

# การวิจัยและพัฒนาดินขาว เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม กระดาษ

นวลอนงค์ ศรีพงษ์

**ดิน**ขาว หรือ kaolin มีสูตรทางเคมีว่า  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  หรือ  $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$  คุณสมบัติที่สำคัญของดินขาวคือ เป็นแร่ที่มีเนื้อละเอียดมาก ค่อนข้างขาว และทนต่อความร้อนสูง เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอะลูมินา ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ส่วนน้อยเป็นซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) และมีออกไซด์ของเหล็กไทเทเนียม นอกจากนี้ยังมีแร่จำพวกไมก้า เช่น ไบโอไทต์ (biotite) และมัสโคไวต์ (muscovite) หรือแร่กาลีบหินขาวปนอยู่ รวมทั้งแร่ควอตซ์ (quartz) และสารอินทรีย์ (organic matters) ในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละแหล่ง เนื่องจากแร่ดินขาวเกิดจากการผุพังทำลายด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ของแร่เฟลด์สปาร์จากหินแกรนิต พอร์ไฟรีและหินกัลเคียงชนิดอื่นอันทำให้คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินขาวแตกต่างกันออกไปบ้างในแต่ละแหล่ง ได้แก่ ปริมาณและชนิดของแร่ ความละเอียดหรือขนาดของเม็ดดิน ความขาว ความคม ความเหนียว การขยายหรือหดตัว เมื่อได้รับความร้อนสูง ๆ ฯลฯ

ดินขาวจัดเป็นแร่อุตสาหกรรม เพราะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมหลายประเภท ได้แก่ อุตสาหกรรมเซรามิก อุตสาหกรรมกระดาษ เช่น ฟิลเลอร์และเคลือบกระดาษ ชนิดมันมาก ๆ ผสมปูนซีเมนต์ ผสมทำวัสดุทนไฟ ผสมทำเบ้าหลอม ผสมในโคลนเจาะ (drilling mud) ผสมทำสี ยาฆ่าแมลง ยางพลาสติกหรือพรมน้ำมัน ทำ activated clay ฟอกสีน้ำมัน เป็นต้น นอกจากนั้นทางเภสัช-

กรรมยังนำมาใช้ผสมทำเป็นยารักษาโรค ท้องร่วงได้อีก แหล่งดินขาวพบได้ทุกภาคในประเทศไทย ที่นำขึ้นมาใช้มากคือในภาคเหนือและภาคใต้ สำหรับภาคเหนือส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกซึ่งทำกันมานานแล้ว ดินขาวจากภาคกลางและภาคใต้ เช่น ที่จังหวัดระนอง มีคุณภาพดี ใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกคุณภาพดีได้ ดินขาวที่จังหวัดนราธิวาส มีคุณภาพดีกว่าแหล่งอื่น สามารถพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและอุตสาหกรรมอื่นได้เป็นอย่างดี แต่ในขณะนี้ประเทศไทยมีการนำเข้าดินขาวเกรดกระดาษหรือแร่อื่น เช่น แร่ทัลคัม มาใช้เป็นฟิลเลอร์ในกระดาษ ทำให้ต้องเสียเงินตราของประเทศโดยไม่จำเป็น ดังนั้น กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้ศึกษาหาแหล่งดินขาวเพื่อนำมาพัฒนาให้สามารถใช้เป็นฟิลเลอร์ในกระดาษได้ โดยดูแหล่งดินขาวที่มีคุณภาพดี สีค่อนข้างขาว ความละเอียดสูง ความคมค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้ได้นำดินขาวจากแหล่งดินขาว จำนวน 2 แหล่งในจังหวัดนราธิวาส ซึ่งมีคุณภาพดังกล่าวข้างต้นมาดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพให้สามารถใช้เป็นฟิลเลอร์ในกระดาษได้

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ  
ของดินขาวทั้งสองแหล่งดังกล่าว ก่อนนำไป  
ขายวิจัยและพัฒนาคุณภาพ ดังปรากฏใน  
ตารางที่ 1

การใช้ดินขาวในกระดาษนั้น ใช้เติมลงไป  
กรรมวิธีการผลิตเพื่อให้เข้าไปแทรกอยู่ใน  
ช่องว่างระหว่างเยื่อของกระดาษ ทำให้คุณ  
สมบัติทางกายภาพของกระดาษดีขึ้น มีความ  
ขาวเรียบ และมีความทึบแสง ทำให้ไม่เห็น

ตัวหนังสือหรือลายพิมพ์อื่น ๆ ในหน้าตรงข้าม  
โดยหมึกไม่ซึม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มน้ำหนักของ  
กระดาษด้วย ดินขาวที่ใช้ผสมกระดาษในชั้น  
ตอนนี้เป็นดินขาวชนิดเกรดกระดาษ (filler  
grade) นอกจากนี้ยังมีกระดาษที่มีความขาว  
เรียบและเป็นมันมาก ๆ ที่เรียกว่า กระดาษ  
ปอนด์หรือกระดาษอาร์ต กระดาษชนิดนี้จะ  
ต้องใช้ดินขาวเคลือบบนกระดาษอีกชั้นหนึ่ง  
ดินขาวที่ใช้ในชั้นตอนนี้เป็นดินขาวชนิด coat-  
ing grade โดยจะมีความละเอียดและความ  
ขาวสูงกว่าชนิด filler grade ซึ่งไทยยังม  
ีการสั่งนำเข้ามาจากต่างประเทศเพื่อใช้ใน  
อุตสาหกรรมกระดาษปีละหลายสิบล้านบาท  
ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 2

ถ้าดินขาวมีแร่ควอร์ตซ์ (quartz)  
และไมกา (mica) ปนอยู่ในปริมาณค่อนข้าง  
สูง จะทำให้มีความคมสูงเกินค่ามาตรฐาน  
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับดินขาวใช้ผสม  
ทำกระดาษ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการสึกหรอ  
ของเครื่องจักรผลิตกระดาษ จึงจำเป็นต้อง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของดินขาว

รายการวิเคราะห์ทดสอบ	แหล่งที่ 1, ร้อยละ	แหล่งที่ 2, ร้อยละ
Loss on ignition	13.80	14.00
Moisture	1.24	1.14
I <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	40.30	40.60
O <sub>2</sub>	43.30	43.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.44	0.94
O <sub>2</sub>	0.86	0.82
ความคม โดยวิธีวอลเลย์, มิลลิกรัม	115	123
ค่าขาวสว่าง (Elrepho)	72	68

ตารางที่ 2 แสดงสถิติการนำเข้า-ส่งออก ของดินขาวในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2531-2534

ประเภทของดินขาว	พ.ศ. 2531		พ.ศ. 2532		พ.ศ. 2533		พ.ศ. 2534	
	ปริมาณ (ตัน)	ราคา (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	ราคา (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	ราคา (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	ราคา (ล้านบาท)
<b>นำเข้า</b>								
อุตสาหกรรมเซรามิก	8,905	24	4,788	26	12,728	45	4,348	15
อุตสาหกรรมกระดาษ	9,613	34	12,471	56	8,375	40	1,561	8
อุตสาหกรรมอื่น ๆ	8,146	47	10,450	70	11,943	79	3,474	22
<b>ส่งออก</b>								
อุตสาหกรรมเซรามิก	5,047	2.7	3,322	2.10	8,369	4.6	2,710	1.7
อุตสาหกรรมกระดาษ	2,100	1.1	800	0.39	-	-	-	-
อุตสาหกรรมอื่น ๆ	71	0.2	38	0.14	223	0.67	60	0.2

ที่มา : กรมศุลกากร



กำจัดควอร์ตซ์และไมกาออกซึ่งอาจใช้วิธีทางเคมี คือใช้สารเคมีตกตะกอนหรือวิธีอื่นสม ใช้ทั้งสารเคมีและทางกายภาพ แต่มีราคาค่อนข้างแพง หากใช้วิธีทางกายภาพจะค่อนข้างถูกกว่า แต่ต้องใช้เทคนิคสูงประกอบเนื่องจากใช้หลัก gravity ซึ่งควอร์ตซ์และไมกามีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกับดินขาวมาก การศึกษาวิจัยได้ใช้เทคนิค 3 รูปแบบ คือ Elutriator technique, Overflow tank technique และ Hydrocyclone technique โดยเฉพาะการใช้ Hydrocyclone technique ต้องมีอย่างน้อย 2 ขนาด การปรับความดันความเข้มข้นของน้ำดิน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อออกของ Overflow (spigot) เหล่านี้มีอิทธิพลต่อการแยกควอร์ตซ์และไมกาออกจากดินขาวด้วย

สำหรับสีของดินขาวนั้นจะขาวมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด หากเกิดในที่สูงเป็นเนินหรือภูเขาเตี้ย ๆ จะมีแร่ควอร์ตซ์ปนมากและแร่ประกอบหินอื่น ๆ ได้แก่ แร่เหล็ก แร่ทังสเตน แร่ไมกา ฯลฯ ปนอยู่ในรูปออกไซด์ของเหล็กและไททาเนียมทำให้สีของดินขาวไม่ขาวหากมีปริมาณสูง และความละเอียดของดินขาวค่อนข้างต่ำ ส่วนดินขาวที่เกิดในที่ราบลุ่ม น้ำท่วมถึง หากมีพวกอินทรีย์สาร (organic matters) ที่ผูกพันเน่าเปื่อยทับถมปะปนอยู่ด้วยจะทำให้สีของดินขาวคล้ำลง แต่ดินขาวในแหล่งเหล่านี้มีความละเอียดของดินค่อนข้างสูง การศึกษาทดลองฟล็อกสีดินขาวจึงต้องคำนึงถึงหลักการข้างต้นประกอบ เพราะกรรมวิธีฟล็อกสีอาจแตกต่างกัน หรืออาจต้องใช้วิธีอื่นแล้วแต่กรณี เพื่อที่จะฟล็อกสีดินขาวให้มีความขาวสว่างเข้ามาตรฐานดินขาวที่ใช้ผลิตทำกระดาษ

กระบวนการการศึกษาวิจัยพัฒนาดินขาวนี้ ได้ดำเนินการทางกายภาพตั้งแต่การบด การร่อน การล้างในห้องปฏิบัติการ การล้างและแยกขนาดของเม็ดดินขาวด้วยเครื่องมือแยกดินขาวซึ่งประกอบด้วย Overflow tank, Hydrocyclone, Elutriator ตะแกรงมาตรฐานขนาด 325 mesh ซึ่งรูตะแกรงมีขนาด 45 ไมครอน (1 ไมครอน 1/1000 มิลลิเมตร) การแยกเหล็กโดยเครื่องมือ Ferrofilter



การหาค่าความขาวสว่าง และศึกษาชนิดของแร่ด้วยเครื่อง X-Ray diffractometer เปรียบเทียบกับตัวอย่างดินขาวเกรดกระดาษจากต่างประเทศ สำหรับด้านเคมีนั้นได้ศึกษาทดลองฟล็อกสีด้วยสารเคมีหลายชนิด การตกตะกอนเอาทรายบางส่วนออกจากดินขาวโดยใช้ Flocculating agent วิเคราะห์ทดสอบ

74-2527 ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าดินขาวจากนาธาวิลาสนั้น สามารถพัฒนาให้มีสมบัติทางกายภาพสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินขาวใช้ผสมทำกระดาษ จึงสมควรนำไปเผยแพร่แก่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมดินขาว เพื่อจักได้มาขอรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้

**ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของดินขาวที่ใช้ผสมกระดาษตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 74-2529 และดินขาวที่ผ่านกรรมวิธีทางกายภาพ**

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน	ดินขาวจากนาธาวิลาส
1	ความขาวสว่าง ร้อยละไม่น้อยกว่า	80	80-83
2	กากที่ค้างบนร่อน 43 ไมโครเมตร ร้อยละไม่เกิน	0.2	0.14
3	ความหยาบ ละเอียดของดินขาว		
	- ขนาดใหญ่กว่า 5 ไมโครเมตร ร้อยละไม่เกิน	30	13-29
	- ขนาดเล็กกว่า 2 ไมโครเมตร ร้อยละไม่น้อยกว่า	50	51-68
4	ความคม โดยวิธีวอลเลย์ มิลลิกรัม ไม่เกิน	40	28
5	ความชื้น ร้อยละไม่เกิน	3	1

ทางเคมีหาส่วนประกอบและทดสอบทางกายภาพก่อนและหลังการศึกษาทดลองดังกล่าวข้างต้น

หลังจากผ่านกระบวนการฟล็อกสีและการคัดขนาดดินขาว ตามกระบวนการทางเคมีและกายภาพตามที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.

โนโลยีนี้ แล้วนำไปพัฒนาดินขาวที่ดำเนินการผลิตเพื่อนำไปขายแก่โรงงานอุตสาหกรรมกระดาษต่อไป ผู้สนใจติดต่อกองการวิจัยกรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันและเวลาราชการ

# ดินขาวและประโยชน์

บรรยงค์ แบบประเสริฐ

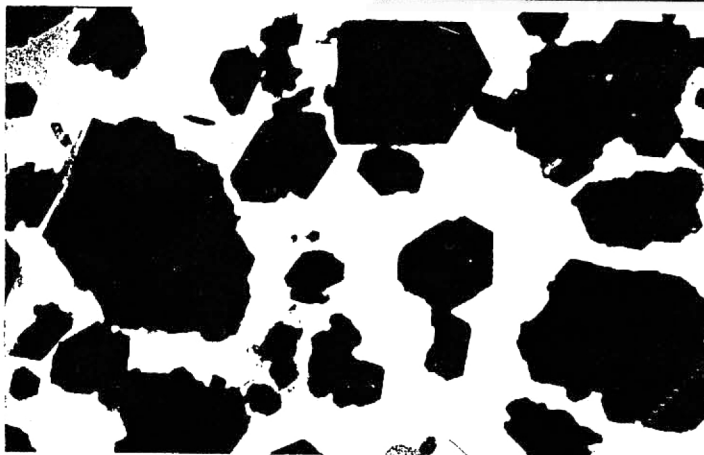
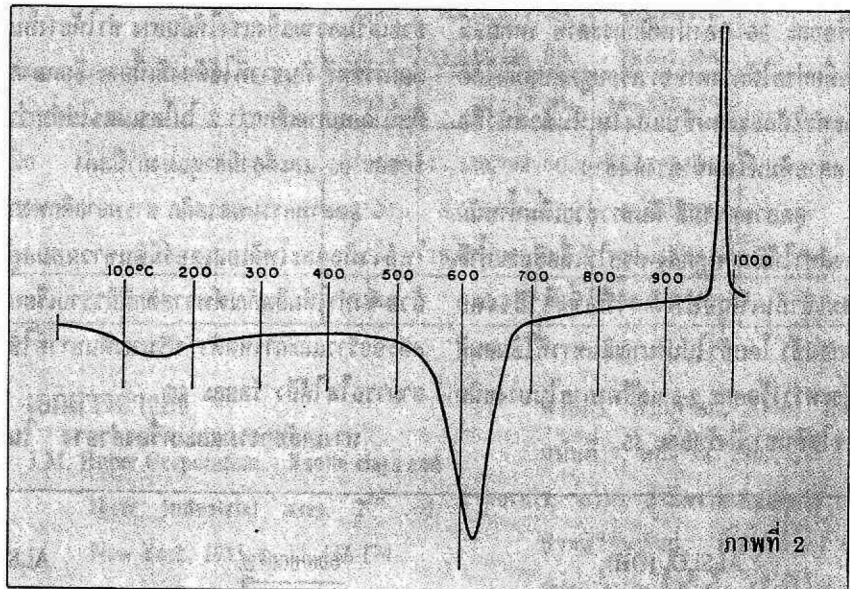
ดินขาวเป็นแร่ชนิดหนึ่งเรียกว่า เคโอลิน (kaolinite,  $H_4Al_2Si_2O_9$ ) อยู่ในกลุ่มพวกแร่ดิน จีนเป็นชาติแรกที่พบแร่ดินขาวชนิดนี้ แถบภูเขาเคาลิง (Kauling) จึงทำให้เรียกดินขาวว่า เคโอลิน (kaolin) หรือไชนาเคลย์ (China clay) ในเวลาต่อมา ดินขาวมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นพวกอะลูมิเนียมซิลิเกตกับน้ำ ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ) ดินขาวที่บริสุทธิ์จะมีปริมาณส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้ อะลูมินา ( $Al_2O_3$ ) ร้อยละ 39.5 ซิลิกา ( $SiO_2$ ) ร้อยละ 46.5 และน้ำร้อยละ 14 ดินขาวทั่วไปมักจะมีสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ อีก เช่น เหล็ก แคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียม ควอร์ตซ์ และเฟลด์สปาร์ ในการนำดินขาวไปใช้งาน นอกจากจะต้องวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีแล้ว ยังจะต้องทดสอบสมบัติทางกายภาพ และตรวจสอบว่าเป็นดินเคโอลินหรือไม่ สมบัติดินขาวทางกายภาพที่ทดสอบมีอาทิ ความเหนียว (plasticity) ขนาดอนุภาค (particle size) ความคมหรือการขัดสี (abrasiveness) และความขาวสว่าง (brightness) เป็นต้น ส่วนการที่จะระบุดินขาวตัวอย่างว่าเป็นเคโอลินหรือไม่นั้น มีวิธีทดสอบได้หลายวิธีเช่น ถ่ายภาพผลึกดินขาวด้วยกล้อง

จุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope) ถ้าพบผลึกเป็นแผ่นรูปหกเหลี่ยมดังภาพที่ 1 จึงจะกล่าวได้ว่าเป็นเคโอลิน หรือใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ดิฟเฟอเรนเชียลเทอร์มัลแอนาไลซิส (differential thermal analysis) มาวิเคราะห์ดินขาวตัวอย่าง ถ้าได้ภาพเทอร์โมแกรม (thermogram) มียอด (peak) แสดงลักษณะปฏิกิริยาดูดกลืนความร้อน (endothermic reaction) ที่ระดับอุณหภูมิประมาณ 620-640°C. และปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic

reaction) ที่อุณหภูมิ 970-975°C. ตัวอย่างดังกล่าวควรจะเป็นเคโอลิน

ภาพเทอร์โมแกรมของเคโอลินมีลักษณะดังภาพที่ 2

นอกจาก 2 วิธีข้างต้นแล้ว ยังมีการใช้เครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคโทมิเตอร์ (X-ray diffractometer) ตรวจสอบ ถ้าได้ภาพดิฟแฟรคโตแกรมมียอดสูงปรากฏที่  $d = 3.5 \text{ \AA}$  และ  $7.2 \text{ \AA}$  ดังภาพแสดงว่าตัวอย่างคือ เคโอลิน

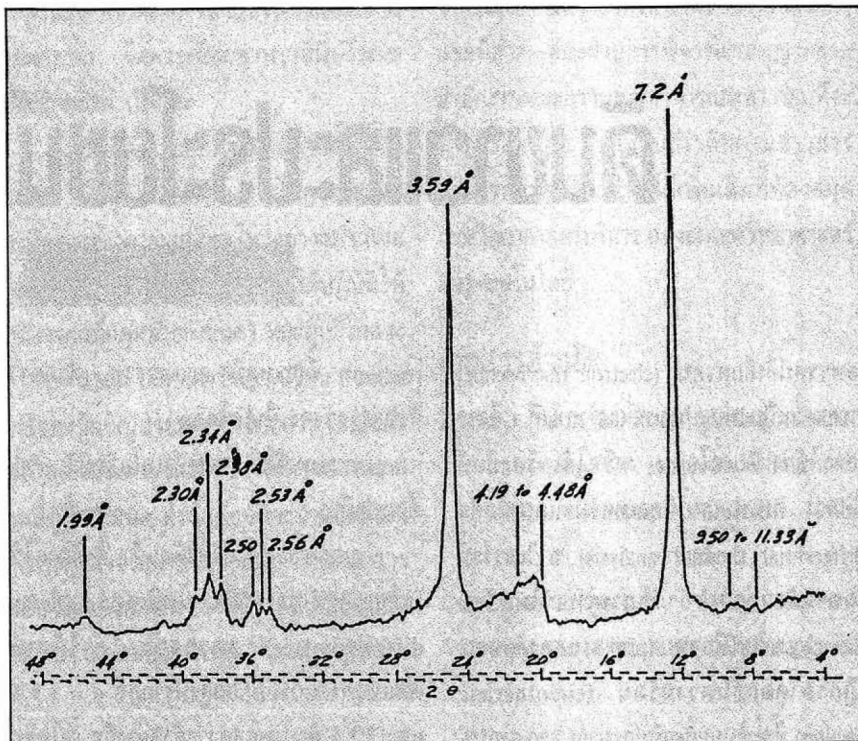


ภาพที่ 1

## ประโยชน์ของดินขาวมีดังนี้

อุตสาหกรรมทางเซรามิก มีการพัฒนา รูปแบบของผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบัน การผลิตจาน ชาม กระเบื้องปูพื้น-บุผนัง และเครื่องสุขภัณฑ์ต่างๆ เจริญก้าวหน้าด้วยดีมาตลอด ปริมาณดินขาวที่ใช้หลายหมื่นตันต่อปี

อุตสาหกรรมกระดาษ กระดาษบันทึก สมุดหนังสือต่างๆ มีการผสมดินขาวไว้ด้วย



ดินขาวที่ใช้ผสมในเยื่อกระดาษ มีปริมาณสูงสุดถึงร้อยละ 35 ของน้ำหนักกระดาษ เหตุผลที่ใส่เพื่อช่วยให้กระดาษขาวเรียบดูดซับหมึกได้ดี และทำให้กระดาษทึบแสงไม่เห็นตัวหนังสือหรือลายพิมพ์ในหน้าตรงกันข้าม

**อุตสาหกรรมสี** ดินขาวช่วยเพิ่มน้ำหนักของสีทำให้มีราคาถูกลง ช่วยให้เนื้อสีและน้ำสีผสมเข้ากันเป็นอย่างดี เมื่อแห้งแล้วสีจะตกตะกอนช้า โดยทั่วไปปริมาณดินขาวที่ใช้ผสมสีอยู่ระหว่างร้อยละ 2-5 แต่สีทาภายในบางชนิดอาจใส่ดินขาวถึงร้อยละ 45

**อุตสาหกรรมยาง** ดินขาวที่ใส่ในยางช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับยาง ทำให้ยางทนต่อการขัดสี ดินขาวที่ใช้ต้องมีเนื้อละเอียดมาก มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 2 ไมโครเมตรไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 และต้องมีธาตุแมงกานีสต่ำ

**อุตสาหกรรมพลาสติก** สารพลาสติกพวกโพลิไวนิลและโพลิเอสเตอร์มีดินขาวผสมอยู่ด้วย ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์พลาสติกมีผิวราบเรียบ สตรอยร์วและการหดตัว ปริมาณดินขาวที่ใช้สามารถใส่ได้ถึง ร้อยละ 60

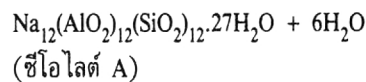
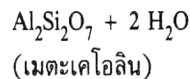
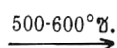
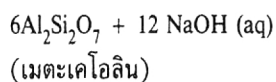
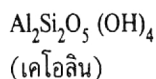
**ทางเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง** ใน

สมัยโบราณใช้ดินขาวผสมเป็นยารักษาโรคกระเพาะและลำไส้ โรคท้องร่วง ดินขาวจะทำหน้าที่ดูดซับเชื้อโรคและสิ่งมีพิษออกมา ยาที่ใช้ทาภายนอกสำหรับระงับอาการระคายเคืองจากไฟไหม้น้ำร้อนลวกจะมีดินขาวผสมอยู่ด้วย ส่วนเครื่องสำอางดินขาวที่ใส่ไว้ด้วยจะทำให้เกิดความละเอียดนุ่มเนียน และสามารถผสมกลมกลืนกับสารเคมีอื่นในเครื่องสำอางได้เป็นอย่างดี

**ยาฆ่าแมลง** จำเป็นต้องใส่สารอื่นเช่นดินขาวลงไปเพื่อลดความเข้มข้นของยาให้เจือจางจนพอเหมาะกับการนำไปใช้งาน

นอกจากนี้ ยังผสมดินขาวในยาทาโรงเท้าสีขาว ผสมในชอล์กโกเลตแท่งเพื่อป้องกันไม่ให้ท้องเสีย ทำชอล์กอย่างดีสำหรับใช้ในการเล่นสนุกเกอร์หรือบิลเลียด ตามโต๊ะดังกล่าวนี้จะมีข้อลึกลับสำหรับใช้ในการเล่น ดินขาวยังใช้ทำซีโอไลต์ (zeolite) ซีโอไลต์เป็นซิลิเกตกับน้ำของธาตุอะลูมิเนียมและธาตุในกลุ่ม IA และ IIA ของตารางธาตุ คือ โซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม สูตรทั่วไปของซีโอไลต์เป็นดังนี้  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

สารซีโอไลต์ทำได้ 2 วิธี วิธีแรกได้จากธรรมชาติ เป็นผลพลอยได้จากการทำเหมืองแร่ ส่วนอีกวิธีได้จากการสังเคราะห์ สามารถนำดินขาวเคโอลินมาทำซีโอไลต์สังเคราะห์ได้ตั้งสมการต่อไปนี้



ประโยชน์ของสารซีโอไลต์ คือ ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นสารดูดซับ (adsorption agents) ทำน้ำกระด้างให้เป็นน้ำอ่อน ทำเรซินผสมผงซักฟอก เป็นต้น

ปัจจุบันประเทศไทยเรายังสั่งซื้อดินขาวจากต่างประเทศเข้ามาใช้ ข้อมูลที่แสดงในตารางข้างล่างเป็นปริมาณและราคาของดินขาวที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก อุตสาหกรรมกระดาษและอื่น ๆ ระหว่างปี พ.ศ. 2531-2534

### ดินเคโอลินสั่งซื้อจากต่างประเทศ

อันดับที่	รายการ	พ.ศ.	น้ำหนัก	ราคา (บาท)	หมายเหตุ
1	ดินเคโอลินใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก	2531	8,905,971 กก.	24,834,831	ข้อมูลจากกรมศุลกากร
2	ดินเคโอลินใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ	2531	9,613,788 กก.	34,446,123	
3	อื่น ๆ	2531	8,146,509 กก.	47,369,046	
	รวม	2531	26,666 ตัน	106,650,000	
1	ดินเคโอลินใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก	2532	4,786,794 กก.	26,205,735	
2	ดินเคโอลินใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ	2532	12,470,900 กก.	56,769,295	
3	อื่น ๆ	2532	10,449,550 กก.	70,578,792	
	รวม	2532	27,707 ตัน	153,553,822	
1	ดินเคโอลินใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก	2533	12,728,689 กก.	45,581,728	
2	ดินเคโอลินใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ	2533	8,375,355 กก.	40,076,936	
3	อื่น ๆ	2533	11,943,199 กก.	79,677,356	
	รวม	2533	33,047 ตัน	165,336,020	
1	ดินเคโอลินใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก	2534	17,589,792 กก.	62,399,095	
2	ดินเคโอลินใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ	2534	8,076,838 กก.	42,660,299	
3	อื่น ๆ	2534	15,075,035 กก.	100,037,513	
	รวม	2534	40,742 ตัน	205,096,907	

จากตารางข้างบนนี้มีข้อน่าสังเกตว่า ปริมาณดินขาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ ช่วงปี พ.ศ. 2532-2534 ลดลงตามลำดับ กล่าวคือลดจาก 12,470 ตันเป็น 8,375 ตัน และ 8,076 ตัน ส่วนปริมาณดินเคโอลินสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกและอื่น ๆ นั้นเพิ่มขึ้นทุกปี

### เอกสารอ้างอิง

J.M. Huber Corporation. **Kaolin clays and their industrial uses.** 2<sup>nd</sup> ed. New York, 1955. p. 15, 166-174.

**Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology.** 3<sup>rd</sup> ed. vol. 15. New York : John-Wileys Sons, 1981, p. 638-668.

เจริญ โพธิ์ติการ. ดินขาวเคโอลินสำหรับอุตสาหกรรมไทย. หนังสือพิมพ์วิทยา-

ศาสตร์. กรกฎาคม, 2494, ปีที่ 5, ฉบับที่ 7, หน้า 387-395.

ศุลกากร, กรม. สำนักงานเลขานุการ. ฝ่ายประชาสัมพันธ์. ข้อมูลสถิติการค้าระหว่างประเทศไทย. (Foreign trade statistics of Thailand) กรุงเทพฯ, 2531. หน้า 43.

เรื่องเดียวกัน. 2532, หน้า 42.

เรื่องเดียวกัน. 2533, หน้า 42.

เรื่องเดียวกัน. 2534, หน้า 43.