีดทั้งภายในและภายนอก ให้เนื้อดินดูด ชับน้ำโดยตลอดแต่ถ้าภาชนะอ่อนตัวเกินไปก็จะทำให้ภาชนะหลุดตัวระหว่างการเคลื่อนย้าย และยังทำให้แต่งก้นภาชนะอ่อนตัวเกินไปก็จะทำให้ภาชนะทรงตัวระหว่างการเคลื่อนย้าย และยังทำให้แต่งก้นภาชนะลำบากขึ้นเนื่องจากเนื้อดินไม่ร่อนตัว ในกรณีที่ภาชนะอ่อนตัวเกินกว่าจะนำไปแต่งฐาน ควรวางภาชนะบนแผ่นปูนพลาสติกเพื่อให้น้ำดูดน้ำจากดิน จนทำให้ส่วนฐานของภาชนะมีความแข็งพอที่จะแต่งได้ต่อไป สำหรับภาชนะที่แห้งสนิทแล้วไม่ควรจะเสียเวลากับการทำให้ขึ้นใหม่ การเริ่มต้นใหม่จะใช้เวลาน้อยกว่าการรอให้ภาชนะนี้กลับอ่อนตัวอีกครั้ง

ถ้าแป้นหมุนบนแป้นไม้ควรตัดก้นภาชนะออกจากแป้นโดยตลอด ภาชนะที่เป็นจาน ถาดหรือชามปากกว้าง ควรวางคว่ำกับแป้นไม้เสียก่อนแล้วจึงนำไปขึ้นหัวแป้นเพื่อแต่งฐาน วิธีนี้จะทำให้ขอบของภาชนะไม่แห้งเร็วจนเกินไป และลดการเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการบิดเบี้ยว



ภาพ 2.22 แสดงการวัดความหนาบาง  
(ที่มา : ปุณณรัตน์ พิษณุไพบุลย์, 2538 : 93)

ก่อนการแต่งฐาน ควรนำภาชนะตรวจดูรูปทรงของภาชนะโดยการใช้มือคลำจาก ภายในทำให้ทราบรูปทรง โดยทั่วไปของภาชนะตลอดจนความหนาของผนังภาชนะ การทดสอบความหนาของผนัง หรือฐาน ภาชนะ สามารถทำได้โดยการใช้ปลายเข็มที่มึ่มเข้าไปภายในตัวภาชนะแล้วจึงแต่งกันภาชนะต่อไป

การแต่งฐานภาชนะสามารถทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

ก. ฐานของภาชนะที่ถูกขึ้นรูปเสร็จบนแป้นหมุนแล้วนั้น ควรมีความหนาประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร และควรทิ้งไว้ให้แข็งตัวพอสมควรก่อนนำมาแต่งกันบนหัวแป้นหมุน เรา สามารถสังเกตความแข็งที่เหมาะสมพอนำภาชนะมาแต่งกันได้ โดยการใช้เล็บจิกลงใน เนื้อดินได้ และต้องไม่อ่อนจนเนื้อดินจะติดนิ้วมือ

ข. วางภาชนะคว่ำบนหัวแป้นให้ตรงกับจุดศูนย์กลางของแป้นมากที่สุด ภาชนะที่สูง เช่น ขวดหรือแจกันอาจวางอยู่บนภาชนะที่มีปากกว้างอีกทีหนึ่ง แล้วจึงผนังตัวภาชนะให้ ติดกับหัวแป้นด้วยดินเหนียว การกดเนื้อดินให้แน่นตามขอบภาชนะควรทำ พร้อมๆ กันทั้งสองข้างของตัวภาชนะ ซึ่งจะทำให้ภาชนะไม่ขยับ และไม่ควรมีดินแรงจนเกินไป จะทำให้ขอบตัวภาชนะ ซึ่งจะทำให้ภาชนะไม่ขยับ และไม่ควรมีดินแรงจนเกินไป จะทำให้ขอบภาชนะร้าวและบิดเบี้ยวได้

ค. ในขณะที่หัวแป้นหมุน หมุนไปด้วยความเร็วปานกลาง ให้เริ่มใช้เครื่องมือขุดเนื้อดิน ออกจากฐานที่ละน้อย

ง. ใช้เครื่องมือขุดเนื้อดิน โดยเริ่มจากด้านข้าง ส่วนฐานของภาชนะก่อน แล้วตัดเนื้อดิน ออกจนผนังภาชนะมีความบางเสมอกันทั้งหมด

การแต่งกันภาชนะจนเป็นขอบสันมีความสูงไม่ควรเกิน 0.5 เซนติเมตรแล้วจึงลู่ด้วยฟอง น้ำเพื่อลดความคมของขอบ

จ. การแต่งกันควรทำให้ผิวหน้าของกันภาชนะเสมอกันเสียก่อน แล้วจึงเริ่มขุดเนื้อดินออกจาก ส่วนกันภาชนะ โดยเริ่มขุดจากศูนย์กลางของภาชนะออกมาสู่ขอบนอก การขุดเนื้อดินควร ทำให้รูปร่างภายนอกของภาชนะมีความสัมพันธ์กับรูปร่างภายในให้มากที่สุด สิ่งที่น่าสนใจ ประการหนึ่ง คือ ช่างปั้นชาวญี่ปุ่นมักปั้นภาชนะด้วยการหมุนแป้นทวนเข็มนาฬิกาและเมื่อทำ การแต่งกันภาชนะข้างบนเหล่านี้จะหมุนแป้นไปในทิศทาง ตรงข้ามกับการขึ้นรูปภาชนะ ด้วย วิธีการอันนี้จึงทำให้ไม่มีร่องรอยของการ ขุดกันภาชนะทิ้งไว้เลย นอกจากนี้การแต่งกันภาชนะ ยังมีประโยชน์ในการทำให้ภาชนะเกิดความงามและความสมดุลในตัวเองอีกด้วย

ปัญหาที่มักเกิดขึ้นในการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน

ปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนมัก ได้แก่

- ก. เนื้อดินที่แข็งเกินไปหรืออ่อนเกินกว่าที่จะขึ้นรูปได้ นอกจากนี้การนวดเนื้อดินไม่ดี ก็เป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนล้มเหลว
- ข. การขึ้นรูปหรือเปิดรูปในขณะที่ก้อนดินยังไม่ได้ศูนย์ดี
- ค. ใช้แรงกดจากมือทั้งสองข้างไม่เท่ากัน ทำให้ความหนาของผนังภาชนะไม่เท่ากัน
- ง. ใช้น้ำหล่อลื่นมากเกินไป ทำให้เนื้อดินปั้นอ่อนตัวเร็ว ภาชนะที่ขึ้นรูปจึงหลุดตัว
- จ. การออกแรงดันจากภายในภาชนะไม่เท่ากับแรงกดภายนอก ทำให้ภาชนะแกว่งและเสียศูนย์
- ฉ. การใช้ความเร็วที่ไม่เหมาะสม เช่น ความเร็วของแป้นหมุนช้าเกินไป และกดเนื้อดินบางส่วนบ่อยเกินไป ทำให้เนื้อดินบริเวณนั้นอ่อนตัวและหลุดตัวในที่สุด หรือการหมุนของแป้นหมุนเร็วเกินไปทำให้ลำบากต่อการควบคุม และภาชนะจะบานขยายออกจนล้มในที่สุด
- ช. การปล่อยให้มีน้ำขังอยู่ในภาชนะ ทำให้การเคลื่อนย้ายภาชนะลำบาก เมื่อปล่อยให้แห้งตัวจะทำให้ส่วนฐานภาชนะเกิดการแตกร้าว
- ซ. ขึ้นรูปภาชนะโดยมีความหนาไม่เท่ากันตลอดทั้งใบ ทำให้ภาชนะมีน้ำหนักมากในส่วนที่เนื้อดินมีความหนา และอาจเป็นสาเหตุของการแตกร้าวในตัวภาชนะ

**เทคนิคอื่น ๆ ในการขึ้นแป้นหมุน**

การปั้นภาชนะที่มีขนาดใหญ่หรือขามที่มีความกว้างมาก นิยมทำบนแผ่นปูนพลาสติกหรือแผ่นไม้อัด เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและปล่อยให้แห้งตัว แต่ในการขึ้นภาพที่มีขนาดเล็กสามารถทำบนหัวแป้นได้เลย วิธีการเคลื่อนย้ายภาชนะที่ขึ้นรูปแล้วออกจากหัวแป้นหมุนสามารถทำได้โดยการใช้เครื่องมือขูดเนื้อดินที่มีอยู่ที่ฐานภาชนะออก ให้มีเนื้อดินเหลืออยู่ที่ฐานภาชนะพอสมควรแล้วใช้ลวดตัดฐานภาชนะออกจากหัวแป้นหมุน จากนั้นจึงใช้ส่วนของนิ้วชี้และนิ้วกลางของทั้งสองมือคีบภาชนะออกจากหัวแป้นหมุน

ในการปั้นภาชนะที่ต้องการความสูงที่เท่ากันจำนวนมากๆ ช่างปั้นนิยมการตั้งเสากลึงๆ ข้างหัวแป้นหมุน โดยที่ตัวเสากลึงจะมีไม้ติดไว้สำหรับชี้ตำแหน่งความสูงระดับต่างๆ ของภาชนะที่ต้องการขึ้นรูป

นอกจากนี้การขึ้นรูปภาชนะที่มีขนาดเล็กและจำนวนมาก ด้วยวิธีการเตรียมดินที่มีขนาดพอดีใช้ในแต่ละครั้งจะเป็นการล่าช้า การขึ้นรูปภาชนะเหล่านี้จำนวนมากๆ ด้วยก้อนดินขนาดใหญ่จะทำให้ประหยัดเวลามากในการขึ้นรูปภาชนะ ช่างปั้นจะใช้ดินที่ละน้อยจากเนื้อดินก้อนใหญ่บนหัวแป้นหมุน

โดยเมื่อได้เป็นรูปภาชนะที่ต้องการแล้วจึงค่อยใช้เชือกหรือลวดตัดออกให้มี เนื้อดินที่ฐานแข็งพอจะใช้ นิ้ว มือยกขึ้นได้ และเริ่มขึ้นรูปภาชนะอื่นต่อไป

รูปทรงพื้นฐาน เช่น ทรงกระบอก สามารถทำให้มีหน้าที่ใช้สอยหรือแลดูงดงามขึ้น โดยการ เพิ่มเติมชิ้นส่วนบางชิ้นเข้าไป ได้แก่ หูจับ พกกาและฝาภาชนะ เป็นต้น ชิ้นส่วนประกอบเหล่านี้จะเพิ่ม เข้าไปได้ในขณะที่ผิวดินบนตัวภาชนะยังคงหมาดอยู่ ภาชนะและชิ้นส่วนที่เพิ่มเข้าไปก็จะแห้งและหดตัวไป พร้อมๆ กัน ทำให้รอดต่อมีความแข็งแรงและปราศจากรอยร้าว

#### 1. หูหิ้ว หรือ หูจับ

หูจับจะถูกนำมาประกอบเข้ากับตัวภาชนะเมื่อการแต่งกันภาชนะสำเร็จแล้ว การทำหูจับด้วย วิธีการรีดดินสามารถทำได้ตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

- ก. เลือกใช้ดินที่มีความแข็งมากกว่าดินที่นำมาใช้ขึ้นปั้นหมุน แล้วจึงคลึงให้เป็นก้อนโดย กะความหนาประมาณ 1.5 เซนติเมตร
  - ข. ใช้มือซ้ายจับก้อนดิน แล้วใช้มือขวาที่เปียกน้ำรีดดินเบาๆ จนมีความยาวพอเหมาะจะ นำไปใช้ ถ้าเป็นหูถ้วยควรให้มีความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร หูจับกาน้ำชาควรยาว ประมาณ 20 – 25 เซนติเมตร
  - ค. ส่วนบนสุดของหูหิ้วควรจะมี ความหนา มากกว่าส่วนล่าง ซึ่งจะติดเข้ากับภาชนะ ถ้าทำหูหิ้ว สำหรับที่ใช้ติดครอบฝากาน้ำชา อาจทำให้ความหนาเท่ากันได้โดยตลอด
- การรีดดินเหนียว เพื่อนำไปใช้เป็นหูภาชนะ
- ง. ถ้ามีส่วนที่ขรุขระหรือขาดแห่วงควรเริ่มใหม่อีกครั้ง เพราะจะทำให้หูภาชนะแลดูขรุขระ ไม่น่าใช้
  - จ. การใช้นิ้วหัวแม่มือรีดลงบนเนื้อดินโดยใช้ด้านข้างของนิ้วชี้รองรับ จะทำให้ลักษณะ ของหูหิ้วจับสบายขึ้น
  - ฉ. ใช้ปลายเข็มขีดบริเวณที่จะติดตั้งหูหิ้วให้เป็นรอยหยาบ แล้วจึงใช้น้ำดินทาอีกครั้งหนึ่ง ก่อนกดปลายทั้งสองของหูหิ้วลงบนภาชนะ
  - ช. ปรับส่วนโค้งและลักษณะของหูหิ้วให้อยู่ในลักษณะที่จับได้สบายและสวยงามที่สุดหู สำหรับถ้วยกาแฟหรือภาชนะที่มีขนาดเล็กจะมีส่วนบนของหูหิ้วที่หนากว่าส่วนล่าง นอกจากกรรมวิธีการเตรียมหูหิ้วด้วยการรีดเนื้อดินด้วยนิ้วมือแล้ว ยังสามารถเตรียมหู หิ้วได้จากวิธีแผ่นด้วยการรีดเนื้อดินด้วยนิ้วมือแล้ว ยังสามารถเตรียมหูหิ้วได้จากวิธี แผ่นหรือทำดินให้เป็นเส้นก็ได้

ภาชนะและหูเกิดขึ้นภายหลัง การเก็บภาชนะภายในห้องที่มีขนาดเล็ก และปิดมิดชิดจะ ช่วยให้  
ภาชนะแห้งอย่างช้าๆ หรืออาจใช้วิธีคลุมหรือห่อไว้ด้วย ถุงพลาสติก โดยให้  
มีช่องอากาศถ่ายเทเล็กน้อยก็สามารถใช้ได้ผลดี

ผู้ที่เริ่มหัดทำภาชนะอาจจะต้องทำซ้ำและซ้ำอีก จนกว่าจะได้ภาชนะที่มีรูปร่างเป็นที่  
พอใจการประกอบหูเข้ากับภาชนะจะทำได้ดีเมื่อหูที่เตรียมไว้แห้งมาดีและมีสภาพอยู่ตัวพอ สมควร สิ่ง  
สำคัญที่ควรคำนึงถึงคือ ขนาดของภาชนะจะเล็กลงหลังจากที่ภาชนะเผาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทั้งนี้  
เนื่องจากการหดตัวของเนื้อดิน ดังนั้นถ้าต้องการทำหูที่ให้น้ำมือสอดได้หรือต้องการให้ใช้มือจับได้อย่าง  
ถนัด ควรทำให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดหูที่เผาสำเร็จแล้วประมาณร้อยละ 4-6 อย่างไรก็ดี ความงามที่ได้  
สัดส่วนของภาชนะก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงด้วย

### การทำพวยเหยือก

พวยเหยือกเป็นอีกส่วนหนึ่งที่เพิ่มเข้าไปในตัวภาชนะ เพื่อให้มีหน้าที่ใช้สอยสำหรับการใช้  
รินของเหลวได้ การทำพวยเหยือกจำเป็นต้องทำหลังจากที่เสร็จจากการขึ้นรูปทรงภาชนะเสร็จใหม่ๆ  
ในขณะที่เนื้อดินยังมีความอ่อนตัวดี

#### ขั้นตอนการทำ

- ก. ใช้ปลายนิ้วชี้และนิ้วกลางของมือซ้ายกดที่ขอบภาชนะ
- ข. ใช้นิ้วชี้มือขวาจุ่มน้ำให้พอเปียก รูดจากภายในภาชนะออกมาสู่ภายนอก ในขณะที่นิ้วทั้งสอง  
ของมือซ้ายคอยรองรับการเคลื่อนไหวของนิ้วชี้มือขวา
- ค. ทำปลายพวยเหยือกให้มีลักษณะที่ยื่นออกมาและมีความบางพอสมควร จะทำให้น้ำไหลได้  
สะดวกเป็นทาง

## ฝาภาชนะ

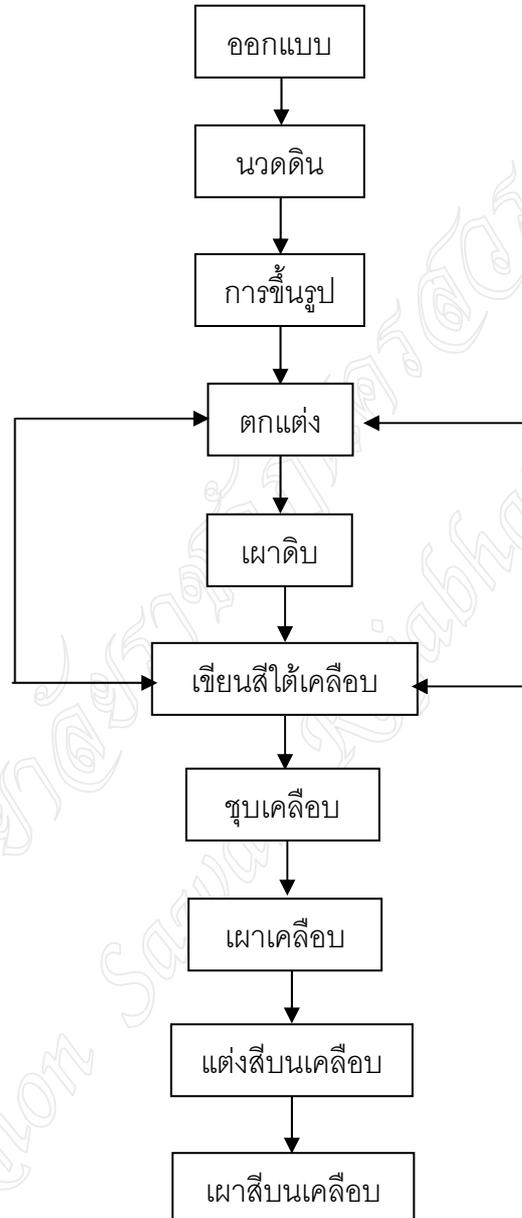
ฝาภาชนะเป็นส่วนประกอบภาชนะที่ใช้สำหรับวางปิดบนปากภาชนะอีกที ทำให้เกิดความเรียบร้อยในการเก็บรักษาสิ่งที่บรรจุอยู่ในภาชนะ นอกจากนี้ยังอาจเก็บความร้อนและกลิ่นได้พอสมควร ดังนั้นภาชนะที่ออกแบบให้มีฝาจำเป็นต้องคำนึงถึงการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การเก็บรักษาอาหาร การเก็บรักษาน้ำหรือของเหลวที่ไม่ต้องการให้ระเหยหายไป หรือแม้แต่การออกแบบฝาภาชนะเพื่อให้เกิดความกลมกลืนในตัวภาชนะเอง อย่างไรก็ตามการออกแบบภาชนะให้มีฝาจะเป็นการกำหนดหน้าที่ใช้สอยของตัวภาชนะให้แคบลง โดยภาชนะนั้นจะไม่เหมาะที่จะนำมาบรรจุสิ่งของที่มีความสูงหน่วยเดียวกันและยังเสริมความงามของตัวภาชนะอีกด้วย

การทำฝาภาชนะมีด้วยกันหลายวิธี การขึ้นรูปฝาภาชนะควรกระทำขึ้นพร้อมๆ กันกับการขึ้นรูปด้วยภาชนะ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ฝามีขนาดพอดีและกระชับแน่นกับขอบบนของภาชนะ การทำให้ฝาภาชนะมีขนาดรับแน่นกับปากภาชนะเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีเรียกว่า “คาร์ลิปเปอร์” (Calipers) สำหรับวัดขนาดของปากภาชนะและฝาให้เท่ากัน เมื่อได้ฝาภาชนะที่ต้องการแล้วจะต้องเคลือบยาด้วยความระมัดระวังเพื่อมิให้ขนาดและรูปร่างของฝาบิดเบี้ยวเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้การทำฝาสำหรับภาชนะที่แห้งตัวแล้วจะมีปัญหาเพราะการหดตัวที่แตกต่างกันของเนื้อดินที่แห้งและดินที่เปียก ฝาภาชนะที่ทำออกมาเมื่อแห้งตัวแล้วจึงมักมีขนาดเล็กกว่าปากภาชนะ

ลักษณะของฝาที่เรียบง่ายที่สุดคือฝาแบนๆ และมีตุ่มสำหรับจับตอนส่วนบน และมีขอบด้านในช่วยให้ฝามีความกระชับแน่นกับขอบภาชนะและไม่ทำให้ฝาลื่นหลุดจากภาชนะได้ดีอีกด้วยฝามีลักษณะเป็นโดมโค้ง ทำขึ้นโดยการปั้นลักษณะเป็นชาม ควรมีขอบฝาที่มีความเพียงพอที่จะทำขอบสลักยึดภายในกับตัวภาชนะได้ ส่วนที่จับสามารถทำขึ้นได้โดยการขึ้นแบบหมุนอีกที่บนฝานั้น

การทำฝามีด้วยกันหลายวิธี แต่หลักการที่สำคัญ คือ สามารถเข้ากับภาชนะได้อย่างกระชับแน่น และมีส่วนที่เป็นสลักหรือเดือยป้องกันมิให้ฝาลุดจากภาชนะได้โดยง่าย ฝาสำหรับการนำชาควรมีขอบเกี่ยวกับขอบกา ซึ่งจะช่วยให้ตัวฝาไม่หลุดและหล่นจากขอบกาเวลาเท และบนฝาคควรมีรูเล็กๆ เพื่อกันมิให้ภายในกาเป็นสูญญากาศ ทำให้ฝากาติดแน่นกับตัวกา เมื่อบรรจุของเหลวร้อนไว้ ภายในภาชนะ

สรุปขั้นตอนการขึ้นรูปด้วยแป้งหมูน ดังแสดงในแผนภาพต่อไปนี้



แผนภาพ 2.1 สรุปขั้นตอนการขึ้นรูปด้วยแป้งหมูน

(ที่มา : จีรพันธ์ สมประสงค์, 2535 : 65)

## การทดสอบสมบัติของวัตถุดิบ

ทำการศึกษาทางด้านความเหนียว โดยวิธีตัดงอ นำดินที่ได้มาคลึงเป็นเส้นกลมขนาดเท่าดินสอดำ แล้วงอให้เป็นวงแหวนเล็กๆ ถ้าไม่ปรากฏรอยแตกถือว่าดินนั้นแสดงว่าดินนั้นมีความเหนียวพอที่จะขึ้นรูปได้ และศึกษาวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยมีความจำเป็นอย่างไรที่จะต้องมีการวิเคราะห์ เพื่อศึกษาหาปริมาณของสาร ในวัตถุดิบแต่ละตัวโดยนำวัตถุดิบไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-Ray Fluorescence (XRF.) ซึ่งผลที่ได้จะบอกปริมาณและชนิดของสารที่เป็นองค์ประกอบ และผลวิเคราะห์ทางเคมีที่มาจากบริษัทผู้จำหน่ายวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

### ขั้นทดสอบสมบัติของแท่งทดลอง

1. หาค่าความแข็งแรงโดยเครื่องหาความแข็งแรง โดยการนำแท่งทดลองที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส มาวางบนลิ้มที่รองรับมีระยะห่างของลิ้ม 8 เซนติเมตร ความหนาของแท่งทดลอง 1 เซนติเมตร และความกว้างของแท่งทดลอง 1 เซนติเมตร มาวัดค่าน้ำหนักที่กดลงมาจึงนำมาคำนวณด้วยสูตร (ศศิธร คงทน . 2544 : 52)

สูตร คำนวณหาค่าความแข็งแรงของแท่งทดสอบสี่เหลี่ยม

$$M = \frac{3PL}{2bd^2}$$

เมื่อ M = ค่าของความแข็งแรง (หน่วย Kg./cm.<sup>2</sup>)

P = แรงกดที่ทำให้แท่งทดลองหัก (Kg.)

L = ระยะห่างของแท่งรองทดลอง (cm.)

b,d = ความกว้างและความหนาของแท่งทดลอง

2. การหาค่าความหดตัว การวัดการหดตัวทำได้จากการวัดเมื่อแท่งทดลองนั้นยังเปียกอยู่ ซึ่งจะต้องเท่ากับ 10 เซนติเมตร หลังจากนั้นก็วัดก่อนเผา และหลังเผา แล้วจึงนำมาคำนวณตามสูตร (Rhodes 1972 : 200)

สูตร คำนวณหาค่าการหดตัว

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัวเมื่อแห้ง} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินแห้ง} \times 100}{\text{ความยาวของดินเปียก}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัวของดินเมื่อเผาแล้ว} = \frac{\text{ความยาวของดินแห้ง} - \text{ความยาวของดินที่เผาแล้ว} \times 100}{\text{ความยาวของดินเปียก}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัวรวม} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินที่เผาแล้ว}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

3. การหาค่าการดูดซึมน้ำ ทำได้จากการนำเอาแท่งทดลองที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ซ้ำก่อนต้น แล้วนำมาต้มในน้ำเดือด 1 ชั่วโมง ปล่อยให้ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงมาชั่งค่าน้ำหนักหลัง

การดูดซึมน้ำ (Rhodes 1972 : 200)

สูตร การหาค่าการดูดซึมน้ำ

$$A = \frac{W-D}{D} \times 100$$

โดย A = เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ

W = น้ำหนักของดินที่อิ่มตัว

D = น้ำหนักของดินที่แห้ง

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โกมล รักษ์วงศ์, ม.ป.ป. : 3 ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware สำหรับขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่ใช้ได้ผล ดี เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1,225 องศาเซลเซียส มีอัตราส่วนผสมดังต่อไปนี้คือ

วัตถุดิบ	ร้อยละ
Kaolin จ.ลำปาง	25.8
Kaolin จ.ระนอง	19.2
Ball clay	14.3
Quartz	30.0
Feldspar จ.ราชบุรี	10.7
Sodium silicate	0.3

ผลการทดลองสมบัติทางด้านฟิสิกส์หลังการเผา คือ มีการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 0.1 การหดตัว ร้อยละ 13.8 เมื่อเผาในบรรยากาศแบบสมบูรณ มีสีขาว แสดงว่า บรรยากาศในการเผาจะมีผลต่อสีของเนื้อดินปั้น

ทวี พรหมพฤกษ์ (2523) ได้พบอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่ใช้ได้ผลดีเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,225 – 1,250 องศาเซลเซียส และเนื้อดินปั้นที่เผาแล้วดูดซึมน้ำได้ไม่เกิน ร้อยละ 3 ซึ่งมีอัตราส่วนผสม ของเนื้อดินปั้น ดังตารางที่ 15 แสดงว่าอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นแตกต่างกันตามวัตถุดิบที่ใช้ผสม

ตาราง 2.9 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่ใช้ได้ผลเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,225 – 1,250 องศาเซลเซียส (ที่มา : ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 :82.)

เนื้อดินปั้น หมายเลข	Stone ware	Kaolin	Feldspar	Quartz	Fire clay	Ball clay	Red clay	รวม
1	80	10	-	-	-	-	10	100
2	75	-	-	-	-	-	15	100
3	40	20	-	10	10	-	20	100
4	30	-	-	-	-	30	30	100
5	-	-	40	15	10	30	-	100
6	20	-	25	20	20	-	15	100

เกรบานีเออร์ (Grebanier. 1975 : 112.) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่ใช้สำหรับขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน โดยใช้ดินจอร์แดน (Jordan clay) ผสมกับ Ball clay, Feldspar, และ Quartz ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เผาอุณหภูมิ 1,300 องศา

ตาราง 2.10 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่ใช้ได้ผลดีเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส (ที่มา : Grebanier. 1975 : 112.)

เนื้อดินปั้นหมายเลข	ดินจอร์แดน	Ball clay	Feldspar	Quartz	รวม
4	53	22	5	20	100
8	55	22	5	18	100

จากการทดลองพบว่าเนื้อดินปั้นหมายเลข 4 และ 8 สามารถใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้ดีและเมื่อเผาในบรรยากาศแบบ Oxidation Firing จะมีสีน้ำตาลอ่อน เผาในบรรยากาศแบบ Reduction Firing จะมีสีเทาอ่อน แสดงว่าบรรยากาศที่ใช้ในการเผานั้นมีผลต่อสีของเนื้อดินปั้น

ซากิน (Zakin. 1981: 44.) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่เผาในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นประกอบไปด้วยวัตถุดิบที่เป็นดิน ร้อยละ 90 และอีก ร้อยละ 10 เป็นวัตถุดิบชนิดอื่น อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ใช้ได้ผลดีมีอัตราส่วนผสมตามตารางที่ 17

ตาราง 2.11 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่เผาในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส  
(ที่มา : Zakin . 1781 : 44.)

เนื้อดินปั้น หมายเลข	Red clay	Stoneware clay	Kaolin	Ball clay	Fire clay	Quartz	Feldspar
1	45	-	33	12	-	10	-
2	10	70	-	-	10	5	5
3	25	40	20	5	-	5	5

นอร์ตัน (Norton. 1952 : 225) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่เผาในอุณหภูมิ 1,225-1,250 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนผสมของ เนื้อดินปั้นที่ใช้ได้ผลดีมีอัตราส่วนผสมดังนี้ คือ

วัตถุดิบ	ร้อยละ
Stoneware	47.5
Ball clay	30.0
Quartz	22.5

จากการทดลองพบว่าเนื้อดินปั้นมีความเหนียวดี มีการหดตัวหลังเผา ร้อยละ 13 การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 5 เผาในบรรยากาศแบบสุมบูรณ์ จะมีสีเทา

แชปเปล (Chappell. 1977: 68) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่เผาในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ใช้ได้ผลดี มีอัตราส่วนผสมดังนี้ คือ

วัตถุดิบ	ร้อยละ
Earthenware clay	40
Kaolin	18
Ball clays	15

Manganes dioxide	6
Bentonite	3
Nephtylite syenite	2

จากผลการทดลองพบว่า เนื้อดินปั้นมีความเหนียวดี มีการหดตัว ร้อยละ 12.5 การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 5 เเผในบรรยากาศแบบ แบบสมบูรณ์ แสดงว่า บรรยากาศที่ใช้เผามีผลต่อสีของเนื้อดินปั้น

โรว์เดส (Rhodes. 1959 : 60-61 ) ได้ทดลองหาส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่ใช้ขึ้นรูปได้ง่าย มีเนื้อละเอียด มีสีขาว และสามารถดัดแปลงให้มีเนื้อหยาบได้ง่ายจากการทดลองอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่เผในอุณหภูมิ 1,280 องศาเซลเซียส ที่ใช้ได้ผลดีมีอัตราส่วนผสมดังตาราง 19 ผลการทดลองพบว่าเนื้อดินปั้น สามารถดูดซึมน้ำได้ ร้อยละ 1-5 และมีการหดตัวหลังเผาร้อยละ 11-12.5 สีของเนื้อดินปั้นขึ้นอยู่กับบรรยากาศในการเผา คือ เเผในบรรยากาศแบบสมบูรณ์ เนื้อดินจะมีสีเทา เเผในบรรยากาศแบบไม่สมบูรณ์ เนื้อดินจะมีสีน้ำตาล แสดงว่า เนื้อดินปั้นแตกต่างกันตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ และเมื่อเผในอุณหภูมิ เดียวกันสมบัติทางฟิสิกส์หลังเผต่างกัน นอกจากนี้บรรยากาศที่ใช้ในการเผามีผลต่อสีของเนื้อดินปั้นด้วย

ตาราง 2.12 ผลการทดลองอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น Stoneware เเผที่อุณหภูมิ 1,280

องศาเซลเซียส

(ที่มา : Rhodes. 1959:61.)

วัตถุดิบ	1	2	3	4	5	6
Stoneware clay	60	-	-	15	45	60
Kaolin	-	25	-	30	-	-
Ball clay	20	30	30	15	20	15
Earthenware clay	-	10	10	5	-	-
clay	-	15	40	-	-	-
Fire clay	10	10	10	15	15	15
Quartz	10	10	10	20	20	10
Feldspar						

ตาราง 2.13 แสดงอัตราการดูดซึมน้ำและการหดตัว

เผาแบบ	เทาอ่อน	เทา	เทา	น้ำตาล-เทา	เทา	เทา
Oxidation						
เผาแบบ	น้ำตาลอ่อน	เทา-น้ำตาล	น้ำตาล	น้ำตาล	น้ำตาล	น้ำตาล
Reduction						
การดูดซึมน้ำ(%)	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	5.0
การหดตัว(%)	11.5	12.5	12.5	12.0	12.0	11.0

ซิงเกอร์ (Singer. 1963 : 431) ได้ทำการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่ทำขึ้นในประเทศต่างๆ เช่น ประเทศอังกฤษ จีน ญี่ปุ่น เป็นต้น และจากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่ผลิตขึ้นในแต่ละประเทศนั้นได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 20

ตาราง 2.14 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อดินปั้น Stoneware ที่ผลิตขึ้นในประเทศต่างๆ  
(ที่มา : Singer. 1963 : 430.)

แหล่งที่ผลิต	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Altrom	65.62	27.94	1.60	1.25	1.33	0.39	1.42
Vauxhall	74.00	22.04	2.00	0.60	0.17	1.60	-
Helsingorg	74.60	19.00	4.25	0.62	-	1.30	-
Vosonlien	74.30	19.50	3.90	0.50	0.80	0.50	-
Batimore	67.40	29.00	2.00	0.60	-	0.60	-
Wedgwood	66.49	26.00	6.12	1.04	0.15	0.20	-
China	62.00	22.00	14.00	0.50	-	1.00	-
Japan, Grey	71.29	21.07	1.25	2.82	1.98	-	0.44
Japan, Brown	73.68	10.20	4.37	0.70	0.32	-	0.30

จากตารางที่ 2.9 - 2.14 สรุปได้ว่าเนื้อดินปั้น Stoneware โดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบทางเคมี ดังนี้คือ

วัตถุดิบ	ร้อยละ
Silica	35-75
Alumina	19-41
Ferric oxide	1-16
Calcium oxide	0-3
Magnesium oxide	0-2
Alkali	0-2

ตาราง 2.15 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของสาร

วัตถุดิบ	สูตรเคมี (chemical composition)(%)และน้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weigh)									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO <sub>2</sub>	LOI
	60	102	106	40	56	94	62	80	-	
1.ดินพื้นบ้าน ต.บ้านแก่ง อ.เมือง จ.นครสวรรค์	57.2	21.0	6.3	0.9	0.7	2.5	0.8	1.1	0.1	8.0
2. ดินขาว Kaolin จ.ลำปาง	51.2	36.4	1.40	2.10	1.10	2.50	-	-	-	5.30
3. หินฟันม้า จ.ตาก Potash Feldspar	65.7	18.7	0.15	0.1	0.16	12.2	2.60	0.11	-	0.30
4.ซีลิกา Silica จ.ลำปาง	98.9	0.90	0.1	0.09	0.05	-	-	-	-	49.44

(ที่มา: ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา ภาคเหนือ จ.ลำปาง และห้างหุ้นส่วน น่าย่งเฮง จังหวัดลำปาง)