

การวิจัยและพัฒนาดินขาว เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม กระดาษ



ดินขาว หรือ kaolin มีสูตรทางเคมีว่า $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ หรือ $H_4Al_2Si_2O_9$ คุณสมบัติที่สำคัญของดินขาวคือ เป็นแร่ที่มีเนื้อละเอียดมาก ค่อนข้างขาว และทนต่อความร้อนสูง เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอะลูมินา (Al_2O_3) ส่วนน้อยเป็นซิลิกา (SiO_2) และมีออกไซด์ของเหล็กไทเทเนียม นอกจากนี้ยังมีแร่จำพวกไมก้า เช่น ไบโอไทต์ (biotite) และมัสโคไวต์ (muscovite) หรือแร่กาลีบหินขาวปนอยู่ รวมทั้งแร่ควอตซ์ (quartz) และสารอินทรีย์ (organic matters) ในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละแหล่ง เนื่องจากแร่ดินขาวเกิดจากการผุพังทำลายด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ของแร่เฟลด์สปาร์จากหินแกรนิต พอร์ไฟรีร์และหินกัลเลียงชนิดอื่นอันทำให้คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินขาวแตกต่างกันออกไปบ้างในแต่ละแหล่ง ได้แก่ ปริมาณและชนิดของแร่ ความละเอียดหรือขนาดของเม็ดดิน ความขาว ความคม ความเหนียว การขยายหรือหดตัว เมื่อได้รับความร้อนสูง ๆ ฯลฯ

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

กรรมยังนำมาใช้ผสมทำเป็นยารักษาโรคท้องร่วงได้อีก 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

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของดินขาวทั้งสองแหล่งดังกล่าว ก่อนนำไปใช้ทางวิจัยและพัฒนาคุณภาพ ดังปรากฏในตารางที่ 1

การใช้ดินขาวในกระดาดนั้น ใช้เติมลงไปในการผลิตเพื่อให้เข้าไปแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างเยื่อของกระดาด ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของกระดาดดีขึ้น มีความขาวเรียบ และมีความทึบแสง ทำให้ไม่เห็น

ตัวหนังสือหรือสายพิมพ์อื่น ๆ ในหน้าตรงข้ามโดยหมึกไม่ซึม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มน้ำหนักของกระดาดด้วย ดินขาวที่ใช้ผสมกระดาดในชั้นตอนนี้เป็นดินขาวชนิดเกรดกระดาด (filler grade) นอกจากนี้ยังมีกระดาดที่มีความขาวเรียบและเป็นมันมาก ๆ ที่เรียกว่า กระดาดปอนด์หรือกระดาดอาร์ต กระดาดชนิดนี้จะต้องใช้ดินขาวเคลือบบนกระดาดอีกชั้นหนึ่ง ดินขาวที่ใช้ในชั้นตอนนี้เป็นดินขาวชนิด coating grade โดยจะมีความละเอียดและความขาวสูงกว่าชนิด filler grade ซึ่งไทยยังมีการสั่งนำเข้ามาจากต่างประเทศเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระดาดปีละหลายสิบล้านบาท ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 2

ถ้าดินขาวมีแร่ควอตซ์ (quartz) และไมกา (mica) ปนอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง จะทำให้มีความคมสูงเกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับดินขาวใช้ผสมทำกระดาด ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการสึกหรอของเครื่องจักรผลิตกระดาด จึงจำเป็นต้อง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของดินขาว

รายการวิเคราะห์ทดสอบ	แหล่งที่ 1, ร้อยละ	แหล่งที่ 2, ร้อยละ
Loss on ignition	13.80	14.00
Moisture	1.24	1.14
I ₂ O ₃	40.30	40.60
O ₂	43.30	43.40
Fe ₂ O ₃	1.44	0.94
CaO	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)						
นำเข้า								
อุตสาหกรรมเซรามิก	8,905	24	4,788	26	12,728	45	4,348	15
อุตสาหกรรมกระดาด	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
ส่งออก								
อุตสาหกรรมเซรามิก	5,047	2.7	3,322	2.10	8,369	4.6	2,710	1.7
อุตสาหกรรมกระดาด	2,100	1.1	800	0.39	-	-	-	-
อุตสาหกรรมอื่น ๆ	71	0.2	38	0.14	223	0.67	60	0.2

ที่มา: กรมศุลกากร

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

สำหรับสีของดินขาวนั้นจะขาวมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด หากเกิดในที่สูงเป็นเนินหรือภูเขาเตี้ย ๆ จะมีแร่ควอร์ตซ์ปนมากและแร่ประกอบหินอื่น ๆ ได้แก่ แร่เหล็ก แร่ทังสเตน แร่ไมกา ฯลฯ ปนอยู่ในรูปออกไซด์ของเหล็กและไททานเนียมทำให้สีของดินขาวไม่ขาวหากมีปริมาณสูง และความละเอียดของดินขาวค่อนข้างต่ำ ส่วนดินขาวที่เกิดในที่ราบลุ่ม น้ำท่วมถึง หากมีพวกอินทรีย์สาร (organic matters) ที่ผูกพันเบาเปื่อยทับถมปะปนอยู่ด้วยจะทำให้สีของดินขาวคล้ำลง แต่ดินขาวในแหล่งเหล่านี้มีความละเอียดของดินค่อนข้างสูง การศึกษาทดลองฟอกสีดินขาวจึงต้องคำนึงถึงหลักการข้างต้นประกอบ เพราะกรรมวิธีฟอกสีอาจแตกต่างกัน หรืออาจต้องใช้วิธีผสมแล้วแต่กรณี เพื่อที่จะฟอกสีดินขาวให้มีความขาวสว่างเข้ามาตรฐานดินขาวที่ใช้ผลิตทำกระดาษ

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 สำหรับด้านเคมีนั้นได้ศึกษาทดลองฟอกสีด้วยสารเคมีหลายชนิด การตกตะกอนเอาทรายบางส่วนออกจากดินขาวโดยใช้ Flocculating agent วิเคราะห์ทดสอบ

74-2527 ดังรายละเอียดในตารางที่ 3 จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าดินขาวจากนราธิวาสนั้น สามารถพัฒนาให้มีสมบัติทางกายภาพสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดินขาวใช้ผสมทำกระดาษ จึงสมควรนำไปเผยแพร่แก่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมดินขาว เพื่อจักได้มาขอรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของดินขาวที่ใช้ผสมกระดาษตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 74-2529 และดินขาวที่ผ่านกรรมวิธีทางกายภาพ

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐาน	ดินขาวจากนราธิวาส
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

หลังจากผ่านกระบวนการฟอกสีและการคัดขนาดดินขาว ตามกระบวนการทางเคมีและกายภาพตามที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.

โนโลยีนี้ แล้วนำไปพัฒนาดินขาวที่ดำเนินการผลิตเพื่อนำไปขายแก่โรงงานอุตสาหกรรมกระดาษต่อไป ผู้สนใจติดต่อกองการวิจัยกรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันและเวลาราชการ

ดินขาวและประโยชน์

USS ของคิ แบบประเสริฐ

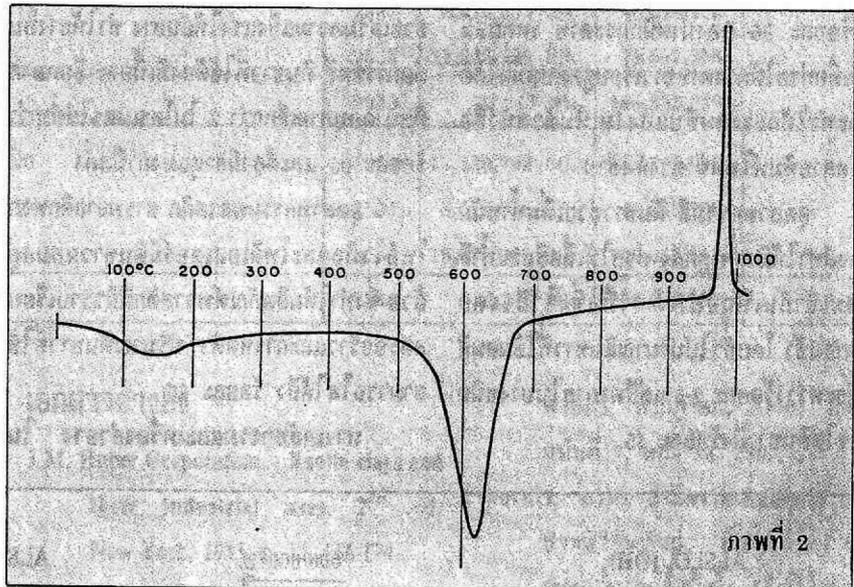
ดินขาวเป็นแร่ชนิดหนึ่งเรียกว่า เคโอลินิต์ (kaolinite, $H_4Al_2Si_2O_9$) อยู่ในกลุ่มพวกแร่ดิน จีนเป็นชาติแรกที่พบแร่ดินขาวชนิดนี้ แถบภูเขาเคาลิง (Kauling) จึงทำให้เรียกดินขาวว่า เคโอลิน (kaolin) หรือไชนาเคลย์ (China clay) ในเวลาต่อมา ดินขาวมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นพวกอะลูมิเนียมซิลิเกตกับน้ำ ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) ดินขาวที่บริสุทธิ์จะมีปริมาณส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้ อะลูมินา (Al_2O_3) ร้อยละ 39.5 ซิลิกา (SiO_2) ร้อยละ 46.5 และน้ำร้อยละ 14 ดินขาวทั่วไปมักจะมีสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ 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) แสดงลักษณะปฏิกิริยาคูดกลืนความร้อน (endothermic reaction) ที่ระดับอุณหภูมิประมาณ 620-640°C. และปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic

reaction) ที่อุณหภูมิ 970-975°C. ตัวอย่างดังกล่าวควรจะเป็นเคโอลิน

ภาพเทอร์โมแกรมของเคโอลินมีลักษณะดังภาพที่ 2

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



ภาพที่ 2

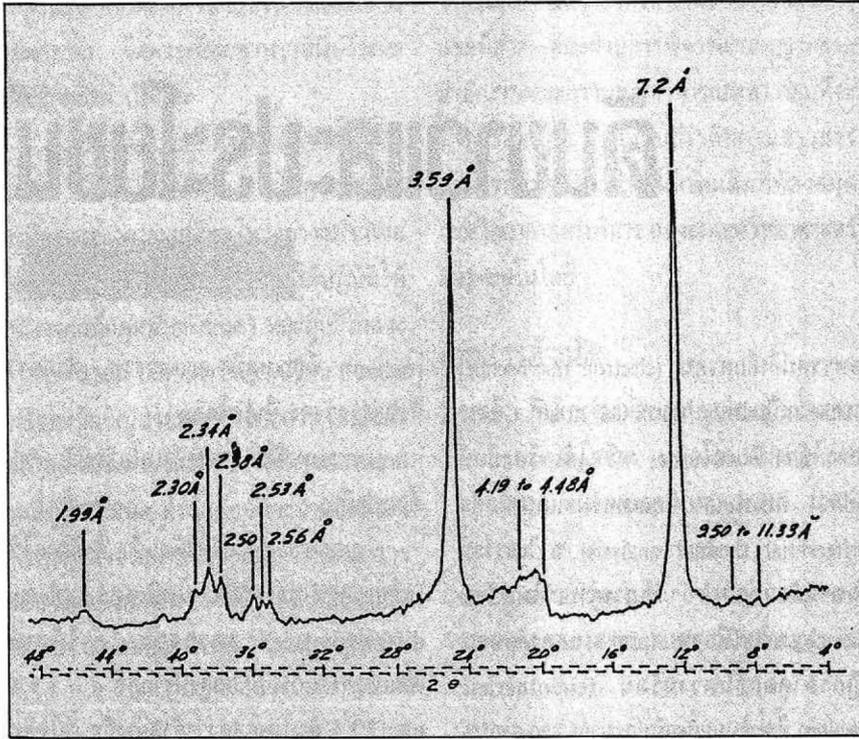


ภาพที่ 1

ประโยชน์ของดินขาวมีดังนี้

อุตสาหกรรมทางเซรามิก มีการพัฒนา รูปแบบของผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบัน การผลิตจาน ชาม กระเบื้องปูพื้น-บุผนัง และเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ เจริญก้าวหน้าด้วยดีมาตลอด ปริมาณดินขาวที่ใช้หลายหมื่นตันต่อปี

อุตสาหกรรมกระดาษ กระดาษบันทึก สมุดหนังสือต่าง ๆ มีการผสมดินขาวไว้ด้วย



ดินขาวที่ใช้ผสมในเยื่อกระดาษ มีปริมาณสูงสุดถึงร้อยละ 35 ของน้ำหนักกระดาษ เหตุผลที่ใส่เพื่อช่วยให้กระดาษขูดเรียบดูดซับหมึกได้ดี และทำให้กระดาษทึบแสงไม่เห็นตัวหนังสือหรือลายพิมพ์ในหน้าตรงกันข้าม

อุตสาหกรรมสี ดินขาวช่วยเพิ่มน้ำหนักของสีทำให้มีราคาถูกลง ช่วยให้เนื้อสีและน้ำสีผสมเข้ากันเป็นอย่างดี เมื่อแห้งไว้สีจะตกตะกอนช้า โดยทั่วไปปริมาณดินขาวที่ใช้ผสมสีอยู่ระหว่างร้อยละ 2-5 แต่สีทาภายในบางชนิดอาจใส่ดินขาวถึงร้อยละ 45

อุตสาหกรรมยาง ดินขาวที่ใส่ในยางช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับยาง ทำให้ยางทนต่อการขัดสี ดินขาวที่ใช้ต้องมีเนื้อละเอียดมาก มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 2 ไมโครเมตรไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 และต้องมีธาตุแมงกานีสต่ำ

อุตสาหกรรมพลาสติก สารพลาสติกพวกโพลีไวนิลและโพลีเอสเตอร์มีดินขาวผสมอยู่ด้วย ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์พลาสติกมีผิวราบเรียบลustrous และการหดตัว ปริมาณดินขาวที่ใช้สามารถใส่ได้ถึง ร้อยละ 60

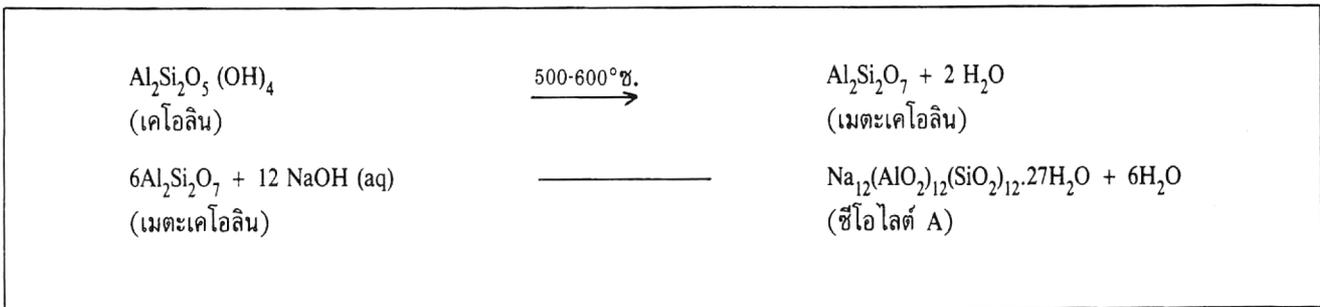
ทางเภสัชกรรมและเครื่องสำอาง ใน

สมัยโบราณใช้ดินขาวผสมเป็นยารักษาโรคกระเพาะและลำไส้ โรคท้องร่วง ดินขาวจะทำหน้าที่ดูดซับเชื้อโรคและสิ่งมีพิษออกมา ยาที่ใช้ทาภายนอกสำหรับระงับอาการระคายเคืองจากไฟไหม้ น้ำร้อนลวกจะมีดินขาวผสมอยู่ด้วย ส่วนเครื่องสำอางดินขาวที่ใส่ไว้ด้วยจะทำให้เกิดความละเอียดนุ่มเนียน และสามารถผสมกลมกลืนกับสารเคมีอื่นในเครื่องสำอางได้เป็นอย่างดี

ยาฆ่าแมลง จำเป็นต้องใส่สารอื่นเช่นดินขาวลงไป เพื่อลดความเข้มข้นของยาให้เจือจางจนพอเหมาะกับการนำไปใช้งาน

นอกจากนี้ ยังผสมดินขาวในยาทาโรงเท้าสีขาว ผสมในซีอิ๊วแก๊ตแต่งเพื่อป้องกันไม่ให้ท้องเสีย ทำขอสลคอย่างดีสำหรับใช้ในการเล่นสนุกเกอร์หรือบิลเลียด ตามโต๊ะดังกล่าวนี้จะมีขอสลคสีฟ้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำมาจากดินขาวใช้สำหรับฝนหัวคิวขณะเล่น ดินขาวยังใช้ทำซีโอไลต์ (zeolite) ซีโอไลต์เป็นซิลิเกตกับน้ำของธาตุอะลูมิเนียมและธาตุในกลุ่ม IA และ IIA ของตารางธาตุ คือ โซเดียม โพแทสเซียม แมกเนเซียม สูตรทั่วไปของซีโอไลต์เป็นดังนี้ $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot xH_2O$

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	5,146,509 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	

จากตารางข้างบนนี้มีข้อสังเกตว่า 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.** 2nd ed. New York, 1955. p. 15, 166-174.

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

เจริญ ปโชติการ. 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.