



รายงานการวิจัย  
เรื่อง  
การหาสัดส่วนผลิตภัณฑ์เคมีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยพระชินราช  
วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม พิษณุโลก

อภินันท์นาการจาก

.....  
วันที่ 8 ส.ค. 2531 .....

คำนำ

การวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่นักศึกษาเอกวิทยาศาสตร์จะต้องรู้ เข้าใจ และสามารถปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภาควิชาเคมีตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องนี้ จึงได้ฝึกให้นักศึกษาเอกวิทยาศาสตร์ทำงานวิจัยเรื่องการหาสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันขึ้น และผลของการวิจัยนี้ยังได้นำไปใช้เป็ภาคปฏิบัติการทางเคมีของวิชา 3101104 (มนุษย์กับวิทยาศาสตร์กายภาพ) ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานของนักศึกษาทุกระดับวิชาเอก อันจะทำให้การเรียนวิชา 3101104 ได้ผลอย่างสมบูรณ์อีกด้วย

ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ทำการวิจัย ได้แก่ แป้งฝุ่น เอตติโคโซลูน แชมพูสระผม สบู่เหลว น้ำยาซักแห้ง น้ำยาล้างจาน น้ำยาล้างรถ ยาทมอง ยากม ยาทมองน้ำ ผู้วิจัยได้พยายามเปลี่ยนแปลงขั้นตอนที่ยากกับซับซ้อนให้ง่ายขึ้น ตามลักษณะการทำผลิตภัณฑ์จำหน่ายของบริษัทต่าง ๆ ในท้องตลาดปัจจุบัน ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้ทันเหตุการณ์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ขอขอบคุณสำนักวิจัยวางแผนและพัฒนา วิทยาลัยครูพิษณุโลกสงคราม ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

หวังว่านักศึกษาและผู้สนใจทั่วไปคงได้รับแนวทาง หรือประโยชน์บ้างตามสมควร

ภาควิชาเคมี

วิทยาลัยครูพิษณุโลกสงคราม พิษณุโลก

กรกฎาคม 2531

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

แบ่งเงิน .....	1
เอกิโคโลญน์ .....	3
แชมพูลาโนลิน .....	8
แชมพูอลย .....	9
แชมพูไซ .....	9
สบู่เหลว .....	10
น้ำยาล้างแก๊ง .....	11
น้ำยาล้างจาน .....	12
น้ำยาล้างรถ .....	13
ยานมอญ .....	15
ยาคุม .....	17
ยานมอญน้ำ .....	18
การเคลือบรูปควยพลาสติกเหลว .....	19
การเคลือบเครื่องใช้ควยพลาสติกผง .....	21
ผลิตภัณฑ์แก้วเทียม .....	22
การชุบเคลือบผิวควยโลหะทองคำและเงิน .....	37

## แป้งฝุ่น

### ส่วนผสม

1. ทัลคัม	1	กิโลกรัม
2. แมกเนเซียมคาร์บอเนต	100	กรัม
3. ดังกะสีออกไซด์ หรือดังกะสีสเทียเรท	10	กรัม
4. แอลกอฮอล์แปลงสภาพ	20	มิลลิลิตร (มล.)
5. น้ำหอมกลิ่นตามใจชอบประมาณ	15	มิลลิลิตร

### วิธีทำ

1. ผสมทัลคัม แมกเนเซียมคาร์บอเนต ดังกะสีออกไซด์ หรือดังกะสีสเทียเรทเข้าด้วยกัน ร่อนสองสามครั้งและนำไปอบที่ 100°ซ ประมาณ 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น
2. ผสมน้ำหอมกลิ่นที่ชอบ 15 มล. กับแอลกอฮอล์แปลงสภาพ 20 มล. ใส่ลงในแป้งแล้วเคล้าให้ทั่วและขยี้ให้แป้งที่เกาะกันเป็นก้อนกระจาย
3. ร่อนแป้งที่ผสมน้ำหอมแล้ว 2 ครั้ง ใส่ไว้ในขวดปิดฝาให้สนิท เก็บไว้นาน 5 วัน จึงบรรจุกระป๋อง

### หมายเหตุ

ถ้าต้องการแป้งเย็นให้ละลายเมนทอลลงในแอลกอฮอล์แปลงสภาพด้วย โดยเพิ่มแอลกอฮอล์เป็น 30 มล. เมนทอล 7 กรัม และน้ำหอม 15 มล. ตามเดิม

ทัลคัม (talcum ; tale ; mineral graphite ; stearite ; hydrous magnesium silicate ;  $Mg_3SiO_{10}(OH)_2$  หรือ  $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ )

ที่ได้จากธรรมชาติมีสีขาว สีเขียวแอมป์เปิ้ล ผงสีเทา เป็นมันเงาและลื่น หนัก ทนกรก ทนค่างและความร้อน มีประโยชน์หลายชนิด เช่นทำกระดาษขนวน ทำยา ทำเซรามิกส์ และ

ทำเครื่องสำอาง ในการทำแป้งัดหน้า ทัดคัมเป็นตัวช่วยทำให้ลื่นและกระจายได้ดี

สังกะสีออกไซด์ (zinc oxide ; chinese white ; zinc white ; znO)

มีลักษณะเป็นผงสีขาว หรือผงสีเทา ไม่มีกลิ่น มีรสขม ละลายในกรดและด่าง ไม่ละลายในน้ำและแอลกอฮอล์ ไม่มีพิษ ไขประโยชน์ในการทำสี ทำแป้งัดหน้า ซึ่งจะช่วยให้แป้งติดผิวหน้าได้นาน

สังกะสีสเตียเรท (zinc stearate ;  $Zn(C_{17}H_{35}COO)_2$ )

ถ้าบริสุทธิ์จะมีสีขาว ไม่มีพิษ ละลายได้ในกรด ไม่ละลายในน้ำ แอลกอฮอล์ และอีเทอร์ (ether) ใช้ในอุตสาหกรรมทำแล็กเกอร์ พลาสติก ทำยา ทำแป้งัดหน้า ซึ่งเป็นตัวช่วยให้แป้งติดผิวหน้าได้นาน

แมกเนเซียมคาร์บอเนต (magnesium carbonate ;  $MgCO_3$ )

มีคุณสมบัติเบา เป็นผงสีขาว ละลายในกรด ไม่ละลายในน้ำและแอลกอฮอล์ ไม่มีพิษ ช่วยดูดซับเหงื่อและน้ำมันบนใบหน้า

แอลกอฮอล์แปลงสภาพ (denatured ethyl alcohol)

เป็นเอทิลแอลกอฮอล์ที่เอากลิ่นออกแล้ว

## เออดีโคโลญ์ (Eau decologne)

### ส่วนผสม

1. หัวน้ำหอม เช่น หัวน้ำหอมกลิ่นคริสโซเลียเอทาร์	1	ออนซ์
2. แอลกอฮอล์เปล่งสภาพ	1	ปอนด์
3. มีส 50 %	$\frac{1}{2}$	ออนซ์
4. น้ำกลั่น	25	มิลลิลิตร

### วิธีทำ

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่รวมกันในขวด ปิดจุกให้แน่น คนด้วย magnetic stirrer ประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ จึงนำมาบรรจุขวดน้ำหอม

### หมายเหตุ

หัวน้ำหอมอาจใส่มากหรือน้อยกว่านี้แล้วแต่ความแรงของกลิ่น

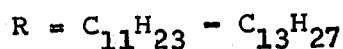
### มีส (musk)

เป็นสารอินทรีย์ที่ผลิตจากต่อมใต้ท้องของตัวชนิดหนึ่งซึ่งเรียกว่า musk deer สัตว์นี้พบในแถบประเทศจีน ไทป์เรีย ฮิเบต และอินเดีย มีสีกลิ่นแรงและฉุนมาก องค์ประกอบหลักของมีสคือสาร muscone ซึ่งถ้ามีปริมาณเจือจางมาก ๆ จะมีกลิ่นหอม จึงเหมาะสำหรับใช้ทำน้ำหอม น้ำหอมที่มีราคาแพง มี muscone และมีสังเคราะห์ เช่น 4 - tert - butyl - 2, 6 - dimethyl - 3, 5 - dinitroacetophenone ซึ่งมีชื่อสามัญว่า musk ketone ผสมอยู่เล็กน้อย สารทั้งสองนี้ช่วยให้น้ำหอมมีกลิ่นหอม และช่วยทำให้กลิ่นติดตัวได้นาน สูตรของ muscone และ musk ketone เป็นดังนี้

## วัตถุดิบที่ใช้ในการทำแชมพู

1. cleaning agent จัดเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดสำหรับแชมพู มีคุณสมบัติในการชำระล้างสิ่งสกปรก มีหลายชนิดได้แก่

ก. fatty alcohol sulfate ( $R - CH_2 - O - SO_3 - \text{cation}$ )



fatty alcohol sulfate ที่มีโซ่ยาวระหว่าง  $C_{12}-C_{14}$  จะเหมาะสำหรับทำแชมพู โซ่ที่สั้นกว่านี้จะไม่ช่วยทำความสะอาดก็ขึ้น แต่จะระคายเคืองผิวขณะที่ใช้ ส่วนโซ่ที่ยาวจะทำให้การทำทำความสะอาดลดลง ตัวอย่างของ fatty alcohol sulfate ที่มีขายตามท้องตลาด ซึ่งใช้ชื่อทางการค้า เช่น

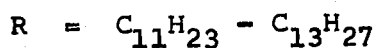
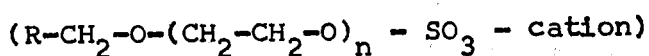
ถ้า cation เป็นโซ่เคียมได้แก่

- เทกซาพอน วีเอชซี (texapon Vh. C)
- เทกซาพอน แอลเอส (texapon Ls)
- เทกซาพอน แซค (texapon Z.)
- เทกซาพอน แซคเอชซี (texapon Zh.C)

ถ้า cation เป็นแอมโมเนียมได้แก่

- เทกซาพอนเอ - 400 (texapon A 400)
- เทกซาพอนที - 42 (texapon T 42)

ข. fatty alcohol ether sulfate

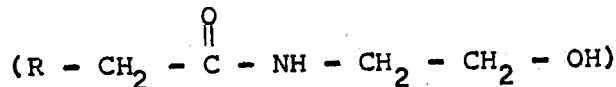


cation ที่เป็นโซเดียม เชน

- เทกซาพอนเอ็น - 40 (texapon N-40)
- เทกซาพอนเอ็น - 70 (texapon N-70)
- เทกซาพอนเอ็น - 8000 (texapon N-8000)
- เทกซาพอนเอ็น - 28 (texapon N-28)

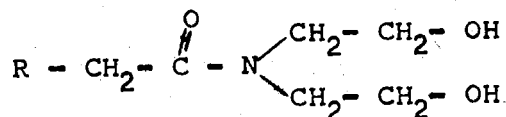
2. foam stabilizer เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในแชมพู คือช่วยให้ฟองอยู่ตัว  
เพิ่มความมัน และเป็นตัวทำลายหัวน้ำหอม (perfume oil) เม่งออกเป็นสองพวก คือ

ก. fatty acid monoalkanolamide



สารพวกนี้เป็นของแข็ง เหมาะในการทำแชมพูทุก ตัวอย่างเช่น คอมเพอแลน - 100  
(comperlan - 100)

ข. fatty acid dialkanolamide



สารพวกนี้ได้มาจากน้ำมันมะพร้าว (coconut oil) ใช้กันแพร่หลายมากกว่าพวกแรก  
ตัวอย่างเช่น คอมเพอแลนเคดี (comperlan KD.)

3. pearling agent ช่วยให้แชมพูมีลักษณะเป็นมุกสวยงาม  
pearling agent ที่ใช้ในแชมพูส่วนมากเป็นสารประกอบพวก polyglycol mono  
and di-ester ตัวอย่างแชมพูที่มี pearling agent ได้แก่

- เทกซาพอนบีเอส (texapon BS)
- เทกซาพอนเอสจี (texapon SG)
- เทกซาพอนอีอาร์ (texapon EVR)



4. preservative ช่วยให้แชมพูสามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน โดยที่เชื้อราและแบคทีเรียไม่รบกวน แชมพูที่มีเชื้อราและแบคทีเรียรบกวนจะมีลักษณะเปลี่ยนไปคือ สีกลิ่นเปลี่ยนไปเกิดการแยกชั้น หรือรวมตัวเป็นก้อน preservative ที่ใช้ในแชมพูมีหลายตัว ตัวอย่างเช่น bronidox L (5 - bromo - 5 - nitro - 1, 2 - dioxane)

5. perfuming น้ำหอมที่ใช้เพื่อกลบกลิ่นของแชมพู และเป็นสิ่งจูงใจให้น้ำใช้

#### หมายเหตุ

- ลาโนลีน เป็นไขจากขนสัตว์ที่ทำให้บริสุทธิ์แล้ว มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ foam stabilizer คือช่วยเพิ่มความมันให้กับเส้นผม ส่วนประกอบที่สำคัญคือ เอสเทอร์ ซึ่งเกิดจากการรวมตัวระหว่างกรดไขมันกับคอเรสเตอรอล และลาโนสเตอรอล (lanosterol) มีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถรวมตัวกับน้ำเป็นอิมัลชัน (emulsion) ที่คงตัว มีลักษณะกึ่งเหลว กึ่งแข็งโดยอาจมีน้ำปนอยู่ถึง 80 % เมื่อรวมเป็นอิมัลชันกับน้ำสามารถผสมสารที่ละลายน้ำและสารที่ละลายในไขมันเข้าด้วยกัน ไขมันในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง

- สารเพิ่มฟอง คือ sodium lauryl sulfate ชนิดผง (powder) มีสีขาว

แชมพูลาโนลินส่วนผสม

1. เทกซาพอน เอ็น-40	100	กรัม
2. คอมเพอแลนเค็ค	10	กรัม
3. ลาโนลิน	20	กรัม
4. สารเพิ่มฟอง	25	กรัม
5. น้ำ	150	กรัม
6. กลิ่น สี ตามใจชอบ		

วิธีทำ

1. ทำลาโนลินและสารเพิ่มฟองให้เป็นสารละลายก่อน โดยแบ่งน้ำ 150 กรัม ใส่ลงในลาโนลินและสารเพิ่มฟอง นำลาโนลินที่ใส่น้ำแล้วไปอุ่นในอ่างน้ำเดือดให้ละลายแล้วทิ้งไว้ให้เย็น ส่วนสารเพิ่มฟองคนให้ละลาย
2. คนเทกซาพอนประมาณ  $\frac{1}{2}$  ชั่วโมง แล้วเติมลาโนลินที่เย็นลงไป คนให้สารละลายเข้ากันเป็นเนื้อเดียว
3. เติมคอมเพอแลนเค็ค และสารเพิ่มฟอง คนให้เข้ากันแล้วจึงเติมสีและกลิ่นตามใจ

ชอบ

แรมฟูอลย์ส่วนผสม

1. เทกซาพอนเอน-40	100	กรัม
2. คอมเพอแลนเคที	10	กรัม
3. สารเพิ่มฟอง	20	กรัม
4. น้ำ	100	กรัม
5. กลิ่น สี ตามใจชอบ		

แรมฟูไซส่วนผสม

1. เทกซาพอนบีเอส	100	กรัม
2. คอมเพอแลนเคที	10	กรัม
3. สารเพิ่มฟอง	20	กรัม
4. น้ำ	100	กรัม
5. กลิ่น สี ตามใจชอบ		

หมายเหตุ

แรมฟูไซจะเพิ่มลาโนลินลงไปด้วยก็ได้ ถ้าเพิ่มลาโนลินควรเพิ่มสารเพิ่มฟองและ

น้ำควย

สเปคส่วนผสม

1. ดีเทอร์เจนท์ (detergent) หรือสารทำความสะอาด (cleaning agent)  
ชนิดเหลว เช่น
- |                      |     |      |
|----------------------|-----|------|
| เทกซาพอน เอ็น-40     | 50  | กรัม |
| 2. คอมเพอแลนเคที     | 5   | กรัม |
| 3. สารเพิ่มฟอง       | 5   | กรัม |
| 4. น้ำ               | 200 | กรัม |
| 5. กลิ่น ดี ตามใจชอบ |     |      |

วิธีทำ

ส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว

นำยาช้กแห้งส่วนผสม

1. มาโลพอนเอที-50	100	กรัม
2. เกลือโซเคียมคลอไรด์	3	กรัม
3. สารเพิ่มฟอง	30	กรัม
4. น้ำ	100	กรัม
5. กลิ่นตามใจชอบ		

วิธีทำ

1. เติมน้ำเล็กน้อยลงในโซเคียมคลอไรด์เพื่อทำให้เป็นสารละลาย น้ำที่เหลือใส่ลงในสารเพิ่มฟองคนให้ละลาย
2. เติมสารละลายของเกลือและสารละลายของสารเพิ่มฟองลงในมาโลพอนเอที-50 คนให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว จากนั้นเติมน้ำหอมตามใจชอบ

มาโลพอนเอที-50 (malopon AT-50)

เป็นสารพวก alkyl benzene sulfonate 50 % ซึ่งเป็นสารทำความสะอาดที่มีความแรงปานกลาง

น้ำยาล้างจานกลิ่นมะนาว (สูตร 1)

ส่วนผสม

- |  |     |      |
|--|-----|------|
| 1. ดีเทอร์เจนต์หรือสารทำความสะอาดชนิดเหลว เช่น |     |      |
| เทกซาพอนเอ็น-40                                | 50  | กรัม |
| 2. สารเพิ่มฟอง                                 | 20  | กรัม |
| 3. โซเดียมคลอไรด์                              | 3   | กรัม |
| 4. น้ำ   | 150 | กรัม |
| 5. น้ำหอมกลิ่นมะนาว                            |     |      |

วิธีทำ

1. เติมน้ำลงในโซเดียมคลอไรด์ และสารเพิ่มฟองเพื่อทำให้เป็นสารละลาย
2. เติมสารละลายของสารเพิ่มฟองและโซเดียมคลอไรด์ลงในเทกซาพอนเอ็น-40 คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมน้ำหอมกลิ่นมะนาวลงไป

น้ำยาล้างจานกลิ่นมะนาว (สูตร 2)

ส่วนผสม

- |                     |     |      |
|---------------------|-----|------|
| 1. มาโลพอนเอที-50   | 50  | กรัม |
| 2. สารเพิ่มฟอง      | 20  | กรัม |
| 3. โซเดียมคลอไรด์   | 3   | กรัม |
| 4. น้ำ              | 150 | กรัม |
| 5. น้ำหอมกลิ่นมะนาว |     |      |

## น้ำยาล้างรถ

### ส่วนผสม

1. โซฮาร์แลบ 60	100	กรัม
2. ลอราไมด์เอส	10	กรัม
3. คอมเพอแลนเคคี่	10	กรัม
4. พรอบฟี่ลีนไกลคอลล	20	กรัม
5. สารเพิ่มฟอง	40	กรัม
6. น้ำ	200	กรัม
7. สี กลิ่น ตามใจชอบ		

### วิธีทำ

1. ใส่น้ำลงในสารเพิ่มฟองเพื่อทำให้เป็นสารละลาย
2. เทส่วนผสมทั้งหมดรวมกันแล้วคนให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว

### โซฮาร์แลบ (zoharlab)

เป็นสารพวก sodium salt of linear alkyl benzene sulfonate เป็นสารสำหรับผลิตสีเทอร์เจนท์หรือสารทำความสะอาดชนิดต่าง ๆ ทั้งที่เป็นของเหลว และเป็นผง ละลายได้ดีในน้ำ สารละลายที่มีความเข้มข้น 2% ที่ 25°C วัด pH ได้ 7-9

### ลอราไมด์เอส (lauramide S)

เป็นพวก polyalkylolamide ในโมเลกุลประกอบด้วย unsaturated fatty acid เกาะกับ diethanolamine เป็นของเหลวเหนียว (viscous liquid) มีสีน้ำตาล เมื่อละลายในน้ำจะได้สารละลายที่หมอง (cloudy stable

solution) ไมโส สารละลายซึ่งมีความเข้มข้น 1% ที่ 25°C วัค pH ได้ประมาณ 10 นอกจากนี้ยังละลายได้ในแอลกอฮอล์ และเหล่าซาว ส่วนในน้ำมันกาดสามารถละลายได้มากกว่า 6%

ลอราไมด์เอตมีความสำคัญในอุตสาหกรรมเครื่องโลหะใช้เป็นตัวหล่อลื่น และใช้เป็นองค์ประกอบของสารทำความสะอาดเครื่องโลหะ ช่วยกำจัดคราบไขมัน กำจัดสนิม และยังทำให้ผิวโลหะเป็นมันวาว แต่ไม่ทำอันตรายผิวหนัง

พروبิลีนไกลคอล (1,2 - propylene glycol ; 1,2 - dihydroxypropane ; 1,2 - propanediol ; methylene glycol ; methyl glycol;  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ )

เป็นสารไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ละลายได้ในน้ำ แอลกอฮอล์ และตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ มีจุดเดือด 187.3°C

ใช้ประโยชน์ในการสังเคราะห์สารอินทรีย์ โดยเฉพาะสังเคราะห์

polypropylene glycol, polyester resins, cellophane เป็นตัวทำละลายไขมัน น้ำมัน ซีเมนต์ ยางไม้ ยางสน ชัน ไซส์กักกลิ่น สี ใช้เป็นตัวทำความสะอาดครีมป้องกันแสงแดด



ยาหอมส่วนผสม

1. เมนทอล	3	กรัม
2. การบูร	4	กรัม
3. น้ำมันระกำ	4	กรัม
4. น้ำมันยูคาลิปตัส	3	กรัม
5. น้ำมันสะระแหน่	$\frac{1}{2}$	กรัม
6. พาราฟิน	5	กรัม
7. วาสนิน	10	กรัม

วิธีทำ

1. ชั่งพาราฟินและวาสนินเท่าที่กำหนด เติผสมกันในบีกเกอร์ แล้วนำไปอุ่นบนอ่างน้ำเดือดจนละลาย
2. ชั่งเมนทอล การบูร น้ำมันระกำ น้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันสะระแหน่ เท่าที่กำหนด เติรวมกันในบีกเกอร์ คนให้ละลายเข้ากันแล้วเทลงในพาราฟินและวาสนินที่หลอมเหลวซึ่งกำลังอุ่น ๆ คนให้เข้ากันเพื่อสีขาว ปิดฝาและตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

เมนทอล (menthol ; hexahydrothymol ;  
menthylhydroxyisopropylcyclohexane ;  
para - menthan - 3 - ol ; peppermint camphor ;

$C_{10}H_{20}O$  หรือ  $CH_3C_6H_9(C_3H_7)OH$  เป็นสารอินทรีย์ที่สกัดได้จากพืชบางชนิด เช่น ใบมิ้นต์ เป็นผลึกสีขาว มีจุดหลอมเหลว 42°ซ มีกลิ่นหอมเย็น ละลายได้ในแอลกอฮอล์ กรดน้ำส้มฉนวน (glacial acetic acid) ละลายน้ำได้เล็กน้อย ใช้ประโยชน์ในทางยา เป็นเครื่องหอมสำหรับปรุงแต่งกลิ่นและปรุงรส

การบูร (camphor ;  $C_{10}H_{16}O$ ) สกัดได้จากต้นการบูร เป็นผลึก ไม่มีสี หรือสีขาว ระเหิดได้ช้า ๆ ที่อุณหภูมิห้อง ละลายน้ำได้เล็กน้อย ละลายได้ในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม คาร์บอนไดซัลไฟด์ ใช้เป็นเครื่องยาทั้งภายในและภายนอก

น้ำมันระกำ (methyl salicylate ;  $C_6H_4OHCOOCH_3$ )

สกัดได้จากไมลุมลุกชนิด *Gaultheria procumbens* Linn ในวงศ์ *Ericaceae* เป็นของเหลวมีจุดเดือด  $222.2^{\circ}C$  ใช้ทำนวดแก้เคล็ดขม และใช้เป็นสารแต่งกลิ่นได้

น้ำมันยูคาลิปตัส (Eucalyptus ;  $C_{10}H_{18}O$ )

สกัดได้จากใบยูคาลิปตัส เป็นน้ำมันหอมระเหยที่ไซคมแก่หัวัก

ขี้ผึ้งพาราฟิน (paraffin wax)

เป็นของแข็งมีทั้งสีเหลืองและสีขาว ไม่มีรส ไม่มีพิษ ไม่ระเหิด เป็นของผสมของพวกไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ตัวอย่างเช่น  $C_{36}H_{74}$  จุดหลอมเหลวอยู่ระหว่าง  $47-65^{\circ}C$  พาราฟินที่มีจุดหลอมเหลวสูงจะมีราคาแพงกว่าพวกที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทำนองเดียวกันสีของพาราฟินก็ไซแบ่งเกรดของพาราฟินได้

วาสลีน (vaseline)

เป็นของผสมของไฮโดรคาร์บอน มีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งของเหลว จุดหลอมเหลวอยู่ระหว่าง  $38-60^{\circ}C$  ไม่มีสี หรือสีเหลืองอ่อน ละลายได้ในคลอโรฟอร์ม คาร์บอนไดซัลไฟด์ น้ำมันสน อีเทอร์ที่อุณหภูมิห้อง ละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์ที่ร้อน

yakomส่วนเฉลย

1. การบูร	1	ส่วน
2. เมฆทอด	1	ส่วน
3. ยุกาลิปัตต์	1	ส่วน

วิธีทำ

นำส่วนเฉลยทั้งหมดมารวมกันคนให้ละลายเป็นเนื้อเดียว นำใส่ของหลอดยาคุมมาชง  
ประมาณ 1-2 นาที แล้วนำไปใส่ในหลอดตามเดิม

ยาหมองน้ำ

ส่วนผสม

1. การบูร	15 %
2. เมนทอล	23 %
3. ยูคาลิปตัส	42 %
4. น้ำมันเพปเพอมินต์	20 %

วิธีทำ

นำส่วนผสมทั้งหมดมาละลายรวมกันให้เป็นเนื้อเดียวแล้วบรรจุขวด

น้ำมันเพปเพอมินต์ (pepermint oil)

เป็นน้ำมันหอมระเหย ไม่มีสี หรือสีค่อนข้างเหลือง มีรส มีกลิ่น กลิ่นเมื่ออยู่หลายชนิดขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของน้ำมัน ละลายในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ และคลอโรฟอร์ม ไม่มีพิษ น้ำมันเพปเพอมินต์ เป็นแหล่งกำเนิดของเมนทอล ใช้เป็นส่วนผสมกับน้ำบ้วนปาก กลิ่นหอมฉ่ำ

ดูกวาก

## การเคลือบรูปควยพลาตีกเหลว

### วัสดุและอุปกรณ์

1. โพลีเอสเตอร์เรซิน (polyester resin) สำหรับเคลือบรูป
2. ตัวทำให้แข็ง (hardener)
3. ตัวเร่งปฏิกิริยา (accelerator)
4. น้ำยาล้าง (acetone) ใช้ล้างทำความสะอาดโพลีเอสเตอร์เรซินที่เปื้อนแปรงและเครื่องมือ

5. รูป
6. แผ่นไม้อัด
7. ถวยพลาตีก
8. ไมกวน
9. กาวลาเท็กซ์
10. ฟิล์มไมลาร์ (mylar) หรือ ฟิล์มเซลโลเฟน (cellophane) ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อกระดาษแก้ว

### หมายเหตุ

โพลีเอสเตอร์เรซิน ซึ่งเรียกย่อ ๆ ว่าเรซิน จะแข็งตัวใต้อุณหภูมิห้องเคม็ดสารเคม็ดสองชนิดลงไป คือ ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวทำให้แข็ง โพลีเอสเตอร์เรซินส่วนมากจะมีตัวเร่งปฏิกิริยาผสมอยู่แล้ว เพราะสามารถเคม็ดผสมในเรซินใต้อุณหภูมิลดลงหน้า เวลาซื้อควรถามรายละเอียดจากผู้ขายควย ตัวเร่งเป็นพวกโคบอลท์นัฟทีน หรือ cobalt naphthenate ความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการใช้งานคือ 4-6 % ส่วนตัวทำให้แข็งจะผสมลงไปคือเมื่อจะใช้งานเท่านั้น อัตราส่วนที่เคม็ดลงไปประมาณ 2-3 % ตัวทำให้แข็งที่นิยมใช้คือ methyl ethyl ketone peroxide

## วิธีทำ

1. ผสมโพสเทอริเออร์เรซินกับตัวทำให้แข็ง 2-3 % คนให้เข้ากัน แล้วทำให้ตัวบนแผ่นไม้ทำหน้าที่เป็นการและรองพื้น (ภูขนาดโปสการ์ด จะใช้เรซินประมาณ 10 ซีซี) ทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที

ในกรณีที่เคลือบภูขนาดโปสการ์ดจำนวนมากเพื่อการจำหน่าย ไม่จำเป็นต้องลงเรซินชั้นแรกนี้ อาจใช้กาวธรรมดาติดภูลงบนแผ่นไม้

2. นำภูที่ต้องการจะเคลือบวางลงตรงกลางแผ่นไม้ รีดไล่ฟองอากาศให้ภูออกให้หมดเพื่อให้ภูติดแน่นสนิทบนแผ่นไม้

การเคลือบประเภทนี้ยัตร์ ปริณูยัตร์ หรือเอกสารอนโค หากกระคายชนิดนี้ขึ้นมา ควรทาน้ำยกันซึม หรือเคลือบด้วยฟิล์มพลาสติกชนิดบางเสียก่อน

3. เทเรซินประมาณ 30 ซีซี ลงในถ้วยตวง หยคน้ำยตัวทำให้แข็งลงไปประมาณ 1 ซีซี คนให้เข้ากัน เทน้ำยาที่ได้อลงบนภู ใช้ที่คนเกลี่ยน้ำยาให้ทั่วและคูให้เสมอกัน

4. ใช้ฟิล์มไมลาร์ปิดทับเรซิน โดยวิธีใช้ฟิล์มเป็นรูปตัวยูตรงกลางแล้วค่อย ๆ ปลอยราบลงไป แล้วรีดด้วยไม้เรียบจากจุดกลางไปหาริมโดยรอบ ๆ ที่ใดมีฟองอากาศให้ใช้ไม้กักรีดไล่ออกไป ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง ถ้าต้องการให้แห้งเร็วจะนำไปตากแดดหรือส่องด้วยไฟสปอร์ตไลท์ก็ได้

ในกรณีที่ทำจำนวนมาก ฟิล์มควรงึงตึงบนกรอบไม้จะช่วยให้การรีดเพื่อทำให้เรียบหรือไล่ฟองอากาศสะดวกขึ้น และในการเคลือบภูขนาดเดียวกันให้ทำเครื่องหมายที่มุมของแผ่นเคลือบ เมื่อจะเคลือบภูแผ่นต่อ ๆ ไปให้วางฟิล์มลงบนจุดเดิม คือมุมของแผ่นเคลือบตรงกับเครื่องหมายที่ทำไว้เสมอ จะทำให้แผ่นฟิล์มใช้ไ้ตลอดไป

5. คึงฟิล์มออก การคึงฟิล์มออกควรจับแผ่นฟิล์มตรงมุมแล้วคึงขึ้น ไขมีคชคตบแต่งเรซินส่วนที่เกินออก ชักตบแต่งควยกระคามทรายคามขอบและมุมให้สวยงาม

การเคลือบเครื่องใช้พลาสติกผิง

วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องใช้ที่จะนำมาเคลือบพลาสติกส่วนมากเป็นโลหะ เช่น ตะกร้าใส่กระดาษ  
ชั้นวางถ้วยชาม ตะแกรง ฯลฯ
2. พิวซี (polyvinyl chloride ; PVC ;  $(H_2C - CHCl)_n$ )
3. เตาอบ หรือเตาแก๊ส

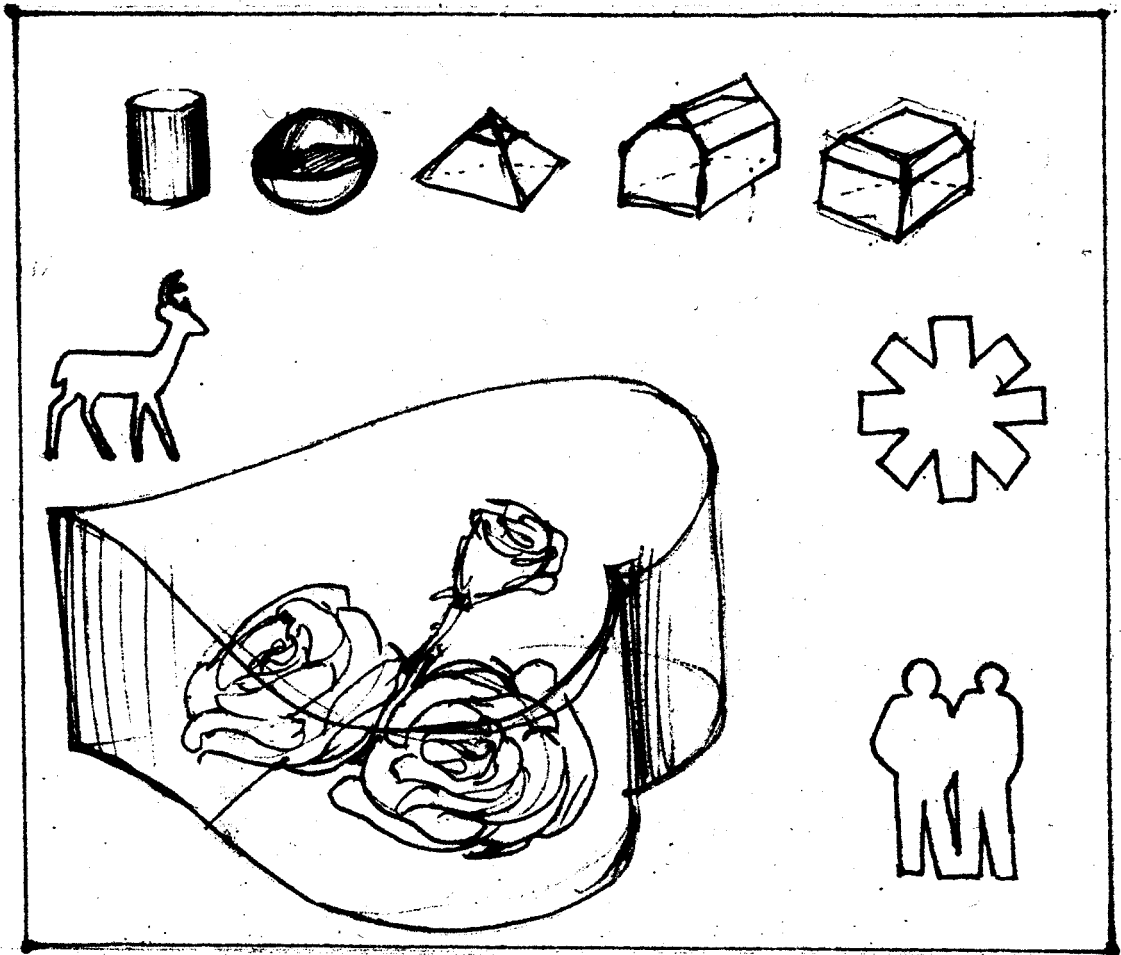
วิธีทำ

1. นำโลหะที่จะนำมาเคลือบพิวซีอบความร้อนหรือลนที่เปลวไฟให้ร้อน
2. นำผงพิวซีโรยไปบนโลหะที่กำลังร้อน หรือจะนำโลหะนั้นคลุกในถาดที่มีผงพิวซี  
ผงพิวซีจะละลายเกาะติดกับโลหะ แต่อาจจะมองดูขรุขระบ้าง
3. ถ้าต้องการให้ผิวเรียบต้องนำโลหะที่เคลือบพิวซีแล้วไปอบด้วยความร้อนใหม่ แต่  
ไม่ควรให้ร้อนเกินไปจะทำให้พิวซีหรือพลาสติกไหม้ได้ เมื่อพลาสติกละลายมองดูเรียบแล้วให้นำ  
ออกไปเชวนทิ้งไว้ให้เย็น หรือจะใช้พัดลมเป่าเพื่อให้แห้งเร็ว หรือจุ่มลงในน้ำแล้วจึงนำไปใช้ก็ได้

ผลิตภัณฑ์แก้วเทียม

(bio - plastic)

ผลิตภัณฑ์แก้วเทียม คือ ผลิตภัณฑ์พลาสติกหลอมชนิดหนึ่งซึ่งมีลักษณะใสเหมือนแก้ว นิยมใช้ทำเป็นพวกถ้วยแจ ที่หุ้มกระดาษ ตุ๊กตา ภาชนะ และของที่ระลึกต่าง ๆ



รูปที่ 1 แสดงผลิตภัณฑ์แก้วเทียม



## ขั้นตอนการทำ

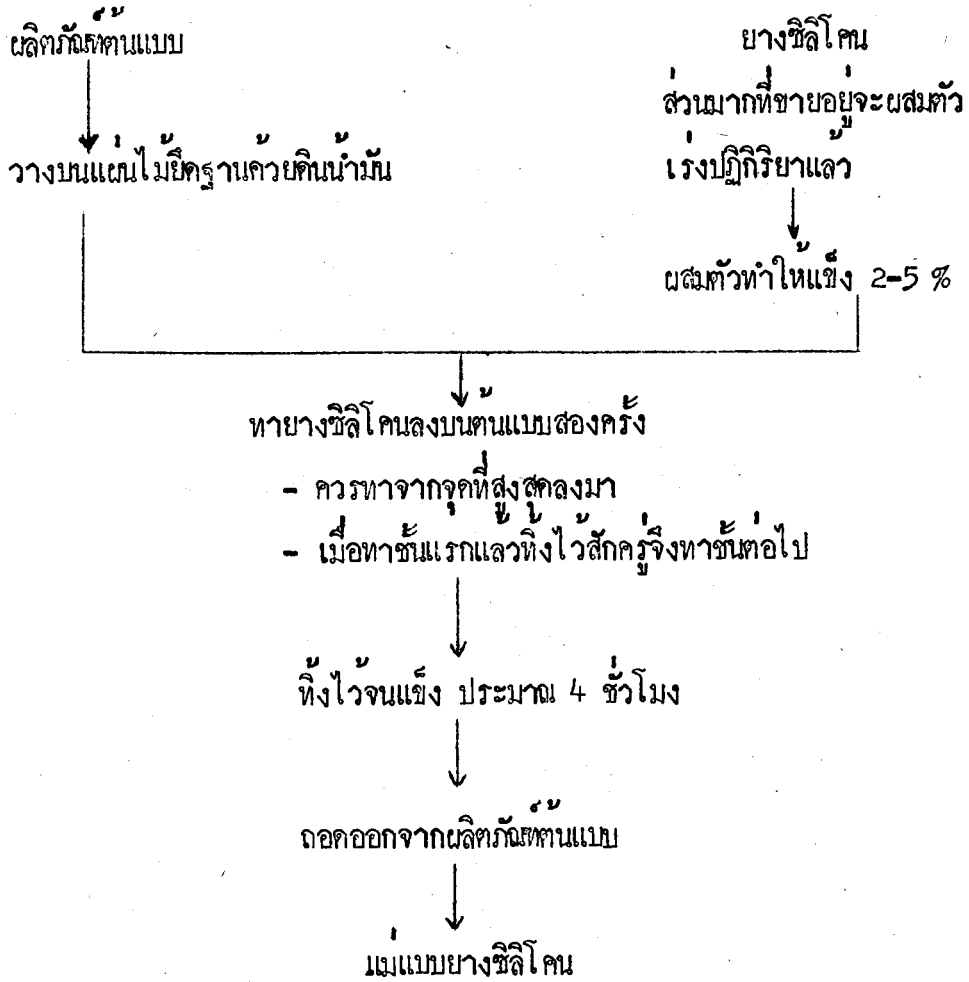
1. ทำแม่แบบยางซิลิโคน (silicone rubber)
2. ทำแม่แบบนอกไฟเบอร์กลาส หรือปูนปลาสเตอร์
3. เตรียมสเปคิเมน (specimen) หรือสิ่งที่จะนำมาหล่อ
4. หล่อ

### 1. การทำแม่แบบยางซิลิโคน

#### ก. วัสดุและอุปกรณ์

- ผงซิลิโคน
- ยางซิลิโคน
- ตัวทำให้ยางซิลิโคนแข็ง (hardener)
- ตัวเร่งปฏิกิริยาในการทำให้แข็ง (ยางซิลิโคนที่ขายอยู่ส่วนมากจะผสมตัวเร่งปฏิกิริยาแล้ว)
- แม่พิมพ์
- คีมขย้ำ
- แปรง
- ถ้วยพลาสติก
- ไมกวน

วิธีทำ

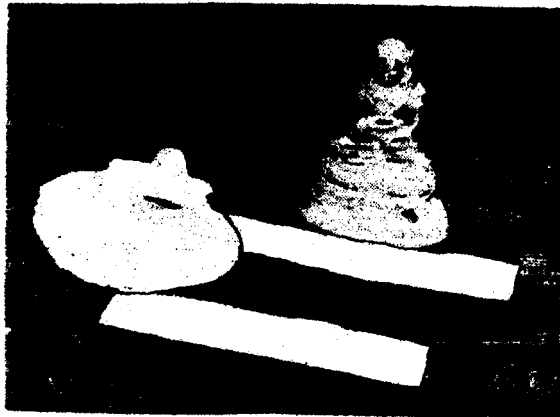


หมายเหตุ

แม่แบบยางชิลีโคนแบ่งออกเป็นสามชนิด คือ

- แม่แบบดลก
- แม่แบบชิ้นเดียว
- แม่แบบผา

1.1 แม่แบบถลก

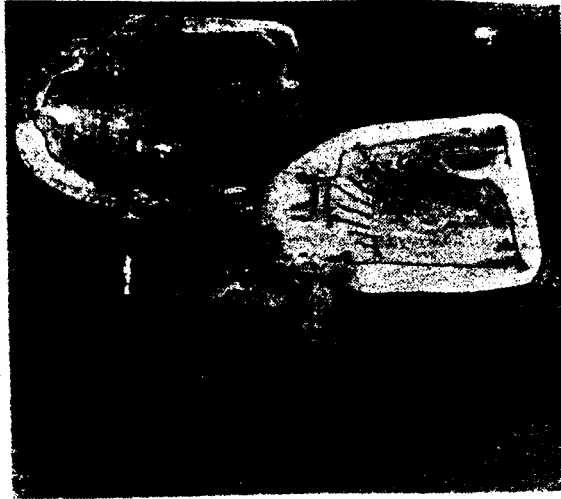


รูปที่ 2 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และแม่แบบถลก

- ยางซิลิโคนที่ใช้ทำแม่แบบถลกควรเหนียว ส่วนยางซิลิโคนที่ใช้ทำแม่แบบขึ้น  
 เคียว อาจใช้ราคาถูกลงได้ เวลาซื้อควรบอกผู้ขายควยวาต้องการยางซิลิโคนชนิดทำแม่แบบถลก  
 หรือแม่แบบขึ้นเคียว

- ยางซิลิโคนที่วางบนผลิตภัณฑ์ต้นแบบชนิดแม่แบบถลกนี้ ควรหนาประมาณ  
 1-2 มม. (มิลลิเมตร)

## 1.2 แม่แบบขึ้นเคียว



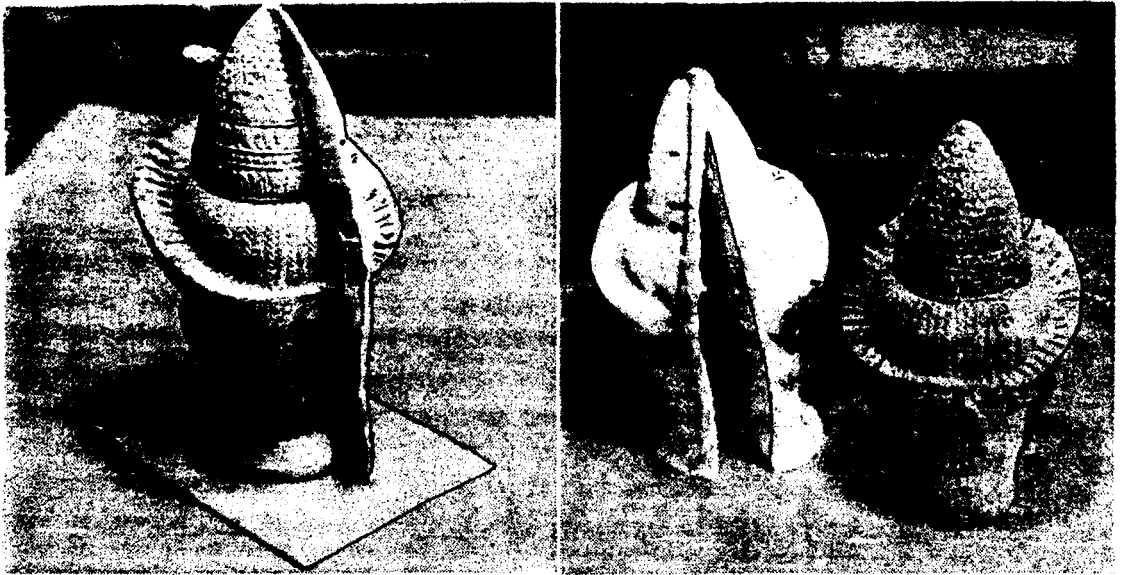
รูปที่ 3 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และแม่แบบขึ้นเคียว

- แม่แบบขึ้นเคียวคือแม่แบบดัดกันเอง แต่มีความลึกน้อยกว่า
- ในกรณีที่ต้องการทำแม่แบบขึ้นเคียวประหยัด โดยมีแม่แบบนอก ไฟเบอร์กลาส หรือ

ปูนปลาสเตอร์เป็นตัวประกอบ ความหนาของยางซิลิโคนที่ใช้ทำแม่แบบ ประมาณ 1-2 มม.

แต่ถ้าทำโดยไม่มีตัวประกอบ ควรเหียงซิลิโคนให้หนาประมาณ 1 ซม. (เซนติเมตร) หรือมากกว่า

### 1.3 แมงแมงดา



รูปที่ 4 แสดงผลิตภัณฑ์พยานแบบ และแมงแมงดา

- ใช้คีนน้ำมันกันเป็นกำแพงแนวผ่า สูงประมาณ 1-2 มม. แต่งค้ำหนึ่งให้  
เรียบพร้อมทั้งทำร่องหรือรูเพื่อช่วยการประกบแบบ ทำซิลิโคนบนคีนน้ำมันค้ำเรียบและบนชิ้นงาน  
ค้ำเดียวกัน ความหนาของยางซิลิโคนประมาณ 1-2 มม. แต่ส่วนที่เป็นปีกหรือกำแพงควรรหนา  
ประมาณ 3-4 มม.

- ทำน้ำยาถอดแบบพีวีเอ บนผิวยางซิลิโคนที่เป็นกำแพง เมื่อพีวีเอแห้ง ทำ  
ซิลิโคนกำแพงค้ำที่เหลือและทำผิวชิ้นงานจนทั่ว แล้วทิ้งไว้ให้ซิลิโคนแห้ง จึงเริ่มทำแม่แบบนอก  
ไฟเบอร์กลาส

## 2. การทำแม่แบบนอกไฟเบอร์กลาส

### ก. วัสดุและอุปกรณ์

- แม่แบบอย่างซิลิโคนซึ่งภายในบรรจุผลิตภัณฑ์แบบอยู่
- โพลีเอสเตอร์เรซินชนิดธรรมดาผสมตัวเร่งแล้ว
- ตัวทำให้โพลีเอสเตอร์เรซินแข็ง
- ใยแก้ว
- นำยาคอกแบบฟิวเอ
- คีนนำมัน
- แผ่นไมรอง
- แปรง
- นำยาล้าง (acetone)
- ไม้กวาด

### วิธีทำ

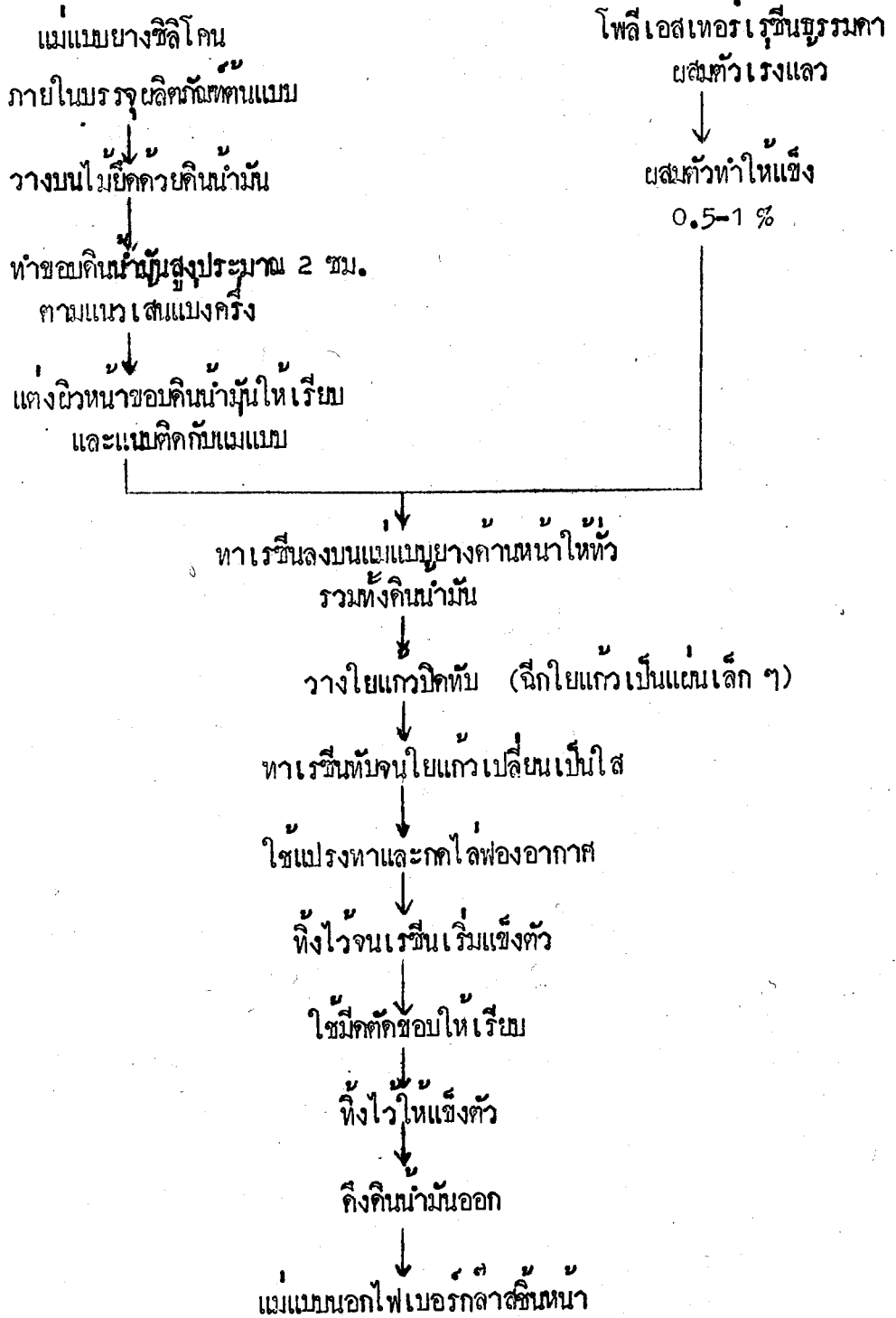
การทำแม่แบบนอกไฟเบอร์กลาส แบ่งออกได้เป็นสองตอน คือ

- การทำแม่แบบนอกไฟเบอร์กลาสขึ้นหน้า
- การทำแม่แบบนอกไฟเบอร์กลาสขึ้นหลัง

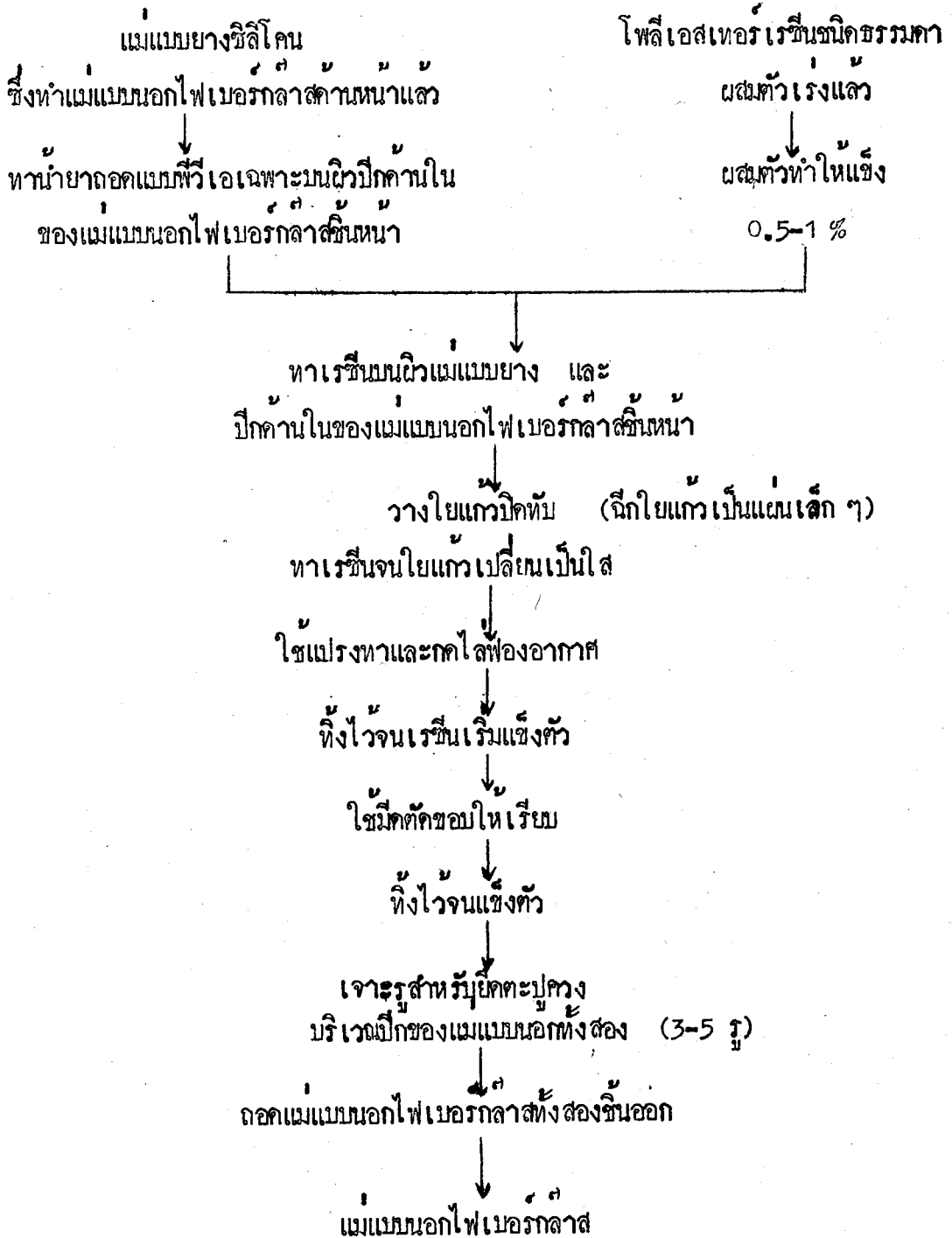
### หมายเหตุ

แม่แบบนอกไฟเบอร์กลาสบางชิ้นอาจแข็งมากกว่าสองชิ้น แต่ที่ทำในลักษณะเดียวกันคือ คอย ๆ ทำทีละชิ้นไป โดยใช้คีนนำมันกันเป็นปกติขึ้นมา

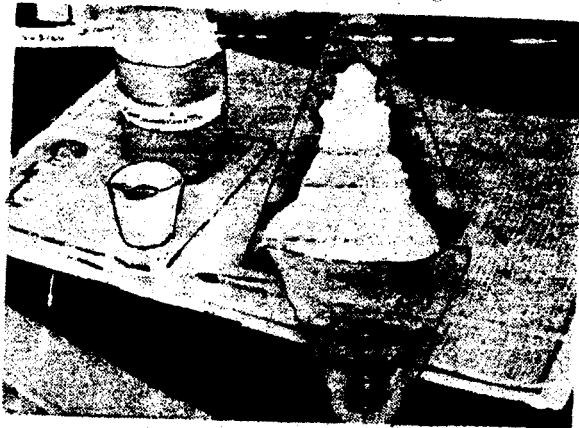
2.1 การทำแม่แบบนอกไฟเบอร์กลาสขึ้นหน้า



2.2 การทำแม่แบบนอกไฟเบอร์กลาสขึ้นหลัง







รูปที่ 5 แสดงแม่แบบนอกไฟเบอร์กลาสตั้งขึ้นหน้าและขึ้นหลัง

### 3. การเตรียมสเปกซิเมน หรือสิ่งที่จะนำไปหล่อ

ก่อนที่จะนำสเปกซิเมนหรือสิ่งของไปหล่อต้องจำไว้เสมอว่าสิ่งเหล่านี้ต้องแห้งและสะอาด

3.1 กรรมวิธีการทำให้แห้ง มีหลายวิธีแล้วแต่วิธีของสเปกซิเมน เช่น

3.1.1 ดอกไม้และใบไม้ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น

ก. แบบตากลม (air drying) ดอกไม้และใบไม้บางชนิดห้อยตากในที่มืดและที่มลมระบายจะแห้งและคงสภาพได้

ข. แบบทับ (pressing)

นำดอกไม้และใบไม้วางระหว่างกระดาษหยาบชุบน้ำได้ ใส่น้ำหนักวางทับลงไป ทิ้งไว้จนแห้ง ถ้าดอกไม้และใบไม้มีกลิ่นหอมควรเปิดขึ้นกระดาษบ่อย ๆ เพื่อให้แห้งเร็วขึ้น

ค. แบบใช้สารเคมี

สารเคมีที่ใช้คือ ซิลิกาเจล (silica gel) หรือโซเดียมสแตนเนต (sodium stannate) สารเหล่านี้เมื่อนำไปกुकความชื้นแล้วสามารถนำกลับมาใช้

ใหม่ได้อีกเรื่อย ๆ โดยนำไปอบหรือลนไฟที่อุณหภูมิ 250° ฟ จะทำให้แห้ง

วิธีใช้สารเคมีคอกไม้จะคงสภาพโคคที่สดและใช้เวลาน้อยกว่า วิธีทำคือ

- เอาสารเคมีใส่กล่องหรือภาชนะที่มีฝาปิดประมาณครึ่งกล่อง นำคอกไม้ที่ต้องการทำให้แห้งเสียบกานลงไป คอย ๆ ไปรยผงซิลิกาเจลหรือโซเดียมสแตนเนททับบนคอกไม้ ปิดฝาทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง

- คึงคอกไม้ ออก บัดผงสารเคมีที่ติดอยู่ให้สะอาด

- นำคอกไม้เก็บไว้ในกล่องที่มีฝาปิด และภายในมีถ้วยเล็ก ๆ ลัก

2-3 ถ้วย ใส่สารเคมีทั้งกล่าวไว้เพื่อช่วยดูดความชื้น

ง. แอมจุมิในน้ำยาทำแห้ง (preparation liquid)

สำหรับคอกไม้ที่มีความบอบบาง ไม่อาจรับน้ำหนักสารเคมีได้ ควร

จุมิในน้ำยาทำแห้ง

### 3.1.2 แผลงและฉีเสื้อ

ถ้าแผลงมีปีกที่บอบบาง เช่น ฉีเสื้อ ควรฉีดสารเคมีในรูปสเปรย์ (preparation spray) ก่อนที่จะนำไปทำให้แห้งตามกรรมวิธีการเก็บรักษาแผลง และก่อนทำความสะอาดด้วย 70% ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (isopropyl alcohol)

### 3.1.3 ด้วง

นำด้วงที่จะทำให้แห้ง (ด้วงใหญ่หน่อต้องควักใส่ถุงภายในออกแล้ว เอาสำลียัดแทน) จุมิในน้ำยาเคมีที่เรียกว่า preserving dehydrogen (ฟอร์มาลิน ; formalin) จนเม็ดทวม น้ำยานี้เป็นตัวทำให้เนื้อไม้เน่าเปื่อย

### 3.1.4 ปลา

- ชั้นแรกควักใส่ถุงออกให้หมด (ถ้าปลาเล็กไม่ต้อง)  
- ทำความสะอาดด้วยไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์  
- นำไปแช่ใน preserving dehydrogen ระยะเวลาที่แช่ขึ้นอยู่กับขนาดของปลา เมื่อนำขึ้นมาแล้วแช่น้ำยาให้แห้ง

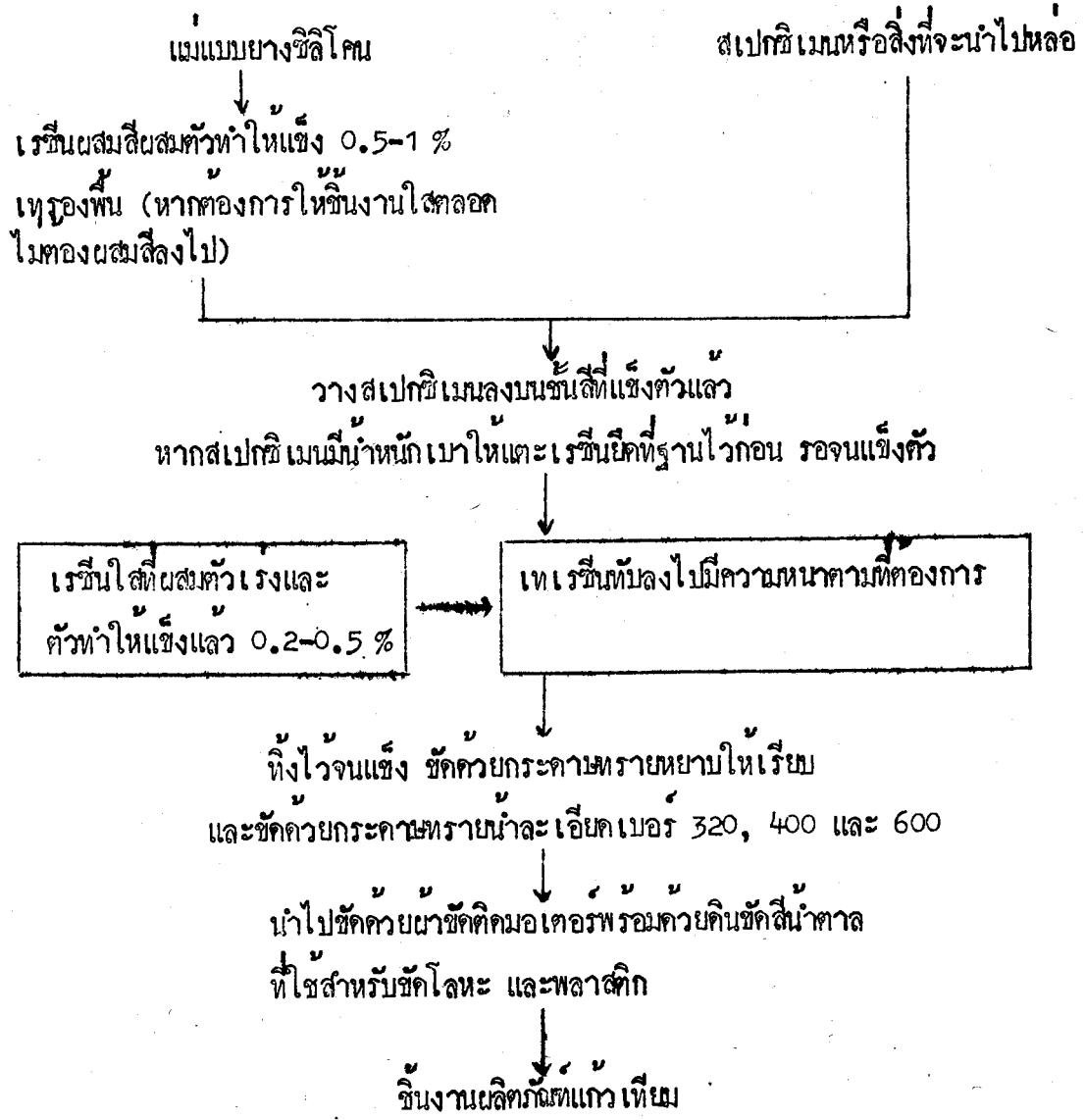
- นำไปแช่ในน้ำยาไกลคอล (glycol) เป็นน้ำยารักษาเนื้อสัตว์  
ใหญ่สุดชิ้น น้ำยานี้จะแทรกแทนน้ำเพราะถ้ามีน้ำเหลืออยู่ในเนื้อปลาเมื่อนำไปหลอในเรซิน จะทำ  
ปฏิกิริยาเกิดเป็นฝ้าเงิน ระยะเวลาที่แช่ประมาณ 24 ชม. ถึง 1 สัปดาห์ และควรเปลี่ยนน้ำ  
ยาไกลคอลบ่อย ๆ

- ยกออกจากน้ำยาไกลคอล ปล่อยให้หยกจนแห้งและซับน้ำยาที่เหลือ  
แล้วนำไปแช่ในเรซินที่ยังไม่เคี้ยวทำให้แข็งประมาณ 24 ชม. ก่อนนำไปหลอ ก่อนหลอของ  
ยกขึ้นและปล่อยให้แห้งให้หยกจนแห้งเสียก่อน

### 3.2 การทำความสะอาดสเปกนิแมน หรือสิ่งที่จะนำไปหลอ

การทำความสะอาดปกติจะจุ่มหรือเช็ดด้วยไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 70%  
แต่สิ่งของบางอย่างอาจเกิดออกไซด์ (oxidise) หรือทำปฏิกิริยากับเรซินได้ เช่น พวกโลหะ  
เฟอร์รัส (ferrous metals) ดังนั้นเมื่อทำความสะอาดผิวด้วยแอลกอฮอล์แล้ว ควรเคลือบผิว  
ทับด้วยเซลลูโลสแล็กเกอร์ (cellulose lacquer) หรือ โพลียูเรเทน (polyurethane)  
ใสเสียก่อน สเปกนิแมนบางชนิดอาจทำความสะอาดด้วยผงซักฟอกธรรมดาาก็ได้

4. การหล่อ



## การชุบเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า (Electroplating)

### 1. อุปกรณ์ที่ใช้เคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

- 1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ 50 แอมแปร์ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (rectifier) ขนาด 0-12 โวลต์ และมีกระแส 10-50 แอมแปร์ เป็นต้น ในการเลือกขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องให้เหมาะกับชิ้นงาน
- 1.2 ทางเดินกระแสไฟฟ้า (busbar) ใช้ลวดทองแดงหรืออะลูมิเนียมชนิดไม่เคลือบฉนวนไว้
- 1.3 แผงควบคุมกระแสไฟฟ้า
- 1.4 ถังน้ำยาหรือถังชุบของทนกรวดทนต่างโคตี เช่น ถังพลาสติก ถังเหล็กภายในชุบพีวีซี หรือ เอพีเอ (APA ; Acrylic PVC Alloy) ขนาดที่เหมาะสมกับชิ้นงาน
- 1.5 ราวแขวนชิ้นงาน ต้องสร้างด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงและนำไฟฟ้าได้ดี เช่น ทองแดง ทองเหลือง
- 1.6 เครื่องกวนน้ำยา เช่น มีลมเบา ๆ ในการชุบทองแดงเงา นี้เกิดเงา ทอลมที่จับลงในถังน้ำยานักเป็นพวกพลาสติก เช่น พีวีซี หรืออื่น ๆ ซึ่งไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำยา
- 1.7 เครื่องกรองน้ำยา (filter) น้ำยาชุบเมื่อผ่านการใช้งานสักระยะหนึ่งจะมีพวกสารแขวนลอย เศษผง และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่เป็นของแข็งเกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องกรองเอาสิ่งเหล่านี้ออกจากน้ำยาชุบ เครื่องกรองน้ำยา มีฉนวนแล้วสิ่งสกปรกเหล่านี้จะทำให้ผิวชิ้นงานที่ชุบมีลักษณะหยาบ
- 1.8 เครื่องทำความร้อน (heater) สำหรับอุ่นน้ำยาให้มีอุณหภูมิสูงตามที่กำหนด
- 1.9 เครื่องขัดชิ้นงาน มีมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ เช่น ขนาด  $\frac{1}{4}$  - 3 แรงม้า (ซึ่งขึ้นอยู่กับชิ้นงาน) ประกอบวงล้อขัดแบบต่าง ๆ เช่น ล้อขัดแบบผ้า ล้อขัดแบบหางม้า ล้อขัดที่เคลือบด้วยผงทราย
- 1.10 น้ำยา

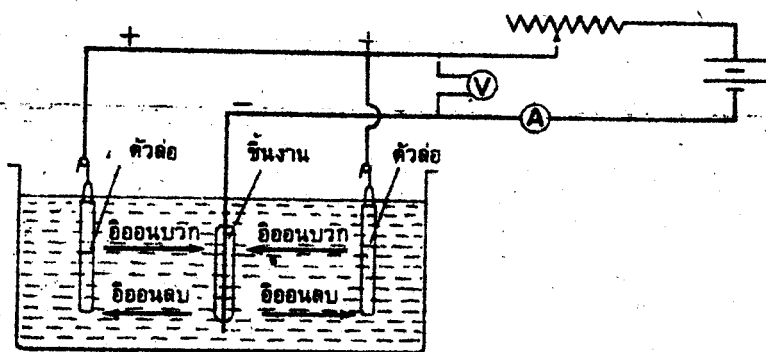
1.11 คั่วลอ

1.12 เครื่องอบแห้ง (drying)

เมื่อชิ้นงานผ่านการชุบเคลือบผิวเรียบร้อยแล้ว จะต้องล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง แล้วจึงนำไปล้างด้วยน้ำร้อน จากนั้นจึงนำไปใส่ในเครื่องอบหรือเป่าด้วยลมร้อนเพื่อให้ชิ้นงานแห้งอย่างรวดเร็ว จึงไม่มีคราบของน้ำเกาะอยู่บนชิ้นงาน

2. หลักการ

การชุบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า หมายถึง การนำเอาชิ้นงานหรือวัสดุที่สามารถนำไฟฟ้าได้ มาเคลือบผิวด้วยโลหะโดยอาศัยไฟฟ้ากระแสตรงเข้าช่วย ซึ่งมีหลักง่าย ๆ คือ นำชิ้นงานที่จะทำการชุบต่อเข้ากับขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนโลหะที่จะเคลือบผิวบนชิ้นงานจะต่อเข้ากับขั้วบวก (แต่ขั้วบวกไม่จำเป็นจะต้องเป็นโลหะชนิดเดียวกันกับโลหะที่ไปเคลือบบนชิ้นงานเสมอไป) ซึ่งเรียกว่าคั่วลอ นำชิ้นงานและคั่วลอจุ่มลงในน้ำยาชุบ แล้วปรับปริมาณทางไฟฟ้าคือแรงเคลื่อนและกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสม ก็จะทำให้ไอออนของโลหะที่จะเคลือบบนชิ้นงานวิ่งไปยังขั้วลบซึ่งเป็นชิ้นงาน แล้วรับอิเล็กตรอนที่ผิวของชิ้นงานกลายเป็นโลหะเคลือบที่คั่วลอบนผิวของชิ้นงาน ส่วนขั้วบวกถ้าเป็นโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่ไปเคลือบที่ผิวของชิ้นงาน ก็จะละลายลงสู่น้ำยาชุบในรูปของไอออนบวก



รูปที่ 6 แสดงให้เห็นถึงหลักการชุบอย่างง่าย

### 3. การขบเคลือบผิวด้วยโลหะทองคำและเงิน

#### 3.1 จุดประสงค์ของการขบ

1. เพื่อความสวยงาม
2. เพื่อความคงทนถาวร

#### 3.2 ขั้นตอนในการขบทองหรือขบเงิน

- 3.2.1 ขัด ล้าง ทำความสะอาดผิวชิ้นงาน
- 3.2.2 ขบเคลือบร่องพื้น
- 3.2.3 ขบเคลือบจริง และทำให้แห้ง

#### 3.2.1 การขัดล้างและทำความสะอาดผิวชิ้นงาน (cleaning)

การทำความสะอาดผิวชิ้นงานก่อนที่จะนำไปทำการขบนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะถ้าชิ้นงานไม่สะอาด จะทำให้โลหะที่จะไปเกาะเคลือบผิวชิ้นงานเกาะได้ไม่แน่น หรือเกาะติดเป็นบางจุด หรืออาจจะเกาะไม่ติดเลย และยังทำให้หน้ายาขบสกปรกอีกด้วย

ขั้นตอนของการทำความสะอาดชิ้นงาน

1. ขัดหยาบ ขัดละเอียด เพื่อให้ชิ้นงานมีผิวหน้าเรียบ ถ้าชิ้นงานผ่านการขัดจนมีผิวหน้าเรียบ จะทำให้ผลการขบออกมาดีตามต้องการ

2. ล้างน้ำ

3. ล้างคราบไขมันโดยล้างด้วยคาวขวางร้อน (hot soak clean)

- น้ำยาที่ใช้ส่วนใหญ่มีองค์ประกอบดังนี้

โซเดียมไฮดรอกไซด์ ; NaOH 10 กรัม/ลิตร

ไตรโซเดียมฟอสเฟต ;  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  25 กรัม/ลิตร

โซเดียมเมตาซิลิเกต ;  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  50 กรัม/ลิตร

อุณหภูมิ

60-80 ° C

นอกจากน้ำยานี้แล้วยังมีน้ำยาที่ผสมจากบริษัทผู้ผลิตเคมี เช่น metal soak

cleaner เป็นต้น

4. ล้างน้ำ

5. ล้างด้วยไฟฟ้า (electro - clean) เป็นการล้างสิ่งสกปรก

เล็ก ๆ น้อย ๆ ที่ยังคงเหลือติดอยู่บนผิวของชิ้นงาน

- ส่วนผสมน้ำยาล้างด้วยไฟฟ้าที่ใช้ส่วนมาก คือ

โซเดียมไฮดรอกไซด์	15	กรัม/ลิตร
ไตรโซเดียมฟอสเฟต	25	กรัม/ลิตร
โซเดียมคาร์บอเนต ; Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	25	กรัม/ลิตร
โซเดียมเมตาซิลิเกต	8	กรัม/ลิตร

อุณหภูมิ 60-80 ° C

ใช้ไฟ 2-10 แอมแปร์/ตารางเดซิเมตร

เวลาดำรงประมาณ 1-2 นาที

6. ล้างน้ำ

7. จุ่มในกรด มักจะทำต่อจากการทำความสะอาดด้วยด่าง ซึ่งจะช่วยให้ล้าง

ออกไซด์ฟิล์มที่เกิดจากขั้นตอนทำความสะอาดด้วยด่าง ล้างดีมและยังช่วยกัดผิวให้มีรอยหยาบเพื่อ  
เพิ่มกำลังการยึดเกาะ เมื่อจะทำการชุบผิวต่อไป

กรดซัลฟิวริก หรือกรดกำมะถันใช้กันมากในการกัดดีม ทองแดง ทองเหลือง  
ควรใช้กรดเจือจาง เช่น 5 %

8. ล้างน้ำ

3.2.2 การชุบเคลือบรองพื้น

3.2.2.1 ชุบด้วยทองแดงเงา 15-30 นาที

3.2.2.2 ล้างน้ำ

3.2.2.3 ชุบด้วยนิเกิลเงา 15 นาที

3.2.2.1 การชุบผิวด้วยทองแดง เป็นที่นิยมในการชุบเพื่อรองพื้น

หรือชุบผิวชั้นแรกของชิ้นงาน ก่อนที่จะนำไปชุบผิวด้วยโลหะอื่น ๆ ต่อไป เพราะทองแดงที่เคลือบ  
อยู่จะช่วยป้องกันออกซิเจนจากอากาศ หรือพวกไอกรดไอด่าง เข้าไปทำปฏิกิริยากับกร่อนวัสดุที่



เป็นชิ้นงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโลหะได้เป็นอย่างดี และทองแดงยังเป็นโลหะที่มีแรงยึดเหนี่ยวกับโลหะอื่น ๆ ได้ดีอีกด้วย การชุบผิวทองแดงแบ่งตามสภาพของน้ำยาที่ใช้ชุบแบ่งได้หลายชนิด เช่น

1. การชุบทองแดงแบบคาง
2. การชุบทองแดงแบบกรก

1. การชุบทองแดงแบบคาง บางทีก็เรียกว่า การชุบทองแดงแบบไซยาไนด์ มีประโยชน์สำหรับชุบร่องพื้นโลหะชั้นแรก ก่อนที่จะชุบทองแดงแบบกรก หรือชุบนิเกิล ในเมื่อโลหะที่จะชุบทองแดงนั้นไม่สามารถจะเอาไปชุบทองแดงแบบกรกได้

- ส่วนผสมน้ำยาชุบทองแดงแบบคาง

คอปเปอร์ (I) ไซยาไนด์ ;  $\text{CuCN}$  25 กรัม/ลิตร

โซเดียมไซยาไนด์ ;  $\text{NaCN}$  35 กรัม/ลิตร

โซเดียมคาร์บอเนต ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  30 กรัม/ลิตร

โซเดียมโพแทสเซียมเตตระโรเชลล์ (rochelle salt) 45 กรัม/ลิตร

ขั้วล่อ (anode) ไซทองแดง

อุณหภูมิ 50-60 °C

ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 2-5 แอมแปร์/ตารางเดซิเมตร

แรงเคลื่อนไฟฟ้าของถัง 3-4 โวลต์

กวนน้ำยาโดยการเคลื่อนไหวยั่วลม (ชิ้นงาน) หรือกวนลมก็ได้

## 2. การชุบทองแดงแบบกรก (ทองแดงเงา)

การชุบร่องพื้นผิวทองแดงแบบกรกอาจจะเป็นการชุบร่องพื้นชั้นแรกสำหรับชิ้นงานที่ไม่เกิดปฏิกิริยากับน้ำยาชุบซึ่งมีสภาพเป็นกรก หรืออาจจะเป็นการชุบร่องพื้นต่อจากชิ้นงานที่ผ่านการชุบทองแดงแบบคางมาแล้ว ถ้าหากชิ้นงานเหล่านั้นเป็นวัสดุที่ทำปฏิกิริยากับน้ำยาชุบทองแดงแบบกรก

การชุบร่องพื้นผิวทองแดงแบบกรก จะได้ผิวทองแดงที่เคลือบเรียบและเป็นเงางาม และชุบได้หนาตามต้องการ สารเคมีที่ใช้มีราคาถูกและง่ายต่อการควบคุมภาวะการทำงาน

- ส่วนผสมของน้ำยาชุบทองแดงแบบกรก		
คอปเปอร์ซัลเฟต ; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	220	กรัม/ลิตร
กรกกำมะถัน (ถ.พ. 1.84)	33	ซีซี/ลิตร
กรกเกลือ	0.05	ซีซี/ลิตร
น้ำยาเงา (ตามคู่มือการใช้ของผู้ผลิต)		
ตัวล่อสีทองแดงฟอสฟอไรซ์		
อุณหภูมิใช้งาน อุณหภูมิห้อง		
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	3-4	แอมแปร์/ตารางเดซิเมตร
กวนน้ำยาควยลมขณะทำการชุบ		

### 3.2.2.3 การชุบนิเกิลเงา (bright nickel plating)

การชุบผิวชิ้นงานด้วยโลหะนิเกิล ใคนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งชุบเพื่อความสวยงาม และเพื่อความทนทานต่อการสึกกร่อน

นิเกิลใช้ชุบร่องพื้นชิ้นงานก่อนชุบโครเมียม และชุบร่องพื้นก่อนชุบทองหรือก่อนชุบเงินและก่อนชุบโรเดียม

- ส่วนผสมของน้ำยาชุบนิเกิลเงา

นิเกิลซัลเฟต ; $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	300	กรัม/ลิตร
นิเกิลคลอไรด์ ; $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	60	กรัม/ลิตร
กรกบอริก ; $\text{H}_3\text{BO}_3$	40	กรัม/ลิตร
น้ำยาเงานิเกิล (Nickel brightener) ใช้ตามคู่มือการใช้น้ำยาเงานิเกิล		
ตัวล่อสีนิเกิล		
อุณหภูมิใช้งาน	45-60	°C
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	20-40	แอมแปร์/ตารางฟุต

## การขุดควยโลหะเงิน

เงินเป็นโลหะที่มีราคาสูง จึงไม่นิยมที่จะนำมาทำเป็นอุปกรณ์ เครื่องใช้ เครื่องประดับต่าง ๆ โดยใช้โลหะเงินบริสุทธิ์ทั้งหมด แต่มักจะเอาโลหะเงินไปชุบบนผิววัตถุหรืออุปกรณ์เพื่อให้ดูเสมือนว่า สิ่งเหล่านั้นทำด้วยโลหะเงิน

ในกรณีขุดควยโลหะเงินนี้ นอกจากจะขุดร่องพื้นด้วยทองแดงและนิกเกิลแล้วจะต้องขุดเงินแบบสไตรค (silver strike) ก่อน จึงจะนำมาชุบผิวต่อควยนำยาชุบเงินที่ต้องการ

การชุบเงินแบบสไตรค เป็นการชุบเงินลงบนโลหะอย่างบาง ๆ

- นำยาชุบเงินแบบสไตรค

ซิลเวอร์ไซยาไนด์ ; AgCN                      1.5-5      กรัม/ลิตร

โพแทสเซียมไซยาไนด์ ; KCN                      75-90      กรัม/ลิตร

อุณหภูมิห้อง

ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า                      1.5-3.0      แอมแปร์/ตารางเดซิเมตร

ตัวล่อโซลแนเงิน

แรงเคลื่อนไฟฟ้า    4-6      โวลต์

การขุดควยโลหะเงิน มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันมากคือแบบไซยาไนด์ ซึ่งสูตรนี้ยังแบ่งเป็นสูตรย่อย ๆ แบบต่าง ๆ อีก ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการชุบ ตัวอย่างเช่น

- สูตรนำยาแบบชุบเพื่อความสวยงาม

ซิลเวอร์ไซยาไนด์    31-56      กรัม/ลิตร

โพแทสเซียมไซยาไนด์    50-78      กรัม/ลิตร

โพแทสเซียมคาร์บอเนต ;  $K_2CO_3$                       15-90      กรัม/ลิตร

นำยาเงา ตามคู่มือของผู้ผลิต

ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า                      0.5-1.5      แอมแปร์/ตารางเดซิเมตร

อุณหภูมิ    20-28 °C

การกวานำยาใช้วิธีเคลื่อนไหวจึงงาน

## การชุบผิวทอง

การชุบผิววัสดุทองโคทำกันอย่างแพร่หลายทั้งในด้านการสวยงาม และในด้านของประโยชน์การใช้อย่าง เช่น ชุบเครื่องประดับ ชิ้นส่วนของอิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ การชุบผิวทองนั้น ผิวที่ชุบอาจเป็นทองบริสุทธิ์ หรือผิวที่ชุบเป็นโลหะผสมของทอง ซึ่งจะให้ความสวยงามคล้าย ๆ ผิวที่ชุบด้วยทองบริสุทธิ์ แต่มีความแข็งแรงมากกว่า และราคาถูกลงกว่า

### 1. ขั้นตอนในการชุบทอง

- ชุบทอง
- ล้างน้ำ
- ชัดผิวด้วยแปรง
- ล้างน้ำ
- ล้างด้วยน้ำร้อน
- จุ่มในกรดน้ำส้มเข้มข้น 5 %
- ล้างด้วยน้ำเย็น
- ล้างด้วยน้ำร้อน
- อบหรือสลักน้ำให้แห้ง
- ตรวจสอบและตกแต่งชิ้นงาน

### 2. การชุบผิวทองแบบต่าง ๆ

การชุบผิวทองมีหลายแบบ เช่น

- ก. การชุบแบบคาง
- ข. การชุบแบบกลาง
- ค. การชุบแบบกรต (ให้ทองหนาตามที่ต้องการ)

ในที่นี้จะขอกล่าวถึง เฉพาะการชุบแบบคางดังนี้

การชุบแบบคาง บางทีเรียกการชุบแบบนี้ว่า การชุบแบบไซยาไนต์ สูตรน้ำยา และภาวะการทำงานของการชุบทองแบบนี้มีมากมาย จะขอยกตัวอย่างมาหนึ่งสูตร ซึ่งเป็นกร

ชุดเวรชิ้นงานควยทองบริสุทธิ์ คือ

โพแทสเซียมไกลโคไซยาไนด์ ; $KAu(CN)_2$	12	กรัม/ลิตร
โพแทสเซียมไซยาไนด์	20	กรัม/ลิตร
โพแทสเซียมโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต ; $K_2HPO_4$	20	กรัม/ลิตร
โพแทสเซียมคาร์บอเนต	20	กรัม/ลิตร
อุณหภูมิ	50-60 °C	
ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า	0.1-0.5	แอมแปร์/ตารางเดซิเมตร
ตัวล่อโซของค้ำขาว หรือทองคำ		
pH ที่ 25 °C	11-11.5	
เวลาที่ใช้ชุบ	20	วินาที

บรรณานุกรม

กมล กลับเป็นสุข มุมเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูบ้านจอมบึง  
ม.ป.ท., 307 หน้า

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ และ ส. จิว นานะศิลป์ พลาสติกหลอม กองบริการอุตสาหกรรม 2521,  
66 หน้า

สาโรช พันธุ์แพ และ อธิชาติ ชรรณวิทย์กุล การขุดเจาะโลหะด้วยไฟฟ้า โรงพิมพ์ชวนพิมพ์  
2526, 223 หน้า

Gessner G. Hawley. The Condensed Chemical Dictionary. 9th. ed.,  
New York, Van Nostrand Reinhold, 1977. 957 P.

William, W. Myddieton. The Principles and Practice of Modern  
Cosmetic. 2nd. ed., London, Leonard Hill (Books) Limited,  
1963. 802 P.