



บทที่ 2

## การพัฒนาและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการโคเอเลสเซนซ์

### 2.1 การพัฒนาของกระบวนการโคเอเลสเซนซ์

ในปี ค.ศ. 1881 Reynolds (1) ได้สังเกตเห็นการรวมตัวของหยกน้ำฝนที่ตกลงบนผิวน้ำในใบ , ซึ่งเป็นการรวมตัวแบบกระบวนการโคเอเลสเซนซ์ และหลังจากนั้น Smoluckowski (1) ได้วิเคราะห์อัตราการรวมตัวของหยกอิมัลชันและสร้างแบบจำลองทำนายพฤติกรรมของการรวมตัวของอนุภาคอิมัลชันขึ้น หลังจากปี ค.ศ. 1960 เป็นต้นมาทฤษฎีกระบวนการโคเอเลสเซนซ์ก็มีการพัฒนาและเข้าใจได้มากขึ้น เนื่องจากมีการประดิษฐ์กล้องถ่ายภาพที่มีความเร็วสูง โดยได้มีการศึกษาและทดลองต่าง ๆ ดังนี้

E. Douglas และ I. G. Elliott : 1960 (2) ได้ทำการทดลองแยกอิมัลชันโดยใช้เครื่องกรองเป็นกระบอกกลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว ภายในบรรจุรอกขนาด  $\frac{1}{3}$  -  $\frac{1}{16}$  นิ้ว ถึง 7 นิ้ว แยกอิมัลชันที่มีความเข้มข้นของอิมัลชันประมาณ 2,000 - 15,000 ส่วนในล้านส่วน (สนล) และร้อยละ 80 ของอิมัลชันมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 0.01 นิ้ว น้ำที่ผ่านการกรองแล้วมีอิมัลชันไม่เกิน 17 สลส และมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 11 สลส ที่อัตราการกรอง 1 แกดลอนต่อนาที ต่อตารางฟุต และได้แนะนำว่าการหาขนาดที่แน่นอนของเครื่องกรองเพื่อแยกอิมัลชันที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของอัตราการกรอง การสูญเสียแรงดันน้ำ ขนาดและความลึกของชั้นรอก

ในปี ค.ศ. 1966 S.S.Sareen และผู้ร่วมวิจัย (3) พบว่าการใช้ตัวกลางที่เปียกได้ช่วยอิมัลชันไม่ไรโซปิจัยสำคัญที่สุดในการลดปริมาณอิมัลชัน โดยสรุปว่าถ้าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวกลางลดลงจะเกิดการรวมตัวที่สมบูรณ์มากกว่าเดิม

ต่อมา G. A. Davies และ G.V.Jeffreys: 1966. (4) ได้แสดงให้เห็นว่าการแยกอิมัลชันชั้นสอง (Secondary emulsion) โดยใช้ แพคกิ้ง คอลัมน์ (packing column) จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นในกรณีที่อิมัลชันมีแรงดึงระหว่างผิวสูง และต้องมีอัตราการไหลที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้แรงเหนียวที่เกิดขึ้นมากกว่าแรงจับยึด (adhesion force)

ของหยดคิมัลชั้นในชั้นตัวกลาง และในปีเดียวกัน G.P.Canevari (5) พบว่าเมื่อมีสาร  
ลดแรงดึงผิวปนอยู่ในระบบทำให้อัตราการแยกคิมัลชั้นออกจากระบบลดลง

ในปี 1971 G. A. Danies (6) พบว่าการรวมตัวของอนุภาคคิมัลชั้นบนผิวของฟิล์ม  
คิมัลชั้นจะต้องมีเวลามากพอ จึงจะเกิดการรวมตัวที่สมบูรณ์ J.P. Euzen และผู้ร่วมวิจัย(7)  
สรุปว่าการใช้ตัวกลางสองชนิด (ชนิดที่เปียกและไม่เปียกด้วยคิมัลชั้น) ให้ประสิทธิภาพการบำบัด  
สูงกว่าการใช้ตัวกลางชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างเดี่ยว และ J.F.Bitten และผู้ร่วมวิจัย (8)  
ได้ทำการทดลองพบว่าปริมาณคิมัลชั้นถูกสกัดกั้นมากที่สุดที่ผิวหน้าของชั้นตัวกลางและปริมาณคิมัลชั้น  
จะลดลงอย่างรวดเร็วที่ชั้นตัวกลางห่างจากผิวหน้าประมาณ  $\frac{1}{16}$  นิ้ว

L. A. Spielman และ S. L. Goren : 1972. (9) ได้ทำการทดลอง พบว่า  
การสูญเสียแรงกั้นน้ำไม่ขึ้นกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคสารกระจาย ที่เข้าสู่ระบบ  
และความหนืดของสารต่อเนื่อง ในปีเดียวกัน R. Nebolsim (10) ได้ทำการทดลองพบว่า  
การเติมสารโพลีเมอร์ที่เหมาะสม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องโคเอเลสเซอร์

J. R. Madia และผู้ร่วมวิจัย : 1976 (11) พบว่าการใช้เครื่องโคเอเลสเซอร์  
ที่มีตัวกลาง เปียก ใ้คิมัลชั้นจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดคิมัลชั้นได้ดีกว่า และ  
ประสิทธิภาพในการกำจัดคิมัลชั้นจะเพิ่มขึ้นตามความเปียก ใ้คิมัลชั้นที่เพิ่มขึ้น

ต่อมาในปี 1978 M. E. Polano (12) พบว่าเมื่อใช้เครื่องโคเอเลสเซอร์  
บำบัดน้ำเสียที่มีคิมัลชั้นจะเกิดการสูญเสียแรงกั้นน้ำมากที่สุด เมื่อชั้นตัวกลางถึงจุดอิ่มตัวในการ  
สกัดกั้นคิมัลชั้น ต่อจากนั้นการสูญเสียแรงกั้นน้ำจะคงที่ตลอด และสรุปว่าประสิทธิภาพการรวม  
ตัวของอนุภาคคิมัลชั้นสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการเพิ่มความลึกของชั้นตัวกลาง

หลังจากนั้น Y. Aurelle : 1980 (13) พบว่าตัวกลางที่ประกอบด้วยสารที่  
เปียก ใ้คิมัลชั้นทั้งสารกระจายและสารต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพดีกว่าตัวกลางที่เปียก ใ้คิมัลชั้น สาร  
กระจายหรือสารต่อเนื่องอย่างเดี่ยว และความสูงที่จุดวิกฤตจะมีประสิทธิภาพสูงสุด

## 2.2 การแบ่งชนิดของคิมัลชั้น

คิมัลชั้น คือ ของผสมของของเหลวสองชนิดที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันโดยของเหลว  
ชนิดหนึ่งซึ่งมีอนุภาคขนาดเล็กแขวนลอยอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง ของเหลวที่มีลักษณะแขวนลอย

เรียกว่า สารกระจาย (disperse phase) และของเหลวชนิดหลังเรียกว่าสารต่อเนื่อง (continuous phase) เช่น อนุภาคน้ำมันที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ น้ำมันจะเป็นสารกระจาย ส่วนน้ำจะเป็นสารต่อเนื่อง

เนื่องจากลักษณะของอิมัลชันมีหลายลักษณะ การแบ่งชนิดของอิมัลชันจึงสามารถแบ่งได้หลายชนิดโดยอาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้

2.2.1 การจำแนกโดยอาศัยสารต่อเนื่องเป็นบรรทัดฐาน สามารถแบ่งอิมัลชันได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. อิมัลชันตรง (Direct emulsion, O/W emulsion) คืออิมัลชันที่มีน้ำเป็นสารต่อเนื่อง และน้ำมันเป็นสารกระจาย
2. อิมัลชันผกผัน (Inverse emulsion, W/O emulsion) คือ อิมัลชันที่มีน้ำมันเป็นสารต่อเนื่อง และน้ำเป็นสารกระจาย

2.2.2 การจำแนกโดยอาศัยขนาดของอิมัลชันเป็นบรรทัดฐาน สามารถแบ่งอิมัลชันได้ 3 ชนิด คือ

1. อิมัลชันชั้นแรก (Primary emulsion) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เท่ากับหรือมากกว่า 100 ไมครอน
2. อิมัลชันชั้นสอง (Secondary emulsion) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เล็กกว่า 20 ไมครอน
3. ไมโครอิมัลชัน (Microemulsion) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100-600 อังสตรอม

2.2.3 การจำแนกโดยอาศัยเสถียรภาพของอิมัลชันเป็นบรรทัดฐาน สามารถแบ่งอิมัลชันได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. อิมัลชันที่เสถียรภาพ (Stable emulsion) เป็นอิมัลชันที่มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถรวมตัวกันให้มีขนาดใหญ่ และอยู่ในสภาพลอยกระจายอยู่ในสารต่อเนื่อง เป็นระยะเวลาานาน

2. อิมัลชันที่ไม่เสถียรภาพ (Non-stable emulsion) เป็นอิมัลชันที่สามารถรวมตัวกันเองเมื่อมาสัมผัสกัน และมีแนวโน้มที่จะรวมตัวกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

ตารางข้างล่างเป็นการจำแนกชนิดของอิมัลชันที่เกิดขึ้นตรงกันของแต่ละชนิด

ตารางที่ 2.1 การจำแนกชนิดของอิมัลชัน

เกณฑ์การแบ่ง	วิธีกาติดต่อเนื่อง	ขนาดของอิมัลชัน		
		อิมัลชันชั้นแรก	อิมัลชันชั้นสอง	ไมโครอิมัลชัน
อิมัลชันที่เสถียรภาพ	อิมัลชันตรง	-	เกิด	เกิด
	อิมัลชันผกผัน	-	เกิด	เกิด
อิมัลชันที่ไม่เสถียรภาพ	อิมัลชันตรง	เกิด	เกิด	-
	อิมัลชันผกผัน	เกิด	เกิด	-

2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการโคเอเลสเซนซ์

ก่อนที่จะศึกษาทฤษฎีและกลไกการทำงานของกระบวนการโคเอเลสเซนซ์เราควรมีความรู้พื้นฐานอื่น ๆ เพื่อที่จะเข้าใจทฤษฎี และกลไกการทำงานของกระบวนการโคเอเลสเซนซ์ได้ดียิ่งขึ้น

2.3.1 แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลว โมเลกุลของของเหลวจะส่งแรงดึงดูดกระทำต่อกันและกัน โดยส่งแรงออกรอบค่านเท่า ๆ กันทุกทิศทาง ซึ่งสามารถแบ่งแรงดึงดูดได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. แรงวอนเดอร์วาลส์ (Von der Waals Force) เป็นแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่มีอยู่ในวัตถุต่าง ๆ ทุกสถานะ แรงนี้เกิดจากขั้วบวกของอะตอมหนึ่ง มีแรง

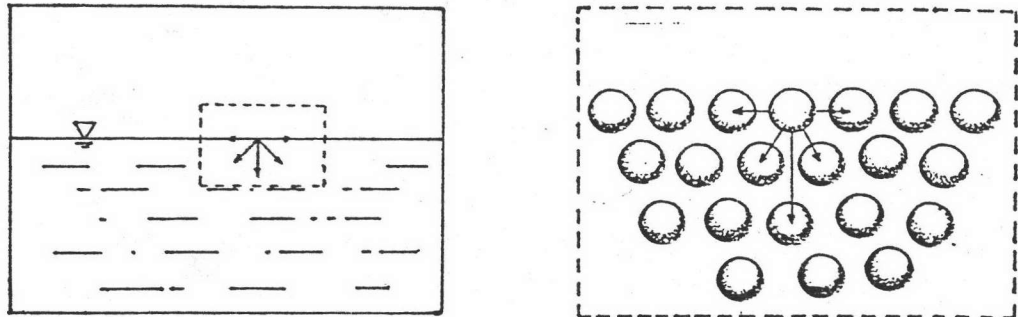
ดึงดูดต่อกันมีอิเล็กตรอนของอีกอะตอมหนึ่ง แรงนี้จะมีค่าแปรผกผันกับกำลัง 제็กของระยะห่างระหว่างโมเลกุล แรงนี้จะแสดงผลต่อเมื่อระยะห่างระหว่างโมเลกุล มีค่าน้อยกว่า  $5 \times 10^{-10}$  เมตร

2. แรงระหว่างขั้ว (Polar force) เป็นแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่มีขั้วทางไฟฟ้า โมเลกุลเหล่านี้เกิดจากการที่แกนของอะตอมทำมุมซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดลักษณะขั้วทางไฟฟ้าขึ้น เช่น โมเลกุลของน้ำ อะตอมของไฮโดรเจนทั้งสองอะตอมที่จับกับอะตอมของออกซิเจนทำมุมซึ่งกันและกัน แรงดึงดูดระหว่างอะตอมทั้งสองจึงก่อให้เกิดลักษณะขั้วทางไฟฟ้าขึ้น แรงระหว่างขั้วนี้จะเกิดเฉพาะในของเหลวที่โมเลกุลเป็นชนิดมีขั้ว ค่าของแรงระหว่างขั้วจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างโมเลกุล

2.3.2 แรงดึงผิว (Surface tension) เป็นแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของของเหลวที่ผิวหน้าซึ่งสัมผัสกับโมเลกุลของอากาศ เกิดจากแรงดึงดูดของโมเลกุลที่อยู่ด้านล่าง และด้านล่างดึงดูดโมเลกุลที่อยู่ด้านบนซึ่งสัมผัสกับโมเลกุลของอากาศ เข้าสู่ภายในของของเหลว ดังรูปที่ 2.1 แรงดึงผิวหาได้จาก แรงที่ยกชกผิววงกลมพอดีขึ้นจากผิวของของเหลว หากวัดความยาวเส้นรอบวงของวงกลมนั้น มีหน่วยเป็นคายนต์ต่อเซนติเมตร แรงดึงผิวของของเหลวต่างชนิดกันจะมีค่าต่างกัน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าแรงดึงผิวของของเหลวชนิดต่าง ๆ

ของเหลว	แรงดึงผิว (คายนต์ต่อเซนติเมตร)
น้ำ	72.6
ฟลูโอโรคาร์บอน	8 - 15
ไฮโดรคาร์บอน	18 - 30
สารประกอบสารอินทรีย์ชนิดมีขั้ว	22 - 50



รูปที่ 2.1 แสดงแรงดึงผิวซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดของโมเลกุลที่อยู่ข้างและด้านล่าง

2.3.3 แรงดึงผิวระหว่างสารต่างชนิดกัน (Interfacial tension) คือ

แรงดึงระหว่างของเหลวต่างชนิดกัน ซึ่งอยู่รวมกันในลักษณะสารกระจาย และสารต่อเนื่อง  
คำนวณจาก งานที่ใช้ในการดูดซับของโมเลกุลของสารต่างชนิดกัน ถึงสมการของ ดูเปร

(Dupre) (14)

$$W_{adh} (d,c) = \gamma_d + \gamma_c + \gamma_{dc} \quad 2.1$$

$$- \gamma_{dc} = \gamma_d + \gamma_c - W_{adh} (dc) \quad 2.2$$

โดยที่	$\gamma_d$	=	แรงดึงผิวของสารกระจาย
	$\gamma_c$	=	แรงดึงผิวของสารต่อเนื่อง
	$\gamma_{dc}$	=	แรงดึงระหว่างผิวของสารต่อเนื่องและสารกระจาย
	$W_{adh}(dc)$	=	งานแอกคีชัน (Adhesion work) ระหว่างสารต่อเนื่อง และสารกระจาย

ในทำนองเดียวกันแรงดึงผิวระหว่างของแข็งและของเหลว ก็สามารถคำนวณได้

ดังนี้

	$\gamma_{sd}$	=	$\gamma_s + \gamma_d + W_{adh}(sd)$	2.3
โดยที่	$\gamma_{sd}$	=	แรงดึงระหว่างผิวของสารกระจายและของแข็ง	
	$\gamma_s$	=	แรงระหว่างโมเลกุลที่ผิวของของแข็ง	
	$\gamma_d$	=	แรงดึงผิวของสารกระจาย	
	$W_{adh}(sd)$	=	งานแอกคีชัน (Adhesion work) ระหว่างสารกระจาย และของแข็ง	

#### 2.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงผิวของสารกระจาย และสารต่อเนื่องที่มีต่อ

##### ขนาดของอนุภาคสารกระจาย

เมื่อแรงจำนวนหนึ่งกระทำต่อของเหลวที่เป็นสารกระจาย ทำให้เกิดเป็นอนุภาคเล็ก ๆ แขนวลอยอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่งที่เป็นสารต่อเนื่อง สารจะเกิดความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำกับสารกระจาย มีลักษณะดังนี้

$$W_a = A_{o/w} \cdot \gamma_{o/w} \quad 2.4$$

- เมื่อ  $W_a =$  แรงที่กระทำ (เอิกซ์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
- $A_{o/w} =$  พื้นที่ผิวของสารกระจาย (ตารางเซนติเมตรต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
- $\gamma_{o/w} =$  แรงดึงผิวระหว่างสารกระจายกับสารต่อเนื่อง (เอิกซ์ต่อตารางเซนติเมตร)

จำนวนอนุภาคสารกระจายใน หน่วยปริมาตรของวัฏภาคต่อเนื่อง ใ้คั้งนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนอนุภาค} &= \frac{1}{3} \pi \frac{d_e^3}{2} \\ &= \frac{6}{\pi} \pi d_e^3 \end{aligned} \quad 2.4.1$$

เมื่อ  $d_e =$  เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคสารกระจาย

$$\begin{aligned} \text{จากพื้นที่ผิวของอนุภาค} &= 4 \cdot \pi (d_e/2)^2 \\ &= \pi d_e^2 \end{aligned} \quad 2.4.2$$

กั้งนี้พื้นที่ผิวสัมผัสของสารกระจายในหนึ่งหน่วยปริมาตรคำนวณได้จากสมการที่ 2.4.1 และ 2.4.2 กั้งนี้

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ผิวสัมผัส } (A_{o/w}) &= \frac{6}{\pi} \pi d_e^3 \cdot \pi d_e^2 \\ &= 6/d_e \end{aligned} \quad 2.4.3$$

กั้งนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสารกระจายกับแรงดึงระหว่างผิวของสารกระจายกับสารต่อเนื่อง หาได้จากสมการ 2.4 และ 2.4.3 กั้งนี้

$$d_e = \frac{6 \gamma_{o/w}}{W_a} \quad 2.5$$

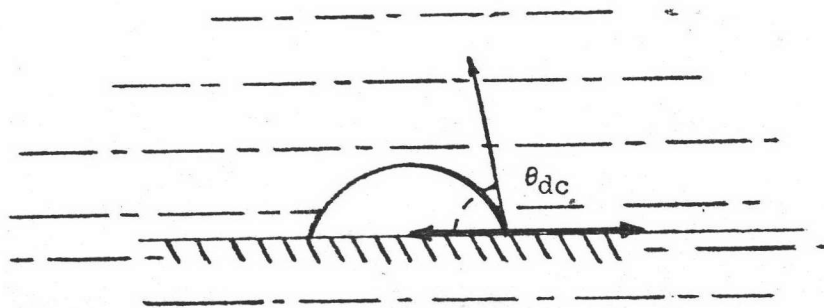


2.3.5 สมการของยัง (Young's equation)

Young's equation เป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ของแรงระหว่างสารกระจายกับของแข็งซึ่งสารกระจายเกาะอยู่ โดยมีสารต่อเนื่องล้อมรอบอยู่ แรงระหว่างสารกระจายและของแข็ง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

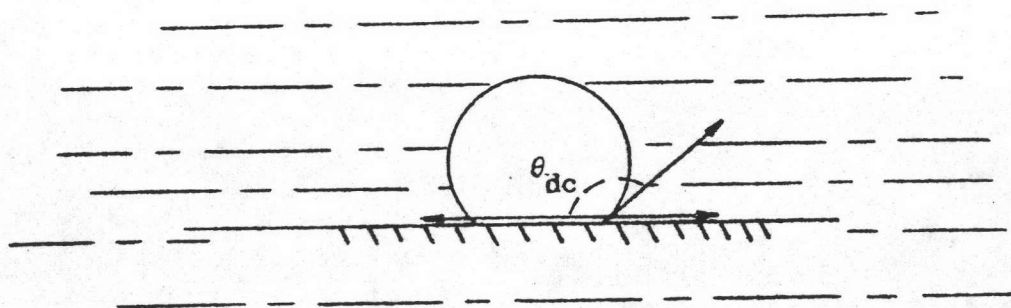
1. มุมสัมผัสระหว่างสารกระจายกับผิวของแข็ง มีค่าน้อยกว่า  $90^\circ$

กักรูป 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการสัมผัสระหว่างสารกระจายกับผิวของแข็ง ซึ่งมีมุมสัมผัส ( $\theta_{dc}$ ) น้อยกว่า  $90$  องศา

2. มุมสัมผัสระหว่างสารกระจายกับผิวของแข็ง มีค่ามากกว่า  $90$  องศา กักรูป 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะการสัมผัสระหว่างสารกระจายกับผิวของแข็ง ซึ่งมีมุมสัมผัส ( $\theta_{dc}$ ) มากกว่า  $90$  องศา

ความสัมพันธ์ของแรงระหว่างสารกระจายกับของแข็งทั้ง 2 ลักษณะ เมื่ออยู่ใน  
ภาวะสมดุลจะได้อีกดังนี้

$$\gamma_{sc} = \gamma_{sd} + \gamma_{dc} \cdot \cos \theta_{dc} \quad 2.6$$

$\gamma_{sc}$  = แรงระหว่างผิวของแข็งและสารต่อเนื่อง

$\gamma_{sd}$  = แรงระหว่างผิวของของแข็งและสารกระจาย

$\gamma_{dc}$  = แรงระหว่างอนุภาคสารกระจายกับสารต่อเนื่อง

$\theta_{dc}$  = มุมสัมผัสระหว่างอนุภาคสารกระจายกับผิวของ  
ของแข็งนั้น ๆ

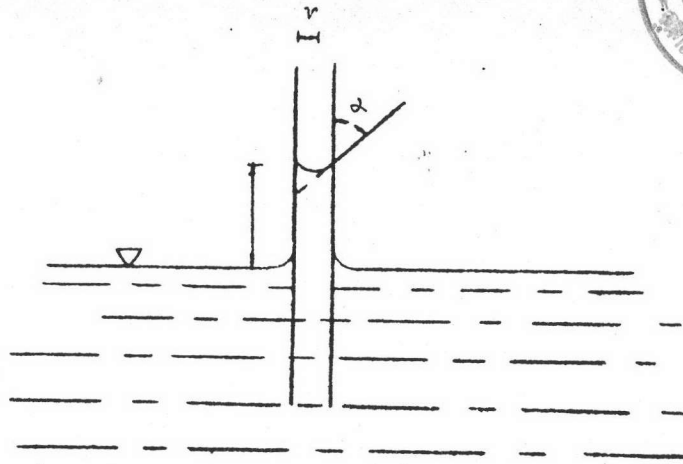
จากสมการของคูเปอร์ (2.3) และ Young's equation (2.6) สามารถ  
จัดความสัมพันธ์ใหม่ได้อีกดังนี้

$$W_{adh} (sd)_c = \gamma_{dc} (1 + \cos \theta_{dc}) \quad 2.7$$

สมการที่ 2.7 แสดงว่า งานแอดฮีชันระหว่างสารกระจายกับของแข็ง (สารชั้น  
ตัวกลาง) จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ แรงดึงดูดระหว่างผิวสารกระจายกับสารต่อเนื่อง ( $\gamma_{dc}$ ) มีค่ามาก  
ขึ้น และเมื่อมุมสัมผัสระหว่างสารกระจายกับผิวของแข็ง ( $\theta_{dc}$ ) มีค่าเล็กลง

### 2.3.6 ความดันคาпилลารี (Capillary pressure)

ความดันคาпилลารี เป็นปรากฏการณ์เมื่อน้ำไหลออกแก้วที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง  
เล็ก ๆ จุ่มลงในของเหลว ของเหลวจะไหลขึ้นไปตามหลอดแก้ว มีระดับสูงกว่าระดับข้างเคียง  
ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงระดับน้ำในหลอดคาปิลลารีที่จุ่มในของเหลว

ความดันคาปิลลารี หาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$P_c = 2 \gamma_{d/c} \cdot \cos \alpha / r \quad 2.8$$

- เมื่อ
- $P_c$  = ความดันคาปิลลารี
  - $\gamma_{dc}$  = แรงตึงระหว่างผิวสารกระจายกับสารต่อเนื่อง
  - $\alpha$  = มุมสัมผัสระหว่างสารต่อเนื่องและของเหลว
  - $r$  = รัศมีของหลอดแก้ว

#### 2.4 สารตัวกลางที่ใช้ในกระบวนการโคเอเลสเซนซ์

ในกระบวนการโคเอเลสเซนซ์ สามารถแบ่งสารตัวกลางตามคุณสมบัติต่าง ๆ ได้  
ดังนี้.-

2.4.1 การแบ่งสารตามลักษณะตัวกลาง สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. ตัวกลางแบบที่เป็นก้อน (Granular media) ตัวกลางชนิดนี้  
เหมาะใช้กับน้ำเสียประเภทที่ตะกอนแขวนลอยอยู่มาก เพราะสามารถทำความสะอาดตัวกลาง  
โดยการล้างย้อน
2. ตัวกลางแบบเส้นใย (Fiber media) ตัวกลางประเภทนี้มีขนาด  
เส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องโคเอเลสเซอร์มีค่าสูง และมีการสูญเสีย  
แรงดันน้ำต่ำ เนื่องจากตัวกลางแบบเส้นใยมีความพรุนสูง

2.4.2 การแบ่งสารตามคุณสมบัติเคมี

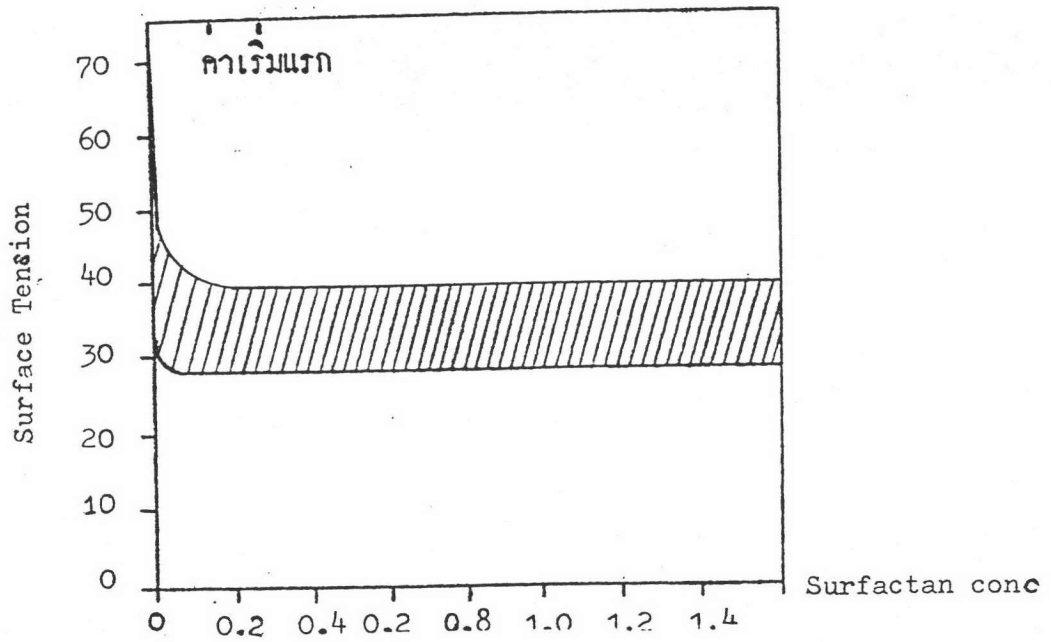
1. สารที่น้ำมันจับยึด (Olcophilic media) คือ สารที่มีคุณสมบัติ  
จับยื่อน้ำมันได้สามารถตรวจคุณสมบัติได้จาก หยคน้ำมันที่เกาะผิวหน้าสารจะมีมุมสัมผัสน้อยกว่า  
90 องศา ดังรูปที่ 2.2 หัวข้อ 2.3.5
2. สารที่น้ำจับยึด (Hydrophilic media) คือ สารที่มีคุณสมบัติ  
น้ำสามารถจับเกาะได้ โดยทั่วไปแล้วสารที่น้ำจับยึดได้เมื่อตรวจดูด้วยหยคน้ำมัน มุมสัมผัสระ-  
หว่างหยคน้ำมันกับผิวหน้าสาร จะมีความมากกว่า 90 องศา ดังรูปที่ 2.3 หัวข้อ 2.3.5

2.5 อิทธิพลของสารลดแรงตึงผิว

ในระบบบำบัดโคเอเลสเซนซ์ สารลดแรงตึงผิว (Surfactant) มีอิทธิพล  
อย่างมากต่อน้ำเสียที่จะบำบัด ตลอดจนสารที่ใช้เป็นตัวกลางดังนี้

2.5.1 อิทธิพลต่อแรงตึงระหว่างผิวในของเหลวต่างชนิดกัน

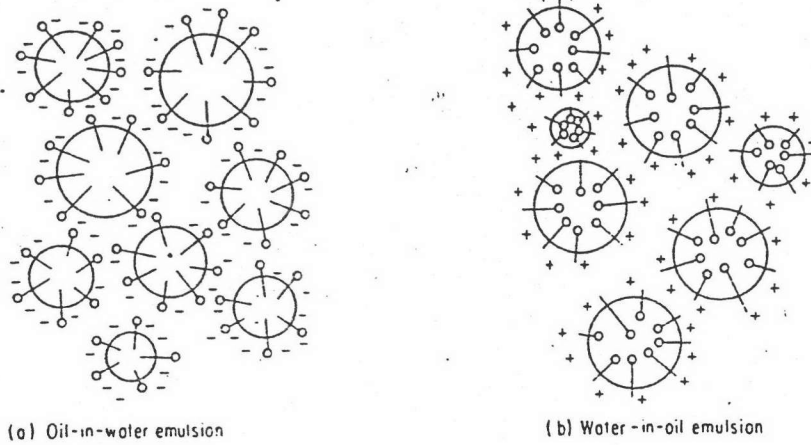
ในสารอิมัลชันที่ปรากฏสารลดแรงตึงผิวอยู่ด้วย ค่าแรงตึงระหว่างผิวของ  
สารกระจายกับสารต่อเนื่องจะมีค่าลดลง ดังรูปที่ 2.5



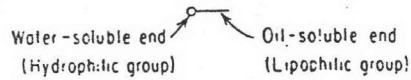
รูปที่ 2.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงระหว่างผิวกับปริมาณสารลดแรงดึงผิว

จากการที่แรงดึงระหว่างผิวมีค่าลดลงนี้ ทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสารกระจายมีขนาดเล็กลง ดังสมการ 2.5 โดยทั่วไปขนาดของอนุภาคสารกระจายที่พบในน้ำเสียที่มีสารลดแรงดึงผิวอยู่ด้วย จะมีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน (15) อิมัลชันที่เกิดขึ้นจึงมีความเสถียรภาพสูง และเนื่องจากผลอื่น ๆ ดังนี้

1. ผลของสารลดแรงดึงผิวที่มีต่อเสถียรภาพของอิมัลชันเกิดขึ้นจาก การแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้า (Ionization) เมื่อมีการกุกกิกระหว่างสารลดแรงดึงผิวกับสารกระจาย ทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าที่ผิวของสารกระจาย จึงมีผลให้สารกระจายเกิดการผลักกัน เนื่องจากประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกัน
2. จากการที่สารลดแรงดึงผิวมีคุณสมบัติที่ส่วนหนึ่งของมันดึงดูดน้ำมัน (Oleophile) และอีกส่วนหนึ่งดึงดูดน้ำ (hydrophile) ทำให้สารนี้เป็นตัวเชื่อมระหว่างสารกระจายกับสารต่อเนื่อง จึงทำให้เกิดเสถียรภาพขึ้น ดังรูปที่ 2.6



NOTE: Emulsifier molecule shown in simplified form:



### รูปที่ 2.6 แสดงการเกิดเสถียรภาพเนื่องจากมีสารลดแรงตึงผิว

#### 2.5.2 อิทธิพลต่อแรงตึงระหว่างผิวของของแข็งกับก๊าซ

เมื่อของแข็งถูกจับยึดด้วยสารลดแรงตึงผิว คุณสมบัติของสารนั้นจะเปลี่ยนไปโดยมีคุณสมบัติสามารถจับยึดน้ำมันได้ เช่น สาร Strong Cationic Resin ซึ่งเป็นสารมีคุณสมบัติน้ำจับยึดได้ เมื่อใช้สารละลาย Cationic Surfactant Cetylpyridium Chloride เคลือบผิว จะเปลี่ยนเป็นสารที่มีคุณสมบัติที่น้ำมันจับยึดได้ หรือทรายที่มีคุณสมบัติน้ำจับยึดได้ เมื่อเคลือบด้วยสารละลายซิลิโคนที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ทรายจะเปลี่ยนคุณสมบัติสามารถจับยึดน้ำมันได้