

## บทที่ 2

### วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

#### 2.1 สารเคมี

##### 2.1.1 สารลดแรงตึงผิว

สารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในการศึกษานี้มี 2 ชนิด คือ

(i) สารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ คือ ไคบล็อก (diblock) และไตรบล็อก (triblock) โคลพอลิเมอร์ของออกซิเอทิลีนและออกซิโพรพิลีน เช่น  $E_{45}B_{10}$  และ  $E_{18}B_{10}$  ได้รับความอนุเคราะห์จากมหาวิทยาลัย Manchester,  $E_{33}B_{10}E_{33}$  (Batch No. GI04016105) และ  $E_{43}B_{14}E_{43}$  (Batch No. GE0106102) ของบริษัท Dow Chemical และไตรบล็อกโคลพอลิเมอร์ของออกซิเอทิลีนและออกซิโพรพิลีน เช่น  $E_{106}P_{70}E_{106}$  (F127) (Batch No. 074K0202) ของบริษัท SIGMA และ  $E_{20}P_{70}E_{20}$  (P123) (Batch No. 10230KC) ของบริษัท ALDRICH

(ii) สารลดแรงตึงผิวชนิดมีประจุบวก คือ cetyltrimethylammonium bromide (CTAB, Assay > 98%) ของบริษัท Fluka

##### 2.1.2 แหล่งให้ซิลิกา (silica source)

tetraethyl orthosilicate (TEOS, Assay  $\square$  99.0%) ของบริษัท Fluka

##### 2.1.3 เกลือ

โพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride; KCl, A.R.) ของบริษัท Univar

โซเดียมซัลเฟต (Sodium sulphate;  $Na_2SO_4$ , A.R.) ของบริษัท Univar

##### 2.1.4 สารเคมีอื่นๆ

กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid; HCl, A.R., 37%) ของบริษัท Lab-Scan  
น้ำกลั่น

#### 2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

##### 2.2.1 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมตัวอย่าง

2.2.1.1 เครื่องแก้ว

2.2.1.2 Hot plate

2.2.1.3 เทอร์โมมิเตอร์

2.2.1.4 ตู้อบ (Mettler™)

- 2.2.1.5 ชุดแยกสารกรวยบุชเนอร์
- 2.2.1.6 ถ้วยเซรามิกทนความร้อน (crucible)
- 2.2.1.7 ขวดเทฟลอน
- 2.2.1.8 เครื่องชั่งแบบดิจิทัล 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo™ AB204)
- 2.2.1.9 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Harmonic Series™ PLC-012)
- 2.2.1.10 เตาเผาอุณหภูมิสูง 1200 องศาเซลเซียส ชนิดก๊าซไหลผ่าน (Carbolite™)

## 2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

- 2.2.2.1 เครื่องเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction:XRD) (BRUKER™ D4-ENDEAVOR)
- 2.2.2.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscopy:SEM) (JEOL™ JSM-5800LV และ PHILIPS™ XL30, XL SERIES)
- 2.2.2.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission electron microscopy:TEM) (JEOL™ JFM-2010)
- 2.2.2.4 เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวและขนาดรูพรุน (Surface area and pore size analyzer) (Coulter™ SA3100 Software Version 2.13 และ Software Version 1.5.1)
- 2.2.2.5 เครื่องเทอร์โมกราวิเมตริกอนาไลเซอร์ (Thermogravimetric analyzer:TGA) (PerkinElmer™ TGA7)
- 2.2.2.6 เครื่องฟูเรียรทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrometer:FT-IR) (Bruker™ EQUINOX 55)

## 2.3 วิธีการทดลอง

### 2.3.1 วิธีการทดลองที่ 1

- 2.3.1.1 ละลายสารลดแรงตึงผิว ( $E_{45}B_{10}$ ,  $E_{18}B_{10}$ ,  $E_{35}B_{10}E_{35}$ ,  $E_{43}B_{14}E_{43}$  และ CTAB) 0.15 กรัม ในน้ำกลั่น 1.5 กรัม และ 2M HCl 6 กรัม กวนสารละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน
- 2.3.1.2 เติม TEOS 0.78 กรัม ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กวนสารละลายตลอดเวลา จะเริ่มเกิดตะกอนหลังจากที่เติม TEOS ประมาณ 10-20 นาที
- 2.3.1.3 กวนสารละลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 2.3.1.4 ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นจนมีค่า pH > 5 และนำตะกอนไปอบตะกอนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

2.3.1.5 เผาตะกอนที่อุณหภูมิ 540 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยใช้อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสต่อนาที และให้อากาศผ่านตลอดเวลา

### 2.3.2 วิธีการทดลองที่ 2

2.3.2.1 ละลายสารลดแรงตึงผิว ( $E_{45}B_{10}$ ,  $E_{18}B_{10}$ ,  $E_{35}B_{10}$ ,  $E_{35}$ ,  $E_{43}B_{14}$ ,  $E_{43}$  และ CTAB) 0.15 กรัม ในน้ำกลั่น 1.5 กรัม และ 2M HCl 6 กรัม กวนสารละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน

2.3.2.2 เติม TEOS 0.78 กรัม กวนสารละลาย 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

2.3.2.3 นำไปวางในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 ชั่วโมง

2.3.2.4 ล้างด้วยน้ำกลั่นให้มีค่า pH > 5 และนำไปอบจนแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน

2.3.2.5 เผาตะกอนที่อุณหภูมิ 540 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยใช้อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสต่อนาที และให้อากาศผ่านตลอดเวลา

### 2.3.3 วิธีการทดลองที่ 3

2.3.3.1 ละลายสารลดแรงตึงผิว (P123 และ F127) ที่อัตราส่วนโดยโมลของ P123:F127 = 10:90, 30:70, 50:50, 70:30, 90:10 ในน้ำกลั่น 13 กรัม 2M HCl 30 กรัม และเกลือ (0.15M KCl หรือ 0.15M  $Na_2SO_4$ ) กวนสารละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน

2.3.3.2 เติม TEOS ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของ TEOS: (P123:F127) = 4: 1 กวนสารละลายที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.3.3.3 นำสารละลายที่ได้ใส่ในขวดเทฟลอน วางไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.3.3.4 หลังจากนั้นกรองตะกอนที่ได้ ล้างด้วยน้ำกลั่นและนำไปอบจนแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.3.3.5 เผาตะกอนที่ 540 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชม. โดยใช้อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสต่อนาที และให้อากาศผ่านตลอดเวลา

## 2.4 ตรวจสอบคุณลักษณะของซิลิกาที่มีรูพรุน

### 2.4.1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างภายนอกของซิลิกาที่มีรูพรุน โดยตัวอย่างที่ต้องการทดสอบจะถูกติดบนสตัปทองเหลืองและเคลือบตัวอย่าง

ด้วยชั้นบางๆของทอง เพื่อให้ตัวอย่างสามารถนำไฟฟ้าได้ จากนั้นนำตัวอย่างที่เคลือบด้วยชั้นทองคำบางๆวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 10 kV

#### 2.4.2 เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวและขนาดรูพรุน

เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวและขนาดรูพรุน ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าพื้นที่ผิวและขนาดรูพรุนของซิลิกาที่มีรูพรุน ตัวอย่างจะถูกอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 ชั่วโมง และไล่แก๊ส (degas) ที่ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แต่สำหรับซิลิกาที่สังเคราะห์โดยใช้ P123 และ F127 เป็นแม่แบบและเกลือ KCl ตัวอย่างจะถูกไล่แก๊สที่ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 960 นาที ทำการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างก่อนและหลังการไล่แก๊ส เพื่อต้องการน้ำหนักที่แท้จริงของตัวอย่างใช้ในการคำนวณค่าพื้นที่ผิว โดยค่าพื้นที่ผิวคำนวณจากสมการ Barrett-Emmett-Teller (BET) และขนาดรูพรุนคำนวณจากสมการ Barrett-Joyner-Halenda (BJH)

#### 2.4.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างภายในของซิลิกาที่มีรูพรุน โดยตัวอย่างจะถูกกระจายในเอทานอล หลังจากนั้นตัดตัวอย่างวางบนตะแกรงทองแดงที่เคลือบด้วยคาร์บอน วางทิ้งไว้ เมื่อเอทานอลระเหยหมดแล้วจึงนำไปวิเคราะห์ โดยใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 200 kV

#### 2.4.4 เครื่องเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์

เครื่องเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างของซิลิกาที่มีรูพรุน โดยใช้  $\text{CuK}\alpha$  เป็นแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ ซึ่งมีค่า  $\lambda = 0.154$  นาโนเมตร ตัวอย่างจะถูกอัดในเบ้าทรงกลม ใช้แผ่นสไลด์คบบนตัวอย่างเพื่อให้ผิวหน้าตัวอย่างเรียบ วางเบ้าที่บรรจุตัวอย่างตรงตำแหน่งวางตัวอย่างในเครื่องเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ และใช้ค่า  $2\theta$  อยู่ในช่วงระหว่าง 0.5 ถึง 5°

#### 2.4.5 เครื่องเทอร์โมกราวิเมตริกอนาไลเซอร์

เครื่องเทอร์โมกราวิเมตริกอนาไลเซอร์ใช้ในการวิเคราะห์หาอุณหภูมิที่สารเกิดการสลายตัว โดยวิเคราะห์ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 30-800 องศาเซลเซียส และใช้อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิเท่ากับ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที ภายใต้บรรยากาศไนโตรเจน

#### 2.4.6 เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์

เครื่องฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ ใช้ในการศึกษาหาโครงสร้างของสาร โดยนำสารที่ต้องการวิเคราะห์หีบรวมกับโพแทสเซียมโบรไมด์ (KBr) และอัดให้เป็นแผ่นกลมบางโปร่งใส ทำการทดสอบในช่วงเลขคลื่น  $4000-400\text{ cm}^{-1}$

### 2.5 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกา

#### 2.5.1 สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ CTAB เป็นแม่แบบ

ตารางที่ 2.1 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ CTAB เป็นแม่แบบ

ชื่อที่กำหนดขึ้น	วิธีการทดลอง	CTAB (กรัม)	H <sub>2</sub> O (กรัม)	2 M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก TEOS:CTAB
KCTAB	1	0.15	1.5	6	0.78	5.2
KCTABY	2	0.15	1.5	6	0.78	5.2

#### 2.5.2 สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด E<sub>m</sub>B<sub>n</sub> และ E<sub>m</sub>B<sub>n</sub>E<sub>m</sub> เป็นแม่แบบ

##### 2.5.2.1 สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด E<sub>m</sub>B<sub>n</sub> และ E<sub>m</sub>B<sub>n</sub>E<sub>m</sub> เป็นแม่แบบ

เพียงอย่างเดียว

##### (i) สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด E<sub>45</sub>B<sub>10</sub> เป็นแม่แบบ

ตารางที่ 2.2 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ E<sub>45</sub>B<sub>10</sub> เป็นแม่แบบ

ชื่อที่กำหนดขึ้น	วิธีการทดลอง	E <sub>45</sub> B <sub>10</sub> (กรัม)	H <sub>2</sub> O (กรัม)	2 M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก TEOS: E <sub>45</sub> B <sub>10</sub>
KE45B10C	1	0.15	1.5	6	0.78	5.2
KE45B10YC	2	0.15	1.5	6	0.78	5.2

(ii) สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด  $E_{18}B_{10}$  เป็นแม่แบบ

ตารางที่ 2.3 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้  $E_{18}B_{10}$  เป็นแม่แบบสังเคราะห์ โดยวิธีการทดลองที่ 1 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ชื่อที่กำหนดขึ้น	$E_{18}B_{10}$ (กรัม)	$H_2O$ (กรัม)	2 M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก TEOS: $E_{18}B_{10}$
KE18B101	0.15	1.5	6	0.78	5.2
KE18B107	0.3	1.5	6	0.78	2.6

(iii) สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด  $E_{33}B_{10}E_{33}$  เป็นแม่แบบ

ตารางที่ 2.4 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้  $E_{33}B_{10}E_{33}$  เป็นแม่แบบ

ชื่อที่กำหนดขึ้น	วิธีการ ทดลอง	$E_{33}B_{10}E_{33}$ (กรัม)	$H_2O$ (กรัม)	2 M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก TEOS: $E_{33}B_{10}E_{33}$
KE33B104C	1	0.15	1.5	6	0.78	5.2
KE33B103C	2	0.15	1.5	6	0.78	5.2

(iii) สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด  $E_{43}B_{14}E_{43}$  เป็นแม่แบบ

ตารางที่ 2.5 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้  $E_{43}B_{14}E_{43}$  เป็นแม่แบบ

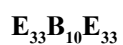
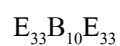
ชื่อที่กำหนดขึ้น	วิธีการ ทดลอง	$E_{43}B_{14}E_{43}$ (กรัม)	$H_2O$ (กรัม)	2 M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)	อัตราส่วนโดยน้ำหนัก TEOS: $E_{43}B_{14}E_{43}$
KE43B144C	1	0.15	1.5	6	0.78	5.2
KE43B143C	2	0.15	1.5	6	0.78	5.2

2.5.2.2 สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด  $E_m B_n$  และ  $E_m B_n E_m$  เป็นแม่แบบร่วมกับ สารลดแรงตึงผิวอื่น ๆ

(i) สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด  $E_{45} B_{10}$  เป็นแม่แบบร่วมกับ CTAB

ตารางที่ 2.6 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้  $E_{45} B_{10}$  เป็นแม่แบบร่วมกับ CTAB

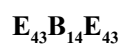
อัตราส่วน โมล CTAB: $E_{45} B_{10}$	วิธีการ ทดลอง	$E_{45} B_{10}$ (กรัม)	CTAB (กรัม)	H <sub>2</sub> O (กรัม)	2 M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)	อัตราส่วน โดย น้ำหนัก TEOS:สารลด แรงตึงผิว
0:100	1	0.15	0	1.5	6	0.78	5.2
	2	0.15	0	1.5	6	0.78	5.2
30:70	1	0.284	0.017	3	12	1.56	5.2
	2	0.284	0.017	3	12	1.56	5.2
50:50	1	0.270	0.037	3	12	1.56	5.2
	2	0.270	0.037	3	12	1.56	5.2
70:30	1	0.113	0.036	1.5	6	0.78	5.2
	2	0.113	0.036	1.5	6	0.78	5.2
100:0	1	0	0.15	1.5	6	0.78	5.2
	2	0	0.15	1.5	6	0.78	5.2

(ii) สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด  $E_{45}B_{10}$  เป็นแม่แบบร่วมกับตารางที่ 2.7 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้  $E_{45}B_{10}$  เป็นแม่แบบร่วมกับ

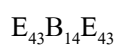
อัตราส่วนโมล $E_{33}B_{10}E_{33}:E_{45}B_{10}$	วิธีการ ทดลอง	$E_{45}B_{10}$ (กรัม)	$E_{33}B_{10}E_{33}$ (กรัม)	$H_2O$ (กรัม)	2 M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)	อัตราส่วนโดย น้ำหนัก TEOS:สารลด แรงตึงผิว
0:100	1	0.15	0	1.5	6	0.78	5.2
	2	0.15	0	1.5	6	0.78	5.2
30:70	1	0.19	0.11	3	12	1.56	5.2
	2	0.19	0.11	3	12	1.56	5.2
50:50	1	0.063	0.084	1.5	6	0.78	5.2
	2	0.063	0.084	1.5	6	0.78	5.2
70:30	1	0.216	0.386	6	24	3.12	5.2
	2	0.216	0.386	6	24	3.12	5.2
100:0	1	0	0.15	1.5	6	0.78	5.2
	2	0	0.15	1.5	6	0.78	5.2



(iii) สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด  $E_{45}B_{10}$  เป็นแม่แบบร่วมกับ



ตารางที่ 2.8 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้  $E_{45}B_{10}$  เป็นแม่แบบร่วมกับ



อัตราส่วนโมล $E_{43}B_{14}E_{43}:E_{45}B_{10}$	วิธีการ ทดลอง	$E_{45}B_{10}$ (กรัม)	$E_{43}B_{14}E_{43}$ (กรัม)	$H_2O$ (กรัม)	2 M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)	อัตราส่วนโดย น้ำหนัก TEOS:สารลด แรงตึงผิว
0:100	1	0.15	0	1.5	6	0.78	5.2
	2	0.15	0	1.5	6	0.78	5.2
30:70	1	0.342	0.258	6	24	3.12	5.2
	2	0.342	0.258	6	24	3.12	5.2
50:50	1	0.27	0.48	7.5	30	3.8	5.2
	2	0.27	0.48	7.5	30	3.8	5.2
70:30	1	0.117	0.486	6	24	3.12	5.2
	2	0.117	0.486	6	24	3.12	5.2
100:0	1	0	0.15	1.5	6	0.78	5.2
	2	0	0.15	1.5	6	0.78	5.2

### 2.5.3 สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้บล็อกโคพอลิเมอร์ชนิด $E_mP_nE_m$ เป็นแม่แบบโดยวิธีที่ 3

#### 2.5.3.1 สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ P123 และ F127 เป็นแม่แบบและใช้ $[KCl] = 0.15M$

และ  $[HCl] = 2M$

ตารางที่ 2.9 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ P123 และ F127 เป็นแม่แบบ

อัตราส่วนโมล P123:F127	P123 (กรัม)	F127 (กรัม)	KCl (กรัม)	H <sub>2</sub> O (กรัม)	2M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)
0:100	0	1.260	0.5	13	30	5.040
10:90	0.058	1.134	0.5	13	30	4.769
30:70	0.174	0.882	0.5	13	30	4.224
50:50	0.290	0.630	0.5	13	30	3.680
70:30	0.406	0.378	0.5	13	30	3.136
90:10	0.522	0.126	0.5	13	30	2.592
100:0	0.580	0	0.5	13	30	2.320

#### 2.5.3.2 สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ P123 และ F127 เป็นแม่แบบและใช้ $[Na_2SO_4] = 0.15M$

และ  $[HCl] = 2M$

ตารางที่ 2.10 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ P123 และ F127 เป็น แม่แบบ

อัตราส่วนโมล P123:F127	P123 (กรัม)	F127 (กรัม)	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (กรัม)	H <sub>2</sub> O (กรัม)	2M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)
10:90	0.058	1.134	0.92	13	30	4.769
30:70	0.174	0.882	0.92	13	30	4.224
50:50	0.290	0.630	0.92	13	30	3.680
70:30	0.406	0.378	0.92	13	30	3.136
90:10	0.522	0.126	0.92	13	30	2.592

### 2.5.3.3 สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ P123 และ F127 เป็นแม่แบบและใช้ $[KCl] = 0.15M$

และ  $[HCl] = 0.6M$

ตารางที่ 2.11 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ P123 และ F127 เป็นแม่แบบ

อัตราส่วนโมล P123:F127	P123 (กรัม)	F127 (กรัม)	KCl (กรัม)	H <sub>2</sub> O (กรัม)	0.6M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)
10:90	0.058	1.134	0.5	13	30	4.769
30:70	0.174	0.882	0.5	13	30	4.224
50:50	0.290	0.630	0.5	13	30	3.680
70:30	0.406	0.378	0.5	13	30	3.136
90:10	0.522	0.126	0.5	13	30	2.592

### 2.5.3.4 สังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ P123 และ F127 เป็นแม่แบบและใช้ $[Na_2SO_4] = 0.15M$

และ  $[HCl] = 0.6M$

ตารางที่ 2.12 ส่วนผสมสารเคมีสำหรับการสังเคราะห์ซิลิกาโดยใช้ P123 และ F127 เป็น แม่แบบ

อัตราส่วนโมล P123:F127	P123 (กรัม)	F127 (กรัม)	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (กรัม)	H <sub>2</sub> O (กรัม)	0.6M HCl (กรัม)	TEOS (กรัม)
10:90	0.058	1.134	0.92	13	30	4.769
30:70	0.174	0.882	0.92	13	30	4.224
50:50	0.290	0.630	0.92	13	30	3.680
70:30	0.406	0.378	0.92	13	30	3.136
90:10	0.522	0.126	0.92	13	30	2.592

