บทที่ 4

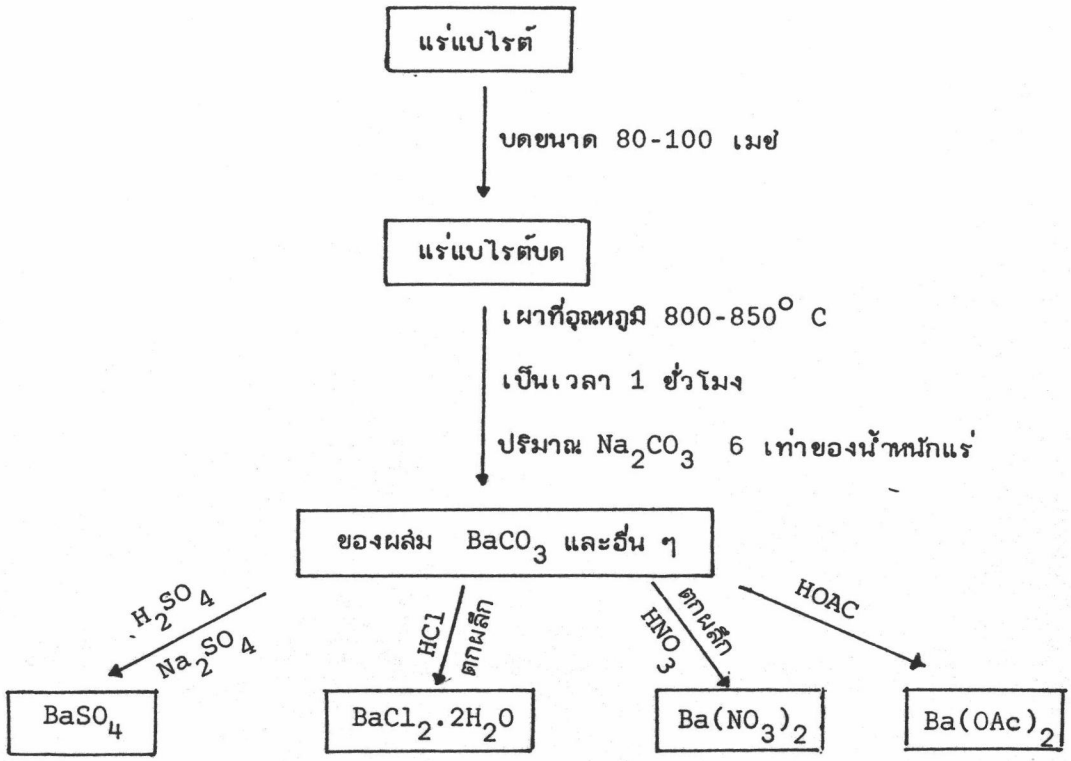
สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

ในการศึกษาการเตรียมสารประกอบแบเรียมจากแร่แบไรต์นั้นได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของแร่ เพื่อนำข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ดังแสดงในตารางที่ 3.1 - 3.3 พบว่าแร่แบไรต์คุณภาพดีจะมีสีขาว อาจมีสีชมพูปนเล็กน้อย สำหรับแร่ที่คุณภาพต่ำลงมา ซึ่งความชื้นของแร่ที่บดแล้วมีค่าต่ำ และพบว่าความชื้นสูงสุดมีค่าเพียง 1.67 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ความถ่วงจำเพาะของแร่แบไรต์ อยู่ในช่วง 3.6901 - 4.1362 ซึ่งแร่ที่มีความถ่วงจำเพาะสูงเป็นแร่คุณภาพดี แต่ถ้าเป็นแบเรียมซัลเฟตบริสุทธิ์จะมีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 4.500 เมื่อนำแร่แบไรต์ตัวอย่างไปเผาที่อุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าน้ำหนักที่หายไปน้อยมากสำหรับตัวอย่างที่คุณภาพดี น้ำหนักที่หายไปสูงสุดเพียง 2.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นพวกสารประกอบคาร์บอเนตที่สลายตัวออกไป เมื่อนำแร่ไปต้มกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น น้ำหนักที่ลดลงไปก็เป็นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากพวกสารเจือปนอื่น ๆ ละลายออกไปได้แก่ สารประกอบของเหล็ก แมกนีเซียมและแคลเซียม เป็นต้น

จากการศึกษาหาองค์ประกอบของแร่แบไรต์ ได้ทำการทดลองหลายวิธีด้วยกัน เพื่อความถูกต้องแน่นอน โดยวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทาง X-ray fluorescence spectrometry ซึ่งจะได้สารประกอบหลักดังแสดงในตารางที่ 3.4 พบว่ามี $BaSO_4$ อยู่ในช่วง 78.80 - 92.25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังประกอบด้วย $SrSO_4$, Fe_2O_3, CaO, MgO, Al_2O_3 และ SiO_2 ซึ่งผลการวิเคราะห์ทาง Atomic Absorption Spectrophotometry และ Flame Photometry รวมทั้งการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน (standard method) ได้ผลออกมาอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.4, 3.6 และ 3.8 สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณของธาตุที่มีอยู่น้อยๆ (trace elements) ได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคทาง Atomic Absorption Spectrophotometry พบว่า มีธาตุ Cu, Mn, Pb และ Zn โดยเฉพาะในตัวอย่างแร่แบไรต์จากเหมืองภูไม้ตอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีสีชมพูนั้น ปรากฏว่ามีธาตุ Mn, Pb, Zn และ Cu สูงกว่าแหล่งอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.7

การทดลองเตรียมสารประกอบแบเรียมจากแร่แบไรต์ นั้น ได้เลือกใช้ตัวอย่างแร่ที่ดีที่สุด คือจากเหมือง พีแอนเอสแบไรต์ไมน์นิ่ง จังหวัดเลย แร่มีลักษณะสีขาว จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทาง Atomic Absorption Spectrophotometry และ Flame Photometry แล้วปรากฏว่ามี $BaSO_4$ 89.91 % , $SrSO_4$ 2.25 % , Fe_2O_3 0.42 % , CaO 4.74 % MgO 0.02 %, SiO_2 0.12 % และ Al_2O_3 0.22 % มี trace elements Cu, Mn, Pb, Zn ต่ำ จึงเหมาะที่จะใช้ในการทดลองต่อไป แต่ถ้าแร่แบไรต์มีปริมาณของ Fe_2O_3 ปนอยู่มาก อาจจะแยกออกเสียก่อนได้ด้วยการใช้ magnetic separator ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองใช้แร่นี้ต้มกับกรดไฮโดรคลอริก เพื่อหาทางกำจัดพวกสารเจือปนอื่น ๆ ทำให้ความบริสุทธิ์ของ $BaSO_4$ เพิ่มสูงขึ้น สำหรับที่จะใช้เป็น $BaSO_4$ pharmaceutical grade ได้

การเตรียมสารประกอบแบเรียมจากแร่แบไรต์ นั้น ขั้นแรกใช้วิธีการเปลี่ยน $BaSO_4$ ให้เป็น $BaCO_3$ โดยเผากับ Na_2CO_3 เพื่อให้สามารถละลายได้ในกรด หรือสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น พบว่าสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองดังนี้คือ ขนาดของแร่แบไรต์ที่ใช้ควรมีขนาด -80 ถึง -100 เมช เพราะเวลาเผากับ Na_2CO_3 จะทำปฏิกริยาได้ดี ดังแสดงในตารางที่ 3.12 และรูปที่ 3.7 อุณหภูมิที่ใช้เผา คือ 800-850 องศาเซลเซียส ดังแสดงในตารางที่ 3.9 และรูปที่ 3.4 โดยการเผาเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 3.11 และรูปที่ 3.6 ปริมาณของโซเดียมคาร์บอเนตที่ใช้ผสมกับแร่แบไรต์ เพื่อให้เกิดปฏิกริยาที่ดี ควรใช้อย่างน้อยด้วยอัตราส่วนของ Na_2CO_3 : แร่แบไรต์ เป็น 6 : 1 เท่าโดยน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 3.10 และรูปที่ 3.5 จากผลการทดลองพบว่าการกระทำดังกล่าวนี้สามารถให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของ $BaSO_4$ ในแร่ได้ถึง 90 เปอร์เซนต์ขึ้นไปและเมื่อได้ $BaCO_3$ แล้วก็จะสามารถเปลี่ยนเป็นสารประกอบแบเรียมอื่น ๆ ได้ตามต้องการ ดังนั้นขั้นตอนต่าง ๆ ในการเตรียมสารประกอบแบเรียมจากแร่แบไรต์ โดยการเผาด้วย Na_2CO_3 สรุปได้ดังนี้



ในการศึกษานี้ยังได้ทดลองใช้วิธีรีดิวซ์ $BaSO_4$ ให้เป็น BaS ด้วยถ่านชนิดต่าง ๆ มีถ่านลิกไนต์ ถ่านไม้ และถ่านโค้ก เมื่อได้ BaS แล้วนำมาละลายน้ำก็จะสามารถเปลี่ยนเป็นสารอื่น ๆ ได้ต่อไป ซึ่งการรีดิวซ์แร่แบไรต์ด้วยถ่านไม้ ได้ศึกษาคุณภาพของถ่านไม้ก่อน ดังแสดงในตารางที่ 3.13 จะเห็นว่าถ่านไม้มีคาร์บอนถึง 79.34 % ไฮโดรเจน 2.46 % เถ้า 2.90 % และให้ค่าความร้อน 7023 คาลอรี่ต่อกรัม จากการหาสภาวะต่าง ๆที่เหมาะสมในการรีดิวซ์ $BaSO_4$ ให้เป็น BaS นั้น ดังแสดงในตารางที่ 3.14 - 3.16 และรูปที่ 3.8 - 3.13 ได้ผลพอที่จะสรุปได้ดังนี้

อุณหภูมิที่ใช้เผา	950	องศาเซลเซียส
ขนาดของแร่ที่ใช้	100	เมช
เวลาที่ใช้เผา	1	ชั่วโมง
ปริมาณถ่านไม้ที่ใช้เท่ากับ	50	เปอร์เซนต์ของน้ำหนักแร่
ให้ค่าการเปลี่ยนแปลง $BaSO_4$ ในแร่	86	เปอร์เซนต์

ในกรณีที่ใช้ถ่านลิกไนต์และถ่านโค้กเป็นตัวรีดิวซ์ ด้วยสภาวะต่าง ๆ ในการทดลองเช่นเดียวกับถ่านไม้ ซึ่งคุณภาพของถ่านลิกไนต์ที่ใช้รีดิวซ์ แสดงอยู่ในตารางที่ 3.17 พบว่ามีปริมาณคาร์บอน 55.43 เปอร์เซนต์ ไฮโดรเจน 4.08 เปอร์เซนต์และมีเถ้า 11.7 เปอร์-เซนต์ จะเห็นว่าคุณภาพของถ่านไม้ดีกว่าคุณภาพของถ่านลิกไนต์ ทั้งในด้านปริมาณของคาร์บอนและไฮโดรเจน ปริมาณของเถ้าในถ่านไม้ก็น้อยกว่า สำหรับคุณภาพของถ่านโค้กที่ใช้ มีปริมาณคาร์บอน 85.45 เปอร์เซนต์ ไฮโดรเจนน้อยมาก มีเถ้า 6.84 เปอร์เซนต์ จากการทดลองพบว่า ถ้าใช้ถ่านโค้กสำหรับรีดิวซ์แร่แบไรต์ จะได้ผลดีกว่าการใช้ถ่านไม้ และถ่านลิกไนต์ เพราะให้ผลการเปลี่ยนแปลง $BaSO_4$ ในแร่ถึง 90.21 เปอร์เซนต์ที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส แต่ถ่านโค้กในบ้านเราราคาแพงกว่าถ่านไม้มาก อีกทั้งจะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้นในการศึกษาการเปลี่ยน $BaSO_4$ ให้เป็น BaS ด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน จึงได้ศึกษาโดยใช้ถ่านไม้เป็นตัวรีดิวซ์เท่านั้น เนื่องจากสภาวะในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างการเผาในเตากับการเผาด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน แตกต่างกัน จึงได้ศึกษาสภาวะต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับการเผาด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน ผลการทดลองแสดงอยู่ในตารางที่ 3.21 - 3.23 และรูปที่ 3.14 - 3.15 พบว่า

ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เมื่อใช้เวลา 0.5 ชั่วโมง เติมถ่านไม้ในปริมาณต่าง ๆ กัน ปฏิกิริยารีดักชันเกิดน้อย เมื่อเพิ่มเวลาขึ้นเป็น 1 ชั่วโมง โดยเพิ่มปริมาณถ่านต่อไป ค่าการรีดิวซ์เพิ่มขึ้นอีกเท่าตัว และถ้าเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเป็น 900 - 1000 องศาเซลเซียส จะให้ค่าการรีดิวซ์สูงขึ้นอีก แสดงถึงอุณหภูมิภายในเบดที่ใช้ที่ 800 องศาเซลเซียส ไม่สูงเท่าที่ควร การทดลองในช่วงนี้จึงให้ค่าของการเปลี่ยนแปลงยังไม่สูงพอ อุณหภูมิภายในเบดที่ใช้อย่างน้อยควรจะ 900 องศาเซลเซียส ขึ้นไป ทั้งนี้มีส่วนสัมพันธ์กับเวลาและปริมาณของถ่านไม้ เวลาที่ใช้จาก 0.5 ชั่วโมง เป็น 1 ชั่วโมง จำเป็นต้องเติมถ่านไม้ตลอดเวลา เพราะถ้าใช้เวลา 1 ชั่วโมง แต่ปริมาณของถ่านไม้ไม่เหมาะสม โอกาสในการเกิดปฏิกิริยาจะน้อย สำหรับในการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการปรับความเร็วของอากาศ จนกระทั่งอุณหภูมิภายในเบดไม่เปลี่ยนแปลง ขณะที่เพิ่มปริมาณของอากาศเข้าไปในเบด อุณหภูมิของเบดมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากเม็ดถ่านมีโอกาสสัมผัสกับอากาศมากขึ้น การเติมปริมาณถ่านขนาด -5 เมช ครั้งละ 100 กรัม เช่นเดียวกับเป็นการปรับความสูงของเบด ถ้าเติมด้วยปริมาณ 50 กรัม การเผาไหม้ของถ่านไม้เป็นไปอย่างรวดเร็ว ดูได้จากอุณหภูมิของเบดสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แสดงว่ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ซึ่งไม่เหมาะในปฏิกิริยารีดักชัน ส่วนการเติมถ่านครั้งละ 100 กรัม อุณหภูมิเริ่มแรกต่ำ

ไปเล็กน้อย จะทำให้การสันดาปเป็นไปอย่างลำบาก จึงต้องอุ่นเตาให้อุณหภูมิสูงขึ้นก่อน แล้วจึงเติมถ่านไม้ลงไปในเบด ระยะแรกอุณหภูมิจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว พอผ่านไป 10-15 นาที อุณหภูมิจะเพิ่มช้าลง ปรับการไหลเข้าออกของอากาศ จนทำให้อุณหภูมิเกือบคงที่ในแต่ละจุดทดลอง สำหรับเวลา 1 ชั่วโมง จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงที่สูง เมื่อใช้ปริมาณถ่านในอัตราส่วนของน้ำหนักแร่ต่อน้ำหนักถ่าน เท่ากับ 1 : 5 นอกจากนี้ขนาดของถ่านก็มีความสำคัญพบว่าการใช้ถ่านมีขนาดเล็กจะมีผลเสียต่อการทดลอง เนื่องจากการหลุดปลิวออกจากเบด และจะเกิดการลอยตัวแยกชั้นระหว่างเม็ดแร่กับผงถ่านละเอียด เมื่อมีการปรับความเร็วของอากาศ สำหรับกรณีที่ขนาดของแร่และถ่านเล็กมาก จะทำให้เกิดการอัดแน่นภายในเบด การสันดาปเกิดได้ยาก และเมื่อเกิดการเผาไหม้ขึ้น ถ่านที่ขนาดเล็กจะกลายเป็นเถ้าไปอย่างรวดเร็ว โดยไม่เข้าทำปฏิกิริยารีดักชันกับแร่แบไรต์ในเบด อีกทั้งเกิดการสูญเสียของตัวอย่าง เพราะจะหลุดลอยไปกับอากาศที่ผ่านเข้าไปในเตา ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า

แร่แบไรต์ที่ใช้ควรมีขนาด	30	เมช
ถ่านไม้ที่ใช้ผสมควรมีขนาด	5	เมช
ปริมาณถ่านไม้อย่างน้อย	5	เท่าของน้ำหนักแร่
อุณหภูมิที่ใช้ประมาณ	1000	องศาเซลเซียส
เวลาที่ใช้เผา	1	ชั่วโมง

ได้ค่าปริมาณการเปลี่ยน $BaSO_4$ ในแร่ (% conversion) 72.54 เปอร์เซ็นต์

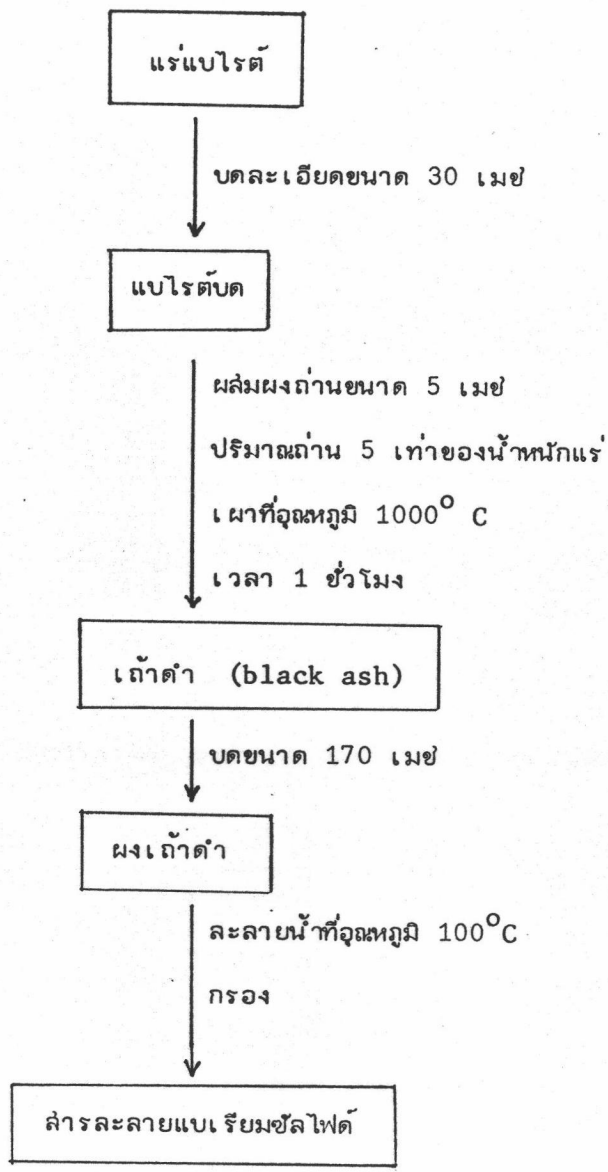
จากการเปรียบเทียบขบวนการที่ใช้ในการเปลี่ยนแร่แบไรต์ ให้ออกมาอยู่ในรูปของสารประกอบที่สามารถเตรียมสารประกอบแบเรียมอื่น ๆ ได้ คือ เปลี่ยนอยู่ในรูปของ $BaCO_3$ และ BaS จะเห็นว่าการใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชัน ในการเปลี่ยน $BaSO_4$ ในแร่ให้อยู่ในรูป BaS มีข้อที่ดีกว่า เนื่องจาก

1. การใช้ถ่านไม้เป็นตัวรีดิวซ์ ราคาถูกกว่าการใช้โซเดียมคาร์บอเนต

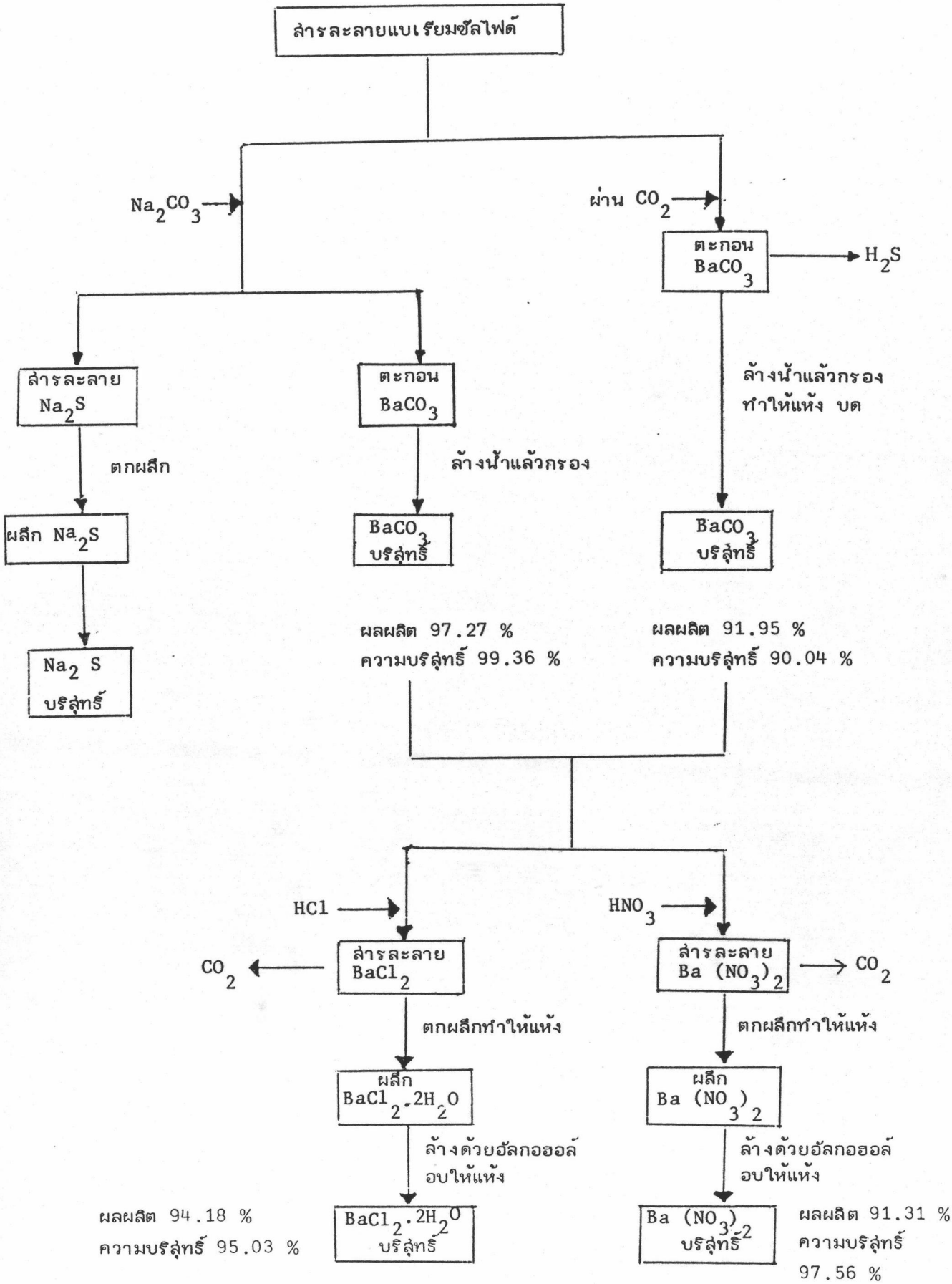
2. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้เผาน้อยกว่า แม้อุณหภูมิภายในเตาจะสูงถึง 1000 องศาเซลเซียส ก็ตาม แต่หลังจากถ่านติดไฟแล้ว (ใช้อุณหภูมิประมาณ 600 องศาเซลเซียส) สามารถตัดการใช้ไฟฟ้าได้ เพราะอุณหภูมิของเตาจะสูงขึ้นโดยอาศัยการปรับความเร็วลมที่จะทำให้เกิดฟลูอิไดซ์ และปริมาณของถ่านที่ต้องเติมเข้าไปเท่านั้น

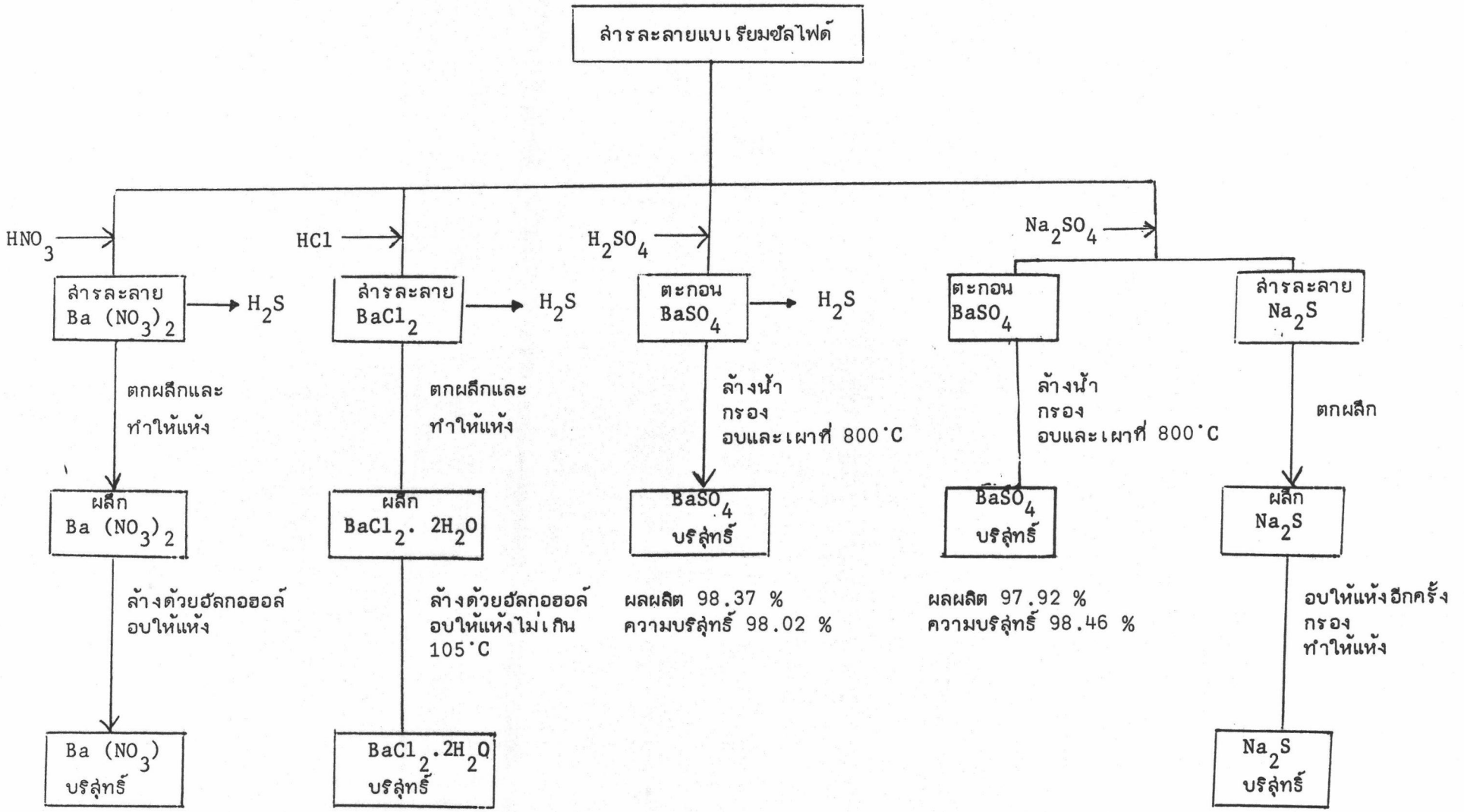
3. ลดพลังงานที่จะต้องใช้ในการบดแร่ เพราะการใช้เทคนิคฟลูอิไดซ์ จำเป็นต้องใช้แร่ที่มีขนาดใหญ่

ดังนั้นจะเห็นว่าต้นทุนการผลิตอาจจะถูกกว่า แม้เปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงจะได้น้อยกว่าเล็กน้อยก็ตาม โดยสรุปแล้วถ้าเตรียมสารประกอบแบเรียม โดยใช้วิธีกระบวนการฟลูอิไดเซชัน สามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้

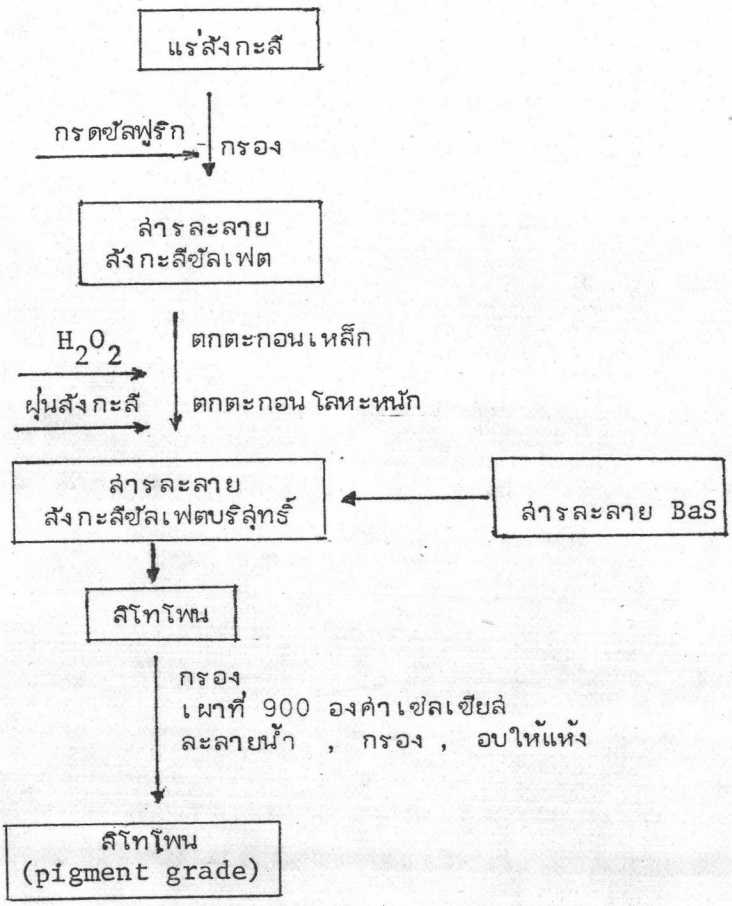


จากสารละลายแบเรียมซัลไฟด์ สามารถนำไปเตรียมสารประกอบแบเรียมอื่น ๆ ได้ ดังผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3.27 - 3.34 และได้ทดลองหาความบริสุทธิ์ของสารประกอบที่เตรียมได้ดังแสดงในตารางที่ 3.35 ซึ่งจัดได้ว่าเป็นเกรดรีเอเจนต์ (reagent grade) แผนภูมิที่ใช้ในการเตรียมสารประกอบแบเรียมแต่ละชนิด ดังแสดงในรูปต่อไป


สารละลายแบเรียมซัลไฟด์
Na_2CO_3
ผ่าน CO_2
ตะกอน $BaCO_3$
H_2S
สารละลาย Na_2S
ตะกอน $BaCO_3$
ล้างน้ำแล้วกรอง ทำให้แห้ง บด
ตกผลึก
ล้างน้ำแล้วกรอง
ผลึก Na_2S
$BaCO_3$ บริสุทธิ์
$BaCO_3$ บริสุทธิ์
Na_2S บริสุทธิ์
ผลผลิต 97.27 %
ความบริสุทธิ์ 99.36 %
ผลผลิต 91.95 %
ความบริสุทธิ์ 90.04 %
HCl
HNO_3
CO_2
สารละลาย $BaCl_2$
สารละลาย $Ba(NO_3)_2$
CO_2
ตกผลึกทำให้แห้ง
ตกผลึกทำให้แห้ง
ผลึก $BaCl_2 \cdot 2H_2O$
ผลึก $Ba(NO_3)_2$
ล้างด้วยอัลกอฮอล์ อบให้แห้ง
ล้างด้วยอัลกอฮอล์ อบให้แห้ง
ผลผลิต 94.18 %
ความบริสุทธิ์ 95.03 %
$BaCl_2 \cdot 2H_2O$ บริสุทธิ์
$Ba(NO_3)_2$ บริสุทธิ์
ผลผลิต 91.31 %
ความบริสุทธิ์ 97.56 %


สารละลายแบเรียมซัลไฟด์
HNO3
HCl
H2SO4
Na2SO4
สารละลาย Ba (NO3)2
H2S
สารละลาย BaCl2
H2S
ตะกอน BaSO4
H2S
ตะกอน BaSO4
สารละลาย Na2S
ตกผลึกและ ทำให้แห้ง
ตกผลึกและ ทำให้แห้ง
ล้างน้ำ กรอง อบและเผาที่ 800°C
ล้างน้ำ กรอง อบและเผาที่ 800°C
ตกผลึก
ผลึก Ba (NO3)2
ผลึก BaCl2. 2H2O
BaSO4 บริสุทธิ์
BaSO4 บริสุทธิ์
ผลึก Na2S
ล้างด้วยอัลกอฮอล์ อบให้แห้ง
ล้างด้วยอัลกอฮอล์ อบให้แห้งไม่เกิน 105°C
ผลผลิต 98.37 %
ความบริสุทธิ์ 98.02 %
ผลผลิต 97.92 %
ความบริสุทธิ์ 98.46 %
อบให้แห้งอีกครั้ง กรอง ทำให้แห้ง
Ba (NO3) บริสุทธิ์
BaCl2.2H2O บริสุทธิ์
Na2S บริสุทธิ์
ผลผลิต 90.35 %
ความบริสุทธิ์ 94.57 %
ผลผลิต 35.27 %
ความบริสุทธิ์ 94.40 %

นอกจากนี้ได้ทำการทดลองเตรียมลิโทโพน โดยการใช้สารละลายแบเรียมซัลไฟด์ผสมกับสารละลายสังกะสีซัลเฟต ที่เตรียมได้จากแร่สังกะสี ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 3. 37-3. 39 และสามารถสรุปขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้



ผลผลิต 90.84%

ประกอบด้วย

$BaSO_4$ = 64.77 %

ZnS = 29.57 %

ZnO = 4.93 %

จะเห็นได้ว่า จากการศึกษาครั้งนี้สามารถเตรียมสารประกอบต่าง ๆ ของแบเรียมได้ และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ การที่ผลผลิตของสารประกอบที่เตรียมได้ มีการสูญเสียไปบ้างนั้น เป็นไปได้หลายอย่าง รวมทั้งสภาวะขณะละลาย BaS ออกมาจาก black ash จะเกิดตะกอนขาวบนผิวหน้าสารละลายที่สัมผัสกับอากาศ และมีกลิ่นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) แรงมาก สารละลายที่เตรียมได้ใหม่ ๆ จะมีสีเหลือง เมื่อทดลองเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทอากาศเข้าไม่ได้สีจะคงเดิม แต่ถ้าภาชนะที่อากาศเข้าได้ สีเหลืองจะหายไปและเกิดตะกอนขาวขึ้นมาก เมื่อนำตะกอนไปละลายในกรดไฮโดรคลอริกตะกอนจะละลายได้ในบางส่วน เกิดฟองก๊าซ แสดงว่าสารละลาย BaS ดูด CO_2 ในอากาศเกิดเป็น $BaCO_3$ ที่ละลายในกรด อีกส่วนที่ไม่ละลายควรเป็น $BaSO_4$ และสารอื่น ๆ ดังนั้นระหว่างละลาย BaS จะสูญเสียปริมาณ แบเรียมที่เป็นตะกอนไปจำนวนหนึ่ง ฉะนั้นการนำสารละลายแบเรียมซัลไฟด์ไปใช้จึงควรละลาย black ash ทันทีก่อนใช้ ไม่ควรเก็บในรูปของสารละลาย กรณีของการเตรียมสารประกอบแบเรียมคาร์บอเนต โดยผ่านก๊าซ CO_2 ลงไปในสารละลาย เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียปริมาณของแบเรียม ควรนำสารละลายที่เหลือทำปฏิกิริยากับสารประกอบโซเดียมคาร์บอเนตต่อในการจะได้ตะกอนที่สมบูรณ์ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างความบริสุทธิ์สารประกอบแบเรียมคลอไรด์ , แบเรียมไนเตรตที่เตรียมจาก BaS กับที่เตรียมจาก $BaCO_3$ บริสุทธิ์ จะเห็นว่า ค่าความบริสุทธิ์ของสารที่เตรียมจาก $BaCO_3$ จะให้ค่าที่สูงกว่า ทั้งนี้เป็นไปได้ที่ในสารละลาย BaS มีธาตุอื่น ๆ ปนอยู่ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดและสามารถละลายน้ำได้เช่นกัน ดังนั้นในการตกผลึกจึงอาจมีสารอื่นเจือปนมาบ้าง สำหรับการเตรียมลิโทโพนนั้น เนื่องจากไม่มีเครื่องมือในการตรวจสอบคุณสมบัติ จึงได้ทดลองศึกษาคุณภาพของลิโทโพน เพียงแต่ตกตะกอนร่วม (Coprecipitate) ของ $BaSO_4$ และ ZnS เท่านั้น สามารถเตรียมลิโทโพนที่มีองค์ประกอบของ $BaSO_4$ และ ZnS อยู่ในช่วง pigment grade ส่วน ZnO ในลิโทโพน มีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดไว้ใน pigment handbook เล็กน้อย เนื่องจากในการเผาขั้นสุดท้าย การควบคุมไม่ให้อากาศเข้าไปทำได้ยาก เบ้าที่ใช้เผาต้องปิดสนิท (seal) และควรจะใช้เตาหมุนในการเผา เพื่อให้อุณหภูมิทั่วถึงทุกจุด

สรุปได้ว่างานทดลองนี้ ทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นของแร่แบไรต์ ทำให้ทราบเทคนิคต่าง ๆ ในการเตรียมสารประกอบแบเรียมตลอดจนเทคนิคสำหรับการใช้กระบวนการฟลูอิไดเซชัน สภาวะต่าง ๆที่เหมาะสมของตัวแปรซึ่งจำเป็นต้องได้จากการทดลองเท่านั้น อาจจะมีประโยชน์อย่างมากในอุตสาหกรรมต่อไป ที่จะนำวัตถุดิบที่มีในประเทศมาใช้ อันเป็นการเพิ่มคุณค่าของวัตถุดิบให้สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองโดยการนำเทคนิคฟลูอิไดเซชันเข้ามาปรับปรุงในการเปลี่ยนแร่แบไรต์ให้อยู่ในรูปของเถ้าดำ (black ash) ในครั้งนี้ มีขีดจำกัดของเครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งควรจะมีการทดลองต่อไปคือ

- การหาวิธีที่จะทำให้ถ่านกับเม็ดแร่ตัวอย่างสัมผัสกันมากที่สุด ซึ่งอาจจะใช้วิธีการป้อนถ่านทางด้านข้างของเตา แทนการเติมข้างบน เพราะถ่านมีน้ำหนักเบา ทำให้โอกาสในการสัมผัสกันของแร่กับเม็ดถ่านมีน้อย

- การปรับปรุงคุณภาพของถ่านหิน เพื่อนำถ่านหินนั้นมาใช้เป็นตัวรีดิวซ์ ซึ่งความหนาแน่นของถ่านหินมีมากกว่าถ่านไม้ จะทำให้มีการสัมผัสกันของเม็ดแร่กับถ่านมีมากขึ้น

- การนำก๊าซธรรมชาติ มาใช้เป็นเชื้อเพลิง และเป็นตัวรีดิวซ์ในขบวนการฟลูอิไดซ์

- การเก็บก๊าซที่เป็นมลพิษที่เกิดจากปฏิกิริยา เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์

ในฐานะที่ประเทศไทย มีวัตถุดิบมากมาย และกำลังเป็นประเทศที่พัฒนาทางอุตสาหกรรม ดังนั้น อุตสาหกรรมการผลิตสารประกอบแบเรียมและลิโทโพน น่าจะได้รับการสนใจในการผลิตเพื่อใช้ในประเทศ และเพื่อการส่งออกต่อไป