

บทที่ 1 บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันงานปั้นหลายอย่างนิยมทำมาจาก ดินญี่ปุ่น ซึ่งจุดเริ่มต้นของดินที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้ ที่เรียกว่าดินญี่ปุ่นหรือดินไทย มีที่มาจากต่างประเทศ โดยเริ่มมาจากประเทศในทวีปยุโรป เมื่อประมาณ 50-60 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ.1940-1950) เนื่องจากคนยุโรปมักจะทานอาหารประเภทขนมปังเป็นอาหารหลัก ดังนั้นจึงเกิดแป้งที่เหลือใช้เป็นจำนวนมากในแต่ละครั้ง จึงได้มีผู้ที่คิดทดลองเอามาปั้นเป็นสิ่งของต่างๆ เช่น ตุ๊กตา ตัวสัตว์ และดอกไม้ จากนั้นก็ได้มีการคิดพัฒนามาเรื่อยๆ จากที่เคยไม่มีสีก็ผสมสีลงไป จากที่เคยแฉะแฉะก็เกิดเป็นเนื้อที่แข็ง ก็ปรับปรุงมาเรื่อยๆ ตามลำดับต่อมาเมื่อประมาณสักปี ค.ศ.1970 หรือประมาณ 30 ปีที่แล้ว เกิดมีชาวญี่ปุ่นเห็นชาวยุโรปปั้นเป็นรูปร่างต่างๆก็นำกลับมาคิดพัฒนา เป็นแป้งปั้นของญี่ปุ่น ส่วนผสมในตอนแรกก็ทำมาจาก แป้งทำอาหาร ประเทศญี่ปุ่น นำมาปั้น ตุ๊กตา แบบเหมือนจริง มีการผสมกระดาษปนเข้าที่เรียกว่า ดินเยื่อกระดาษ ส่วนการทำดอกไม้ ก็ใช้ดินแป้งทำ และก็มีโรงเรียนเล็กๆเกิดขึ้นมากมาย เพื่อสอนการทำงานฝีมือประเภทนี้ขึ้น ในขณะเดียวกันเกิดบริษัทที่ผลิตออกมาจำหน่ายเป็นจำนวนมากเช่นกัน หลากหลายยี่ห้อ ส่วนยี่ห้อที่เราคุ้นเคยก็คือ ดินLUNA CLAY ก็ยี่ห้อหนึ่งที่มีคนใช้มาก(ดินญี่ปุ่น LUNACLAY มีด้วยหลายเกรด

ญี่ปุ่นก็เริ่มเข้ามาในประเทศไทย ประมาณปี พ.ศ.2530 เกิดการนำดินญี่ปุ่นมาปั้นเป็นดอกไม้ เป็นตุ๊กตา โดยผู้สอนก็เป็นอาจารย์ชาวญี่ปุ่น มีคนไทยสนใจเป็นจำนวนมาก แต่ก็ยังไม่แพร่หลาย มีทำกันเฉพาะกลุ่ม โดยส่วนใหญ่จะเป็นการทำเพื่อเป็นอดิเรกมากกว่า ไม่ได้ทำเพื่อจำหน่าย หลังจากนั้นไม่นานนักคนไทยเป็นคนรักเรื่องงานฝีมือก็คิดมาดินไทยขึ้นมาบ้าง ก็เกิดจากแป้งเหมือนในทุกๆประเทศที่เริ่มคิดสูตรใหม่เพิ่มขึ้นมาเรื่อยๆ

ปัจจุบันมีผู้คิดค้นสูตรการทำดินปั้นจากแป้งคล้ายกับดินปั้นจากดินญี่ปุ่นมากมายหลายแบบ และมีการนำออกมาวางขายตามท้องตลาดและขายออนไลน์ในอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้มีผู้นำดินญี่ปุ่นและดินปั้นจากแป้งมาประดิษฐ์เป็นของใช้ หรือเครื่องประดับออกมาวางขายมากมายเช่น ทำดอกไม้ประดิษฐ์ ทำพวงกุญแจ ทำสร้อยข้อมือ จากการสืบค้นข้อมูลผ่านทางยูทูป มีผู้ขายที่ทำรายได้จากการขายผลงานปั้นจากดินญี่ปุ่นและดินปั้นอื่นๆมีรายได้หกหมื่นบาทต่อเดือนขึ้นไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าดินญี่ปุ่น และดินปั้นจากแป้งสามารถนำมาประดิษฐ์ ปั้นชิ้นงานได้อย่างหลากหลาย ทั้งเพื่อการค้า หรือเพื่องานอดิเรก อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการสำรวจราคาขายดินญี่ปุ่นที่ขายตามท้องตลาดในปัจจุบันราคาค่อนข้างสูง ผลการสำรวจตลาดในท้องถิ่นพบว่าราคาขายอยู่ที่ 200 กรัม ขายในราคา 85 บาท

ผู้ทำโครงการจึงสนใจศึกษาสูตรการทำดินญี่ปุ่นซึ่งพบเห็นขั้นตอนการผลิตได้จากเว็บไซต์ และทางยูทูป พบสูตรการทำดินปั้นจากแป้งเพื่อเทียบเคียงคุณสมบัติของแป้งญี่ปุ่น โดยใช้ แป้งที่หาง่ายในท้องถิ่นคือทำจากแป้งข้าวเหนียว หรือบางสูตรทำจากแป้งข้าวโพด ผู้ทำโครงการจึงสนใจที่จะศึกษาการทำดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียว และ ดินปั้นจากแป้งข้าวโพด และเปรียบเทียบคุณภาพของชิ้นงาน ของดินปั้นจากแป้งข้าวโพด กับดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียว ว่า ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

2. วัตถุประสงค์

ในการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบคุณภาพของดินปั้นจากแป้งข้าวโพด กับดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียว ผู้จัดทำได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการศึกษาดังนี้

1. เพื่อศึกษาการผลิตดินปั้นจากแป้งข้าวโพด กับดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียว
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียวกับดินปั้นจากแป้งข้าวโพด

3. สมมติฐาน

ดินปั้นที่ผลิตจากแป้งข้าวเหนียวและดินปั้นจากแป้งข้าวโพด จะมีคุณภาพที่แตกต่างกัน

4. ขอบเขตการศึกษา

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1) ประชากร ประชากรในการศึกษาคือชนิดของแป้งที่สามารถนำมาใช้ในการทำดินปั้น
- 2) กลุ่มตัวอย่าง แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเหนียว

4.2 ตัวแปร

- 1) ตัวแปรต้น คือ ชนิดของแป้งที่นำมาศึกษา ได้แก่ แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวโพด
- 2) ตัวแปรตาม คือ คุณภาพของดินปั้น
- 3) ตัวแปรควบคุม ได้แก่ อัตราส่วน วิธีการทำดินปั้น ขนาดผลงาน ระยะเวลาในการใช้งานดินปั้น

4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ในการศึกษาคุณภาพของดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียวกับดินปั้นจากแป้งข้าวโพดได้กำหนดระยะเวลาในการศึกษา 1 เดือน คือ 10 กรกฎาคม 2564- 20 สิงหาคม 2564

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ดินปั้น คือ แป้งที่ผ่านกรรมวิธีจนได้เป็นก้อนดินปั้น และสามารถนำมาปั้นเป็นรูปทรงต่างๆ เมื่อแห้งจะคงรูป

5.2 คุณภาพของดิน เป็น ความยากง่ายในการผลิต คุณภาพและความเหมาะสมของเนื้อดิน ความเหมาะสมและความสมบูรณ์ของชิ้นงานหลังจากการปั้น

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถผลิตดินปั้นไว้ใช้เองได้
2. ทราบคุณสมบัติของดินปั้นที่ทำจากแป้งข้าวเหนียว และดินปั้นจากแป้งข้าวโพด
3. เป็นช่องทางในการประกอบอาชีพ และหารายได้พิเศษระหว่างเรียน
4. เป็นการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบคุณภาพดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียวและดินปั้นจากแป้งข้าวโพด คณะผู้จัดทำได้ศึกษา ความรู้เพิ่มเติม และเอกสาร ที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ดินปั้น
 - 1.1 ดินญี่ปุ่น
 - 1.2 ดินไทย
2. คุณสมบัติของแป้ง
 - 2.1 แป้งประกอบด้วยอะไร
 - 2.2 เพราะเหตุใดแป้งแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน
 - 2.3 การคืนตัวของแป้งสุก (Retrogradation)
 - 2.4 แป้งข้าวโพด
 - 2.5 แป้งข้าวเหนียว
3. การปั้น
 - 3.1 ความหมายและความเป็นมาของการปั้น
 - 3.2 การปั้นโดยทั่วไป

1.ดินปั้น

1.1 ดินญี่ปุ่น

จุดเริ่มต้นของดินที่เราใช้กันอยู่ทุกวันนี้ ที่เรียกว่าดินญี่ปุ่นหรือดินไทย มีที่มาจากต่างประเทศ แต่กลับไม่ใช่ประเทศญี่ปุ่นอย่างที่เราเข้าใจกัน โดยแท้เริ่มมาจากประเทศในทวีปยุโรป(ไม่ว่าประเทศไหน เพราะไม่มีการบันทึกไว้) แต่เริ่มที่ยุโรปประมาณ 50-60 ปีที่ผ่านมา(ค.ศ.1940-1950) เกิดจากความบังเอิญมากกว่า เนื่องจากคนยุโรปในสมัยมักจะทานอาหารประเภทขนมปังเป็นอาหารหลัก ดังนั้นจึงเกิดแป้งที่เหลือใช้เป็นจำนวนมากในแต่ละครั้ง จึงได้มีผู้ที่คิดลองเอามาปั้นเป็นสิ่งของต่างๆ เช่น ตุ๊กตา ตัวสัตว์ และดอกไม้ จากนั้นก็ได้มีการคิดพัฒนามาเรื่อยๆ จากที่เคยไม่มีสีก็ผสมสีลงไป จากที่เคยแฉะเหนียว จากที่เกิดเป็นเชื้อราบ้าง ก็ปรับปรุงมาเรื่อยๆตามลำดับ

ต่อมาเมื่อประมาณสักปี ค.ศ.1970 หรือประมาณ 30 ปีที่แล้ว เกิดมีชาวญี่ปุ่นเห็นชาวยุโรปปั้นเป็นรูปร่างต่างๆก็กลับมาคิดพัฒนา เป็นแป้งปั้นของญี่ปุ่นบ้าง แต่ก็มีข้อเสียเหมือนกับทางยุโรปอีกเช่นเคย ด้วยความที่ญี่ปุ่นเป็นนักคิดก็สามารถพัฒนาแป้งปั้นให้เกิดเป็นดินปั้นขึ้นมาจนได้ ที่เรียกว่า เคลย์(Clay) ส่วนผสมในตอนแรกก็ทำมาจาก แป้งทำอาหาร เหมือนกัน(แต่ปัจจุบันเกิดแป้งทางเคมี) ที่ประเทศญี่ปุ่นในยุคก่อนนำมาปั้น ตุ๊กตา แบบเหมือนจริง ก็จะผสมกระดาษปนเข้าที่เรียกว่า ดินเยื่อกระดาษ ส่วนการทำดอกไม้ ก็ใช้ดินแป้งทำ และก็มีโรงเรียนเล็กๆเกิดขึ้นมากมาย เพื่อสอนการทำงานฝีมือประเภทนี้ขึ้น ในขณะเดียวกันเกิดบริษัทที่ผลิตออกมาจำหน่ายเป็นจำนวนมากเช่นกัน หลากหลายยี่ห้อ ส่วนยี่ห้อที่เราคุ้นตัก็คือ ดินLUNA CLAY ก็ยี่ห้อหนึ่งที่มีคนใช้มาก(ดินญี่ปุ่น LUNACLAY มีด้วยหลายเกรด แต่แบบที่บ้านเราใช้กันเป็นเกรดที่ถูกที่สุดในญี่ปุ่น)

หลังจากนั้นไม่นานนักดินญี่ปุ่นก็เริ่มเข้ามาในประเทศไทย ประมาณปี พ.ศ.2530 เกิดการนำดินญี่ปุ่นมาปั้นเป็นดอกไม้ เป็นตุ๊กตา โดยผู้สอนก็เป็นอาจารย์ชาวญี่ปุ่น ในตอนนั้นมีคนไทยสนใจเป็นจำนวนมาก แต่ก็

ยังไม่แพร่หลาย ทำกันเฉพาะกลุ่ม โดยส่วนจะเป็นการทำเพื่อเป็นอดิเรกมากกว่า ไม่ได้ทำเพื่อจำหน่าย หลังจากนั้นไม่นานนักคนไทยเป็นคนรักเรื่องงานฝีมือก็คิดมาดัดไทยขึ้นมาบ้าง ก็เกิดจากแบ่งเหมือนในทุกๆ ประเทศที่เริ่มคิดสูตร เท่าที่จำได้ก็เห็นต้นมะพร้าว ตันกล้วย ขายกันอยู่ตามชายหาด เช่น แถวบางแสน ก็มากอยู่และส่วนหนึ่งที่คุณครูสอนที่สอนหนังสือมาแบ่งที่ทำเองมาสอนนักเรียนในวิชางานประดิษฐ์ในหลายๆ โรงเรียน ส่วนกลุ่มที่ทำขายก็พัฒนาด้านฝีมือในการทำให้สวยงาม ละเอียดลอ ยิ่งกว่าประเทศต้นแบบเสียอีก ทางด้านผู้ผลิตเองก็พัฒนาสูตรดินมาเกือบจะเทียบเท่าดินญี่ปุ่น

ถึงอย่างไรก็ตาม ทางร้านเราเองเคยไปแสดงสินค้าที่ยุโรป(ประเทศต้นแบบ) ได้เห็นงานของยุโรปในยุคปัจจุบันก็ไม่เหมือนที่บ้านเราทำ ส่วนใหญ่งานของเขาได้ถูกพัฒนามาเป็นทางด้านงานเซรามิกมากกว่างานดินปั้น ฝรั่งเศสพอเห็นของคนไทยยังทิ้งเลยทำได้เหมือนดอกไม้จริงมาก และที่ประเทศญี่ปุ่นเองเราก็เคยไปออกงานแสดงสินค้า โดยเอาดอกไม้ดินฝีมือคนไทยไปโชว์ ไปขายก็ได้รับความสนใจมาก ขายดีมาก เพราะที่ญี่ปุ่นเองจะไม่ค่อยมีต้นเล็ก ส่วนต้นใหญ่งานของเขาจะเป็นเหมือนงานประดิษฐ์ แต่ส่วนงานบ้านเราจะเหมือนดอกไม้จริง

1.2 ดินไทย

ดินไทยมีส่วนผสมด้วยแป้งต่างๆ เป็นการนำเอาแป้งต่างๆ ที่มีสีขาว ได้แก่ แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง ดินขาวหรือดินสอพอง เป็นวัตถุดิบหลักในการผสมกับกาวลาเท็กซ์ และผสมสารกันบูด หรือสารกันเชื้อรา คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำมาห่อใส่ถุงอย่างมิดชิดเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติ ซึ่งดินประเภทนี้สามารถผสมน้ำ สีโปสเตอร์ สีน้ำมัน หรือสีฝุ่นได้ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้นำไปใช้ ทำให้แป้งมีสีต่างๆ แล้วจึงนำไปปั้นเป็นรูปต่างๆ

2. แป้ง

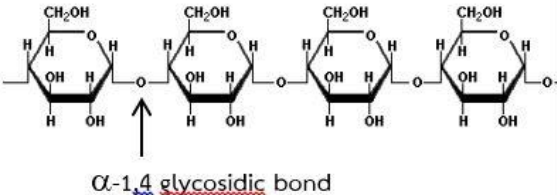
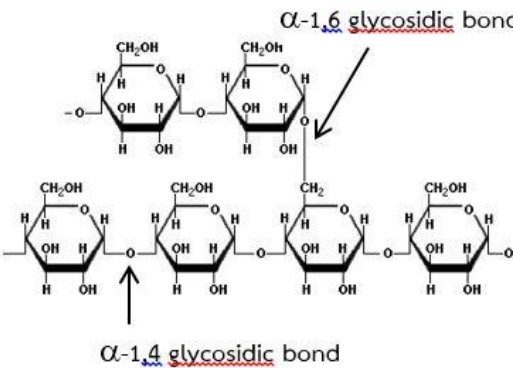
2.1 แป้งประกอบด้วยอะไร

ถ้าสกัดองค์ประกอบอื่นในแป้งออกไปจนเหลือเฉพาะคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของแป้งจะเรียกส่วนที่เหลือว่า สตาร์ช (starch) สตาร์ชเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่เก็บสะสมในส่วนต่างๆ ของพืช มีโครงสร้างแบ่งเป็น 2 รูปแบบคือ อะไมโลส (amylose) และ อะไมโลเพกทิน (amylopectin) โดยทั่วไปสตาร์ชจะมีอะไมโลสเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 20 – 30 และมีอะไมโลเพกทินเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 70 – 80 ซึ่งสตาร์ชที่ได้จากพืชต่างชนิดกันจะมีปริมาณ โครงสร้าง และการจัดเรียงตัวของอะไมโลสและอะไมโลเพกทินแตกต่างกันจึงทำให้แป้งจากพืชแต่ละชนิดมีสมบัติต่างกัน

อะไมโลสเป็นพอลิเมอร์สายตรงของน้ำตาลกลูโคสเรียงต่อกันเป็นสายยาว ไม่มีการแตกแขนง โดยทั่วไปประกอบด้วยกลูโคส 300 – 3000 โมเลกุล ซึ่งแต่ละโมเลกุลของกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic bond) ชนิด $\alpha - 1,4$ (คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของกลูโคสเชื่อมกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 4 ของกลูโคสโมเลกุลถัดไป)

อะไมโลเพกทินเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสเรียงต่อกันเป็นสายยาวและมีการแตกแขนง โดยทั่วไปการแตกแขนงจะเกิดขึ้นทุกๆ กลูโคส 24 – 30 โมเลกุลบนสายยาว ส่วนที่เป็นสายยาวนั้นโมเลกุลของกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคซิดิก ชนิด $\alpha - 1,4$ เหมือนกับอะไมโลส (amylose) และส่วนที่แตกแขนงจะเชื่อมต่อด้วยพันธะไกลโคซิดิก ชนิด $\alpha - 1,6$ (คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของกลูโคสโมเลกุลแรกของส่วนที่แตกแขนงเชื่อมกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 6 ของกลูโคสที่อยู่บนสายยาว) อะไมโลสและอะไมโลเพกทินมีสมบัติที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างและสมบัติของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน

อะไมโลส	อะไมโลเพกทิน
 α-1,4 glycosidic bond	 α-1,6 glycosidic bond α-1,4 glycosidic bond
ละลายน้ำได้น้อย	ละลายน้ำได้ดีกว่าอะไมโลส
ทำปฏิกิริยากับไอโอดีนให้สีน้ำเงิน	ทำปฏิกิริยากับไอโอดีนให้สีม่วงแดง
เมื่อต้มสุกมีลักษณะขาวขุ่นเป็นเจล	เมื่อต้มสุกมีลักษณะใสและเหนียว

2.2 เพราะเหตุใดแป้งแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน

ประเทศทางซีกโลกตะวันตก เช่น อเมริกาและประเทศในทวีปยุโรปมักจะใช้แป้งสาลีทำขนม แต่ชนมไทยใช้แป้งหลายชนิดในการทำ เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งทำมาจากพืชที่เพาะปลูกจำนวนมากในประเทศไทย แป้งแต่ละชนิดจะมีปริมาณอะไมโลสแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2

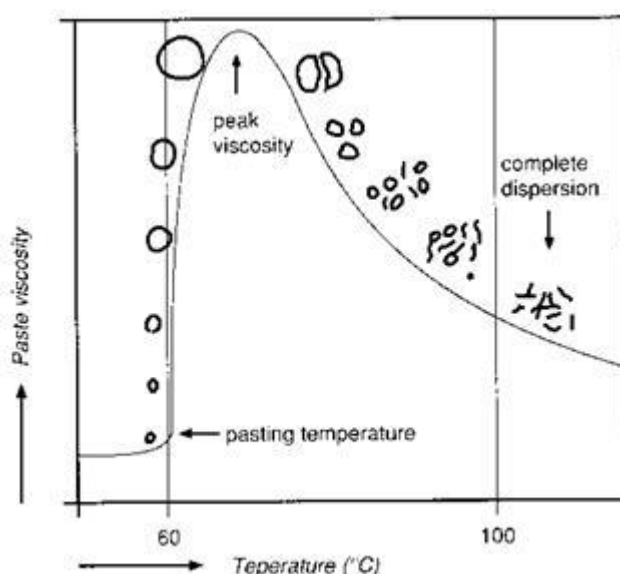
ตารางที่ 2 อะไมโลสที่พบในแป้งชนิดต่างๆ

ชนิดของแป้ง	ร้อยละของอะไมโลส
แป้งข้าวเหนียว	0 – 2
แป้งมันสำปะหลัง	17-18
แป้งข้าวเจ้า	17 – 21
แป้งท้าวยายม่อม	21
แป้งสาลี	26
แป้งถั่วเขียว	31

แหล่งข้อมูล (Kasemsuwan และคณะ 1999, Oates 1996, Setyaningsih 2015)

เมื่อน้ำแป้งได้รับความร้อน พันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้งจะถูกทำลาย สายพอลิเมอร์ของอะไมโลสและอะไมโลเพกทินที่อยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ ทำให้เม็ดแป้งพองตัวและมีความหนืดเพิ่มสูงขึ้นจนถึงความหนืดสูงสุด (peak viscosity) เนื่องจากเม็ดแป้งมีการพองตัวมากที่สุด ความหนืด (Viscosity)

เป็นคุณสมบัติที่สำคัญและเป็นประโยชน์มากที่สุดของแป้ง เมื่อให้ความร้อนกับน้ำแป้งทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัวและมีความหนืดมากขึ้น (รูปที่ 2.13) พฤติกรรมความหนืดเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างกันไปตามชนิดและสายพันธุ์ของแป้ง เมื่อเม็ดแป้งซึ่งแขวนลอยในน้ำได้รับความร้อนจนถึงระดับหนึ่งจะพองตัวได้อย่างรวดเร็วทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเร็วมาก อุณหภูมิที่ความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เรียกว่า pasting temperature ความหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงความหนืดสูงสุด (peak viscosity) จากนั้นอาจลดลงหรือคงที่ขึ้นกับชนิดของแป้ง การที่แป้งมีความหนืดสูงสุดเนื่องจากเมื่อเม็ดแป้งมีการพองตัวมากขึ้นและมีชิ้นส่วนของเม็ดแป้งและหรือโมเลกุลของอะไมโลส และ อะไมโลเพคติน บางส่วนที่แตกสลายออกมาอยู่ในสารละลาย เมื่อส่วนที่แตกสลายและละลายออกมามีมากกว่าการพองตัวที่เพิ่มความหนืดจะเริ่มลดลง ซึ่งจะได้เห็นได้ชัดเมื่ออยู่ในช่วงการหุงต้มที่ 95°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังนั้นค่าความหนืดของน้ำแป้งสุกจะเป็นผลมาจากการพองตัวของเม็ดแป้งและการแตกหักของเม็ดแป้งร่วมกับการละลายออกมาของโมเลกุลแป้ง



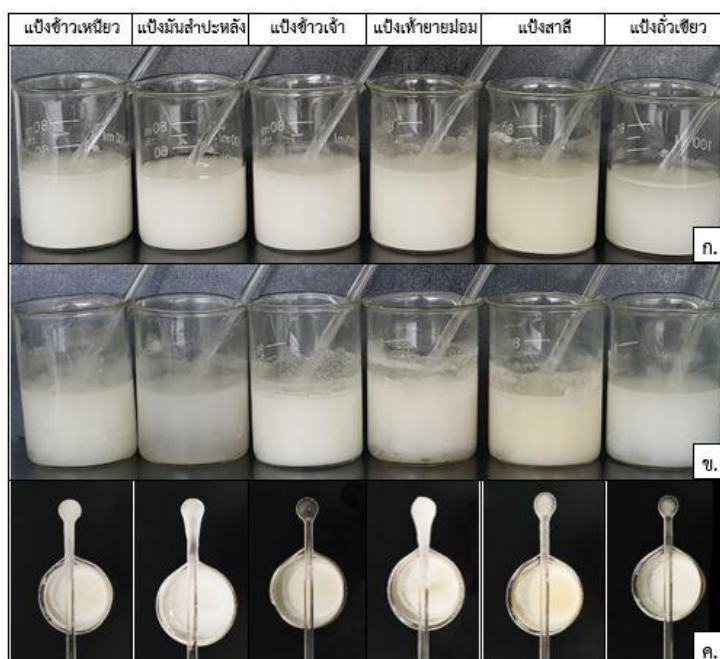
รูปที่ 2.13 การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเมื่อให้ความร้อน

ที่มา: www.ftns.wau.nl/agridata/starchpackfoam.htm

เมื่อลดอุณหภูมิลง โมเลกุลอิสระที่กระจัดกระจายออกมา (โดยเฉพาะส่วนของอะไมโลส) ถ้ามีขนาดโมเลกุลที่เหมาะสมคือ ไม่สั้นและยาวเกินไปจะสามารถเคลื่อนที่เข้ามาจับกันและกักน้ำไว้ได้ทำให้ความหนืดสูงขึ้นอีก ความหนืดที่กลับสูงขึ้นนี้อีกนี้เรียกว่า setback และปรากฏการณ์นี้ก็คือการคืนตัวของแป้ง (retrogradation) ปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดได้แก่ ชนิดของแป้ง ขนาดอนุภาค สัดส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคติน อุณหภูมิ shear rate ฯลฯ แต่ที่มีผลมากที่สุดได้แก่ชนิดของแป้ง

การติดตามความหนืดของน้ำแป้งสุก (paste) มีหลายวิธี การเลือกเครื่องมือได้นั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ ที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดคือ เครื่อง Brabender amylograph (รูปที่ 2.14) ซึ่งติดตามพฤติกรรมความหนืดของแป้งตลอดช่วงการให้ความร้อนและการทำให้เย็นลง โดยแสดงผลในรูปของความหนืดที่เปลี่ยนไปกับเวลา ขั้นตอนของการวิเคราะห์คือ เตรียมน้ำแป้งในถ้วยทรงกระบอกที่มีการหมุนด้วยความเร็วคงที่และในขณะเดียวกันก็ให้ความร้อนแก่น้ำแป้งในอัตราคงที่จนถึงอุณหภูมิ 95°C จากนั้นควบคุมให้อุณหภูมิคงที่ประมาณ 10-15 นาที โดยให้มีการหมุนตลอดเวลา แล้วลดอุณหภูมิลงในอัตราเท่ากันจนถึง 50°C รักษาระดับอุณหภูมิไว้นานประมาณครึ่งชั่วโมง ในสภาวะดังกล่าวเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อนมีการพองตัวเกิดขึ้น ทำให้เกิดความหนืดและแรงต้านบน metal pin ที่จุ่มอยู่ แรงนี้จะถูกทำให้สมดุลด้วย

สปริงในส่วนของ cartridge ซึ่งต่อเชื่อมกันโดยแกนในตัวเครื่องและมีเข็มบันทึกค่าความหนืดที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดการวัด หน่วยความหนืดที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง Brabender Amylograph คือ Brabender Unit (B.U.) สามารถเปลี่ยนหน่วยไปเป็น centipoise ได้โดยความหนืดของสารละลายแป้งสุก 5 เปอร์เซ็นต์ 500 B.U. เทียบเท่ากับ 2700 centipoise



ภาพที่ 3 น้ำแป้งจากแป้งชนิดต่างๆ ก่อนและหลังได้รับความร้อน

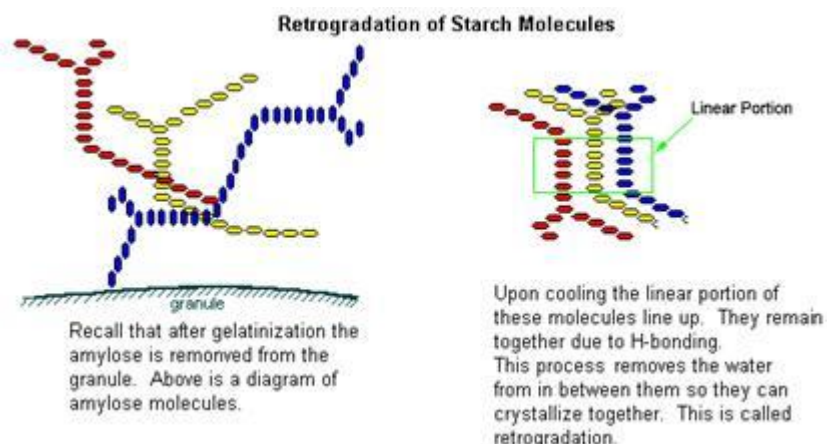
ก. น้ำแป้งก่อนได้รับความร้อน ข. น้ำแป้งหลังได้รับความร้อน ค. แป้งเกาะบนแท่งแก้วหลังได้รับความร้อน

น้ำแป้งก่อนได้รับความร้อนมีลักษณะขุ่น แต่เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะมีลักษณะใสขึ้นและเห็นตะกอนเกาะติดแท่งแก้วได้ แต่จะมีลักษณะแตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิด เช่น แป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง และ แป้งเท้ายายม่อมมีความหนืดมาก แต่เฉพาะแป้งมันสำปะหลังที่มีลักษณะใสขึ้น แป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลีมีความหนืดน้อย

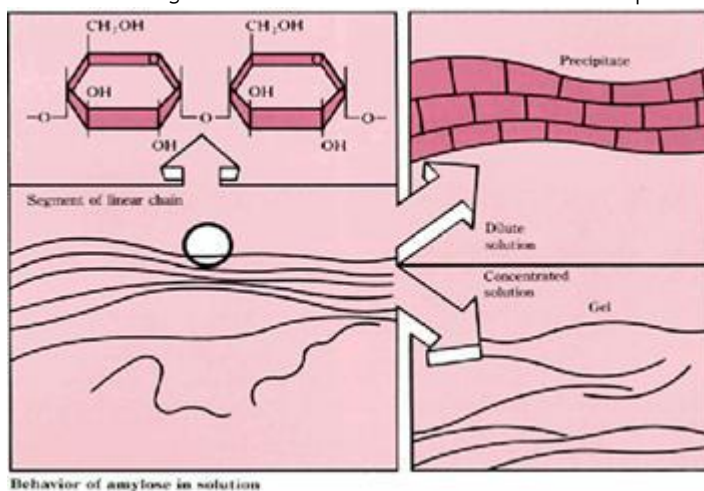
โดยทั่วไปแป้งที่มีอะไมโลสปริมาณสูงจะดูดน้ำเข้าและมีการพองตัวเข้าด้วยกัน จึงต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่าเพื่อให้เกิดการพองตัวอย่างสมบูรณ์ โครงสร้างและสัดส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินในแป้งจึงมีอิทธิพลต่อสมบัติของแป้ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ลักษณะของขนมแตกต่างกัน

2.3 การคืนตัวของแป้งสุก (Retrogradation)

การคืนตัวของแป้งสุกเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำแป้งสุกซึ่งร้อนมีอุณหภูมิลดต่ำลง ขณะที่อุณหภูมิลดลงโมเลกุลอิสระของอะไมโลสซึ่งอยู่ใกล้กันจะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กันและจับตัวกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (ดังรูปที่ 2.12) ทำให้เกิดสภาพการจัดเรียงตัวของโมเลกุลขึ้นใหม่ โดยเปลี่ยนจากลักษณะการกระจายตัวของโมเลกุลมาเป็นส่วนที่เป็น crystallite ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้ X-ray diffraction [Collison, 1968] ถ้าน้ำแป้งสุกมีความเข้มข้นต่ำ การจัดเรียงตัวของโมเลกุลเหล่านี้จะทำให้เกิดลักษณะตะกอนขุ่นขาว แต่ถ้าน้ำแป้งสุกมีความเข้มข้นสูง เช่น แป้งข้าวโพดความเข้มข้น 7% โดยน้ำหนัก จำนวนโมเลกุลที่มาจัดเรียงตัวกันใหม่มีมากและระหว่างเคลื่อนที่เข้ามาจับกันจะสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น และในที่สุดเกิดลักษณะเจลที่อ่อนนุ่ม



ที่มา: www.agsci.ubc.ca/.../fnh/301/water/waterq5.htm



ที่มา: <http://www.nationalstarch.com>

รูปที่ 2.12 การคืนตัวของแป้ง

การคืนตัวของน้ำแป้งโดยทั่วไปจะเกิดได้ดีเมื่อน้ำแป้งมีความเข้มข้นสูงและทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิต่ำ แป้งแต่ละชนิดมีอัตราการคืนตัวของน้ำแป้งสูงแตกต่างกัน โดยทั่วไปแป้งจากราก หัว มีอัตราการคืนตัวสูงกว่าแป้งจากธัญพืช ทั้งนี้เป็นเพราะแป้งจากราก/หัว เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวมากและเร็ว และเม็ดแป้งแตกง่าย ทำให้โมเลกุลแป้งทั้งหมดกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำแป้ง ยากที่โมเลกุลอะไมโลสจะมาจัดเรียงตัวกันใหม่ แต่แป้งจากธัญพืช เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวน้อยกว่า เม็ดแป้งแตกน้อย โมเลกุลที่คลายตัวยังอยู่ใกล้ชิดกันจึงเคลื่อนที่จับกันใหม่ได้ง่าย ซึ่งอาจจับตัวกันระหว่างเม็ดแป้งที่พองตัวซึ่งอยู่ใกล้กัน หรือระหว่างชิ้นส่วนของเม็ดแป้งหรือโมเลกุลอะไมโลสอิสระที่หลุดออกมา ทำให้เกิดสภาพเป็น matrix ซึ่งยึดอยู่ด้วยกันด้วยพันธะไฮโดรเจน และสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ การมีอะไมโลเพคตินอยู่ด้วยทำให้อัตราการคืนตัวของน้ำแป้งสูงยิ่ง เนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลเพคตินมีกิ่งก้านสาขาทำให้เกาะกักน้ำที่โมเลกุลจะเคลื่อนที่เข้ามาจับกันใหม่ได้ จึงพบว่าแป้งประเภท waxy มีอัตราการคืนตัวของน้ำแป้งสูงน้อยกว่าแป้งชนิดอื่น ขนาดโมเลกุลของอะไมโลสในแป้งแต่ละชนิดมีผลในการเกิดการคืนตัวของน้ำแป้งสูงด้วย โมเลกุลอะไมโลสที่มีขนาดพอเหมาะในการเคลื่อนที่มาจับกัน คือ ในช่วง 100-200 หน่วยกลูโคส ถ้าโมเลกุลใหญ่ เช่น แป้งมันฝรั่งมีอะไมโลสขนาดใหญ่ประมาณ 1,000-6,000 หน่วยกลูโคส จะเคลื่อนที่เข้ามาจับกันได้ยาก และถ้าโมเลกุลสั้นเกินไปจะเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา (Brownian movement) ทำให้จับกันยากเช่นกัน

2.4 แป้งข้าวโพด

ทำจากเมล็ดข้าวโพด สีของแป้งจะขาวเหลือง มีความเนียนและลื่นมือ แป้งชั้นใสไม่คืนตัว เหมาะกับการทำ ราดหน้า ใส่นม ซอส หรือนำไปผสมกับแป้งชนิดอื่นๆ ก็ได้

ประโยชน์แป้งข้าวโพด ที่เป็นได้มากกว่าแป้งทำอาหาร

1. ใช้ขัดเงาเครื่องเงินได้ เพียงนำแป้งข้าวโพดไปละลายน้ำให้ข้นสักหน่อยจากนั้น นำไปทาบนเครื่องเงินหรือโลหะ ที่คุณต้องการจะขัดให้เงางาม ทิ้งไว้จนแห้ง แล้วใช้ผ้าที่หนาพอที่จะขัดมา มาขัดทำความสะอาด เครื่องเงินของคุณจะเงางามขึ้นมาทันที

2. ใช้ทำความสะอาดหน้าต่าง โดยนำมาผสมกับน้ำส้มสายชูครึ่งถ้วย น้ำครึ่งถ้วย แป้งข้าวโพด 1 ช้อนโต๊ะ น้ำมะนาว 1 ช้อนโต๊ะ ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปใส่ในขวดหัวสเปรย์ เพียงแค่นี้ คุณก็จะได้น้ำยาทำความสะอาดกระจกที่มีประสิทธิภาพมาใช้โดยไม่ต้องเสียเงินซื้อ

3. ใช้ทำความสะอาดพรม หากมีอะไรหกเลอะเทอะบนพรม อย่างเช่นพวกอาหารที่มีน้ำมัน หรือคราบน้ำมัน แป้งข้าวโพดสามารถดูดซับคราบน้ำมันได้ เพียงคุณนำไปใส่ลงบนบริเวณที่เปื้อน ทิ้งไว้ 2-30 นาที จากนั้น ใช้เครื่องดูดฝุ่นดูดออก จะช่วยทุ่นแรงในการทำทำความสะอาดไปได้เยอะ

4. ช่วยทำให้เฟอร์นิเจอร์ไม้ดูเหมือนของใหม่ เพียงแค่ผสมแป้งข้าวโพดกับน้ำให้ข้น นำไปทาบนพื้นผิวที่ต้องการแล้วใช้ผ้าเปียกขัดวน ทิ้งไว้สักพัก แล้วค่อยใช้ผ้าแห้งปัดออก

5. ทำหนังสือเก่าให้ดูดีขึ้น เพราะหนังสือที่เราเก็บไว้นาน จะมีความชื้น แถมบางเล่มก็มีกลิ่นเหม็น วิธีการก็คือโรยแป้ง เพื่อช่วยดูดซับความชื้นออกมาเช่นกัน

6. ใช้จัดการกับผ้าอ้อมเปียกชื้น ที่มักจะทำให้เด็ก ๆ เกิดอาการคัน แทนที่จะต้องเสียเงินซื้อผลิตภัณฑ์ลดอาการแพ้มาใช้ ให้ลองใช้ของธรรมชาติ โดยนำน้ำอุ่น มาผสมแป้งข้าวโพด ให้เด็กกลืนนั่งแช่สักพัก จะทำให้อาการดีขึ้น

7. ป้องกันกลิ่นตัวได้ โดยไม่ต้องเสียเงินไปกับน้ำหอมราคาแพง โดยคุณสามารถจะผสมกลิ่นหอมจากเอา เช่นเชียวลอยลงไป และใช้แป้งที่ทำขึ้นเองนั้นทาบริเวณใต้แขน ก็สามารถช่วยระงับกลิ่นกายได้

8. ช่วยแก้ปัญหาผมหงอก บางครั้งคุณก็ไม่มีเวลาพอจะมาสระและจัดแต่งทรงผมใหม่ คุณสามารถใช้แป้งข้าวโพดช่วยลดความมันของเส้นผมและหนังศีรษะได้ และไม่เพียงแค่ตัวคุณเท่านั้น เทคนิคนี้ จะใช้กับสัตว์เลี้ยง อย่างสุนัขและแมวได้อีกด้วย

9. ใช้แต่งหน้าแฟนซีในงานปาร์ตี้ได้ โดยไม่ต้องเสียเงินซื้อแป้งแต่งหน้าราคาแพง คุณสามารถนำแป้งข้าวโพด มาผสมกับสีผสมอาหาร แล้วใช้แทนเครื่องสำอางค์แฟนซีได้เลย

10. ใช้ใส่ลงไปในโชทอด เพื่อให้มันพองฟู ดูน่ารับประทานขึ้น หรือใช้เป็นส่วนผสมกับอาหารจานอื่น ๆ ก็ได้ ช่วยเพิ่มปริมาณให้กับไข่ได้ แทนที่จะต้องเสียไข่ไปหลายฟอง

11. ช่วยบรรเทาอาการแมลงสัตว์กัดต่อย รวมทั้งอาการแสบร้อนจากแสงแดดแผดเผา โดยผสมแป้ง เข้ากับน้ำ และยาสีฟัน ทาลงบริเวณที่ปวดแสบปวดร้อน อาการจะดีขึ้น

2.5 แป้งข้าวเหนียว

ทำมาจากเมล็ดข้าวเหนียว ลักษณะจะคล้ายกับแป้งข้าวเจ้า ใช้ในอาหารที่ต้องการให้จับตัวกันเป็นก้อน แต่แป้งข้าวเหนียวจะมีความเหนียวหนึบมากกว่าแป้งข้าวเจ้า เหมาะกับการขนมบัวลอย กุ้งแช่ขมต้ม เป็นต้น

3. การปั้น

การปั้นเป็นกระบวนการหนึ่งในงานประติมากรรมที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ คือ มีความกว้าง ความยาว และความหนา ผู้ชมสามารถจับต้องหรือสัมผัสได้ ทั้งนี้การปั้นจะกระทำได้โดยนำส่วนย่อยพอกเพิ่มเข้าไปในส่วนรวมเพื่อให้เกิดรูปทรงตามต้องการ

การปั้นมีประวัติความเป็นมาพร้อม ๆ กับงานจิตรกรรมตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์ อีกทั้งยังพบว่าการปั้นมักจะทำควบคู่กับการหล่อเสมอ ในการปั้นแต่ละครั้งผู้พยายามถ่ายทอดสิ่งที่ เป็นความคิดหรือมโนภาพออกมาเป็นรูปร่างลักษณะที่สัมผัสได้จริง ซึ่งผู้ที่ทำการปั้นให้ได้ผลดีนั้นจะต้องศึกษากระบวนการวิธีการปั้น รวมทั้งสามารถเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่หลายชนิดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับงานนั้น ๆ

3.1 ความหมายและความเป็นมาของการปั้น

ความหมายของการปั้น

การปั้นหมายถึงการนำเอาวัสดุที่มีเนื้ออ่อน เช่น ขี้ผึ้ง ดินเหนียว ดินน้ำมัน ที่สามารถเปลี่ยนรูปได้ มาผ่านกระบวนการในการเพิ่มวัสดุให้เกิดเป็นรูปทรงตามต้องการ โดยใช้มือและวัสดุอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ช่วยในการสร้างงานปั้น นอกจากนี้ งานปั้นยังเป็นงานศิลปะที่สามารถสัมผัสกับส่วนตื้น ลึก หนา บางได้ตามความเป็นจริง ไม่เหมือนงานจิตรกรรมที่มีลักษณะเป็น 2 มิติ ที่ผู้ชมจะสัมผัสกับความตื้นลึก หนา หรือบางได้จากความรู้สึกเท่านั้น

ความเป็นมาของการปั้น

การปั้นมีประวัติความเป็นมาพร้อม ๆ กับงานจิตรกรรมที่ปรากฏเป็นหลักฐานขึ้นในแต่ละภูมิภาคของโลก โดยเฉพาะในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ ในยุคหินเก่ามนุษย์เริ่มรู้จักการขุดขีดจากนั้นจึงพัฒนา มาเป็นการแกะสลักตกแต่งสิ่งต่าง ๆ ให้สวยงามเช่นการสร้างอาวุธและเครื่องมือเพื่อการดำรงชีวิต ต่อมาได้นำวิธีการเหล่านี้มาใช้ในการสร้างงานประเภทประติมากรรม

อย่างไรก็ตาม บริเวณหรือสถานที่ที่มีการค้นพบภาพจิตรกรรมฝาผนังก็จะมีการค้นพบภาพปั้น และการแกะสลักรวมอยู่ด้วย นอกจากนี้จุดมุ่งหมายของการสร้างภาพปั้นและแกะสลักมีจุดประสงค์คล้ายคลึงกับงานจิตรกรรมคือสร้างขึ้นตามความเชื่ออันเร้นลับ ตามปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ การนับถือ ภูมิผีปิศาจ และต่อมาคลี่คลายมาสู่ศาสนา ปรัชญาและศิลปะสาขาต่าง ๆ

ประเภทของการปั้น

3.2 การปั้นโดยทั่วไป แบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1. การปั้นแบบลอยตัว (Round - relief) การปั้นแบบลอยตัว เป็นการปั้นที่สามารถมองเห็นได้ทุกด้านโดยรอบ ปกติจะมีฐานอยู่เพื่อให้ตั้งกับพื้นได้ พบเห็นมากในการสร้างอนุสาวรีย์และรูปเคารพต่าง ๆ ลักษณะการปั้นมีทั้งขนาดเท่าของจริง และใหญ่กว่าของจริง แต่ที่สำคัญจะต้องยึดถือความเหมือนต้นแบบให้มากที่สุด เช่น พระบรมรูปทรงม้า รูปปั้นศาสตราจารย์ศิลป์ พีระศรี เป็นต้น

2. การปั้นแบบนูนสูง (High - relief) การปั้นแบบนูนสูง เป็นการปั้นที่มีแผ่นหลังรองรับ และมีส่วนที่นูนสูงขึ้น มาจากแผ่นพื้นหลังมากกว่าปั้นนูนต่ำความนูนสูงของรูปปั้นนูนสูงจะแตกต่างกันไปมาก บ้าง น้อยบ้างตามจุดประสงค์ของการปั้นนั้น ๆ การสร้างสรรค์งานปั้นแบบนูนสูงนี้จะต้องให้เกิดความงามทางด้านหน้าและด้านข้าง เช่น รูปปั้นบริเวณฐานของอนุสาวรีย์ประชาธิปไตย รูปปั้นนูนสูงประดับฝาผนังต่าง ๆ เป็นต้น

3. การปั้นแบบนูนต่ำ (Low - relief) การปั้นแบบนูนต่ำ เป็นการปั้นที่จะต้องมียพื้นหลังรองรับและนูนสูงขึ้นมาจากพื้นเพียงเล็กน้อย มองเห็นเพียงด้านหน้าเพียงด้านเดียว การสร้างสรรค์งานปั้นแบบนูนต่ำนี้จะต้องทำให้เกิดความงามเฉพาะด้านหน้าเท่านั้น เช่น เกรียอุบาท เกรียอุตรา เกรียอุรูป พระ เป็นต้น

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

โครงการ เรื่อง การเปรียบเทียบคุณภาพของดินปนจากแป้งข้าวโพด กับดินปนจากแป้งข้าวเหนียว มีขั้นตอนการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. การศึกษาการทำดินปนจากแป้งข้าวโพด และ ดินปนจากแป้งข้าวเหนียว
2. การเปรียบเทียบคุณภาพของดินปนจากแป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเหนียว
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ผล

ตอนที่ 1 การศึกษาการทำดินปนจากแป้งข้าวโพด และ ดินปนจากแป้งข้าวเหนียว

1.1 การทำดินปนจากแป้งข้าวโพด มีลำดับขั้นตอนโดยดำเนินการจัดเตรียม วัสดุและอุปกรณ์ และดำเนินการตามวิธีการทำดินปน

วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่

1. แป้งข้าวโพด 1 ถ้วยตวง
2. กาวลาเท็กซ์ 1 ถ้วยตวง
3. เบป๊ออยด์ 2 ซ้อนโต๊ะ
4. น้ำมะนาว 2 ซ้อนโต๊ะ
5. กระจกนูนสติค
6. ชามผสม
7. ถ้วยตวง
8. ช้อน
9. เต้า
10. ฟิล์มยืดห่อของ

วิธีการทำ

- 1) ตวงแป้งข้าวโพด 1 ถ้วยตวง และ กาวลาเท็กซ์ 1 ถ้วยตวง เทลงไปในกระจกนูนสติค คนส่วนผสมให้เข้ากัน
- 2) ใส่น้ำมะนาวลงไป 1 ซ้อนโต๊ะ ใส่เบป๊ออยด์ ลงไป 1 ซ้อนโต๊ะ คนส่วนผสมให้เข้ากันจนเนื้อเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 3) จากนั้นเติมน้ำมะนาว ลงไปอีก 1 ซ้อนโต๊ะ และเติมเบป๊ออยด์ลงไปอีก 1 ซ้อนโต๊ะ คนส่วนผสมอีกครั้งให้เนียนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 4) ตั้งกระจกนูนสติค ที่มีส่วนผสมลงบนเต้าไฟ ใช้ไฟอ่อนหรือปานกลาง
- 5) คนส่วนผสมตลอดเวลา จนกระทั่งสังเกตว่าดินเริ่มสุก
- 6) คนจนเนื้อส่วนผสมเริ่มแห้ง จากนั้นเทส่วนผสมลงบนโต๊ะและนวดให้เข้ากัน
- 7) จากนั้นใช้ฟิล์มยืดห่อของเก็บดินไว้ใช้งาน

1.2 การทำดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียว

ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมือนกันกับ การทำดินปั้นจากแป้งข้าวโพด แต่เปลี่ยนจากแป้งข้าวโพดเป็นแป้งข้าวเหนียว กระบวนการทำเหมือนการทำดินปั้นจากแป้งข้าวโพด แต่เปลี่ยนแป้งเป็นแป้งข้าวเหนียว

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบคุณภาพของดินปั้นจากแป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเหนียว

ในการเปรียบเทียบคุณภาพของดินปั้น จากแป้งข้าวโพด และ ดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียว ได้พิจารณา ใน 3 ช่วงดังนี้

- ช่วงที่ 1 เปรียบเทียบขณะทำดินปั้น
- ช่วงที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะของเนื้อดิน
- ช่วงที่ 3 เปรียบเทียบผลของชิ้นงานหลังปั้น

ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ผล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ ได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. เตรียมส่วนผสมเพื่อทำดินปั้นจากแป้งข้าวโพด และดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียว
2. สังเกตความแตกต่างของการทำดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียวและ ดินปั้นจากแป้งข้าวโพด ขณะทำดินปั้น , ลักษณะของเนื้อดิน และ ผลของชิ้นงานหลังปั้น
3. ทำการสังเกตและบันทึกผล
4. รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว วิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพของดินปั้นจากแป้งข้าวโพด ละดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียว เพื่อสรุปผลว่า ดินปั้นชนิดใดมีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

บรรณานุกรม

วีณา นาคะพันธ์ (มปป.). บทที่ 2 การปั่น.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก :

<https://sites.google.com/site/pratimakrrm1124/bth-thi-2-kar-pan>
(วันที่สืบค้น 12 กรกฎาคม 2564)

สุนัดดา โยมญาติ (2560).แป้งอะไรใช้ทำขนม.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<http://biology.ipst.ac.th/?p=3266> (วันที่สืบค้น 11 กรกฎาคม 2564)

Flowerhandmade (มปป.).ประวัติดินญี่ปุ่น - ดินไทย.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก :

<http://www.flowerhandmade.com/>(วันที่สืบค้น 11 กรกฎาคม 2564)

monkeytan (2560).มารู้จักแป้งแต่ละชนิด ชนิดไหนเหมาะกับอะไรบ้าง.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :

<https://food.mthai.com/easy-menu/126053.html> (วันที่สืบค้น 10 กรกฎาคม 2564)

Sander, J.P.M. (1996). Starch Crop Selection and Breeding. In Advanced Post-Academic Course on Tapioca Starch Technology (I). 22–26 January and 19–23 February 1996. Asian Institute of Technology Center Bangkok.

sanook.com (2559).16 ประโยชน์แป้งข้าวโพด ที่เป็นได้มากกว่าแป้งทำอาหาร .[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก :

<https://www.sanook.com/home/11481/>(วันที่สืบค้น 11 กรกฎาคม 2564)

Sulaiman, R. 2011. Estimation of kinetic parameters in a corn starch viscosity model at different amylose contents. A Dissertation Submitted to Michigan State University In partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy Biosystems Engineering Food Science.

ภาคผนวก

แบบบันทึกผลการศึกษา

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างความยากง่าย ในการทำดินปั้นจากแป้งข้าวเหนียวกับแป้งข้าวโพด

ชนิดแป้ง	ข้อแตกต่าง
แป้งข้าวเหนียว	
แป้งข้าวโพด	

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคุณลักษณะเนื้อดินปั้นที่ผลิตจาก แป้งข้าวเหนียวกับแป้งข้าวโพด

ลักษณะเนื้อดิน	แป้งข้าวเหนียว	แป้งข้าวโพด
สีของเนื้อดิน		
กลิ่น		
เนื้อดิน		

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบชิ้นงานหลังปั้น

ชิ้นงาน	แป้งข้าวเหนียว	แป้งข้าวโพด
การติดสี		
การปั้นขึ้นรูป		
การแห้งของชิ้นงาน		