



การเลือก ใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ ในอุตสาหกรรม

วรสดี อุไวยุสดี

ท่านผู้อ่าน

อาจเคยได้ยินโฆษณาสินค้าบางชนิดเช่นยาฆ่าแมลงสูตรน้ำ น้ำหอมหรือสเปรย์ที่ไม่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ ปากกาเขียนไวท์บอร์ดไม่มีกลิ่นฉุนมาบ้างแล้ว ที่ต้องนำมาโฆษณาเพราะสินค้าเหล่านี้มีการพัฒนาโดยเปลี่ยนจากการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์มาใช้ น้ำเป็นตัวทำละลายแทน ทำให้มีจุดเด่นกว่าคู่แข่ง เดิมทีสินค้าเหล่านี้ต้องใช้ตัวทำละลายอินทรีย์เพราะวัตถุดิบที่ใช้ส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ซึ่งไม่รวมตัวกับน้ำ และมีข้อเสียคือมีกลิ่นฉุน บางชนิดติดไฟง่ายและมีอันตรายต่อสุขภาพเมื่อสูดดมเป็นปริมาณมาก หรือบางคนอาจมีอาการแพ้เมื่อสัมผัส เพื่อคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญ ปัจจุบันจึงมีความตื่นตัวที่จะเปลี่ยนจากตัวทำละลายอินทรีย์มาใช้ น้ำเป็นตัวทำละลาย ทำให้การจัดเก็บและการขนส่งง่ายขึ้น และที่สำคัญทำให้ต้นทุนลดลงมากเพราะน้ำมีราคาถูกกว่าตัวทำละลายอินทรีย์ ยังมีอุตสาหกรรมอีกหลายชนิดที่มีการพัฒนามาใช้น้ำเป็นตัวทำละลายเช่นสีทาบ้าน ยากำจัดวัชพืช น้ำหอมปรับอากาศ ยารักษาโรค ยางมะตอย กาว เป็นต้น ตามธรรมชาติสารอินทรีย์จะไม่รวมตัวกับน้ำ ในการผลิตจึงต้องอาศัยสาร

อีกชนิดที่เรียกว่า สารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) มีหน้าที่ช่วยในการละลายหรือเพิ่มการกระจายตัวของสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายในน้ำให้ละลายหรือกระจายตัวได้ดีขึ้น และอยู่ร่วมกันอย่างมีความเสถียร โดยทั่วไปนิยมใช้สารลดแรงตึงผิว (surfactant) ทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ และเรียกสารที่เกิดจากของเหลวสองชนิดไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันแต่สามารถกระจายตัวอยู่ร่วมกันได้อย่างเสถียรนี้ว่า สารอิมัลชัน (emulsion)

สารอิมัลชันแบ่งส่วนประกอบออกได้เป็นสามส่วนคือส่วนที่เป็นชั้นของน้ำมัน ส่วนที่สองเป็นชั้นน้ำและส่วนที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ถ้าส่วนที่เป็นน้ำมันมีปริมาณน้อยกว่ากระจายตัวอยู่ในน้ำ เรียกว่า อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water) ใช้สัญลักษณ์ O/W เช่น น้ำหอม สีทาบ้าน น้ำยาทำความสะอาด ยา รักษาโรค เป็นต้น ถ้าส่วนที่เป็นน้ำมีปริมาณน้อยกว่ากระจายตัวอยู่ในน้ำมัน เรียกว่า อิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (water in oil) ใช้สัญลักษณ์ W/O เช่น น้ำสัลด เครื่องสำอาง น้ำยาขัดพื้น เป็นต้น งานบางชนิดอาจต้องการอิมัลชันที่มีความเสถียรแค่ช่วงระยะเวลาสั้นๆ เช่น การจุดเจาะน้ำมันดิบ แต่ส่วนมาก

ต้องการความเสถียรเป็นเวลานาน เช่น น้ำสัลด เครื่องสำอาง สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อความเสถียรของสารอิมัลชันคือการเลือกใช้อิมัลซิไฟเออร์ที่เหมาะสม ในการเลือกใช้อิมัลซิไฟเออร์จะต้องทราบเสียก่อนว่าจะเตรียมอิมัลชันชนิดไหน (O/W หรือ W/O) อาจใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดเดียวหรือหลายชนิดรวมกันก็ได้ แต่ส่วนมากนิยมใช้แบบหลายชนิดเพราะให้อิมัลชันที่เสถียรกว่า ปริมาณในการใช้อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1-10% หรืออาจมากถึง 15% วิธีการหนึ่งที่จะสะดวกและประหยัดเวลาในการเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวคือ การใช้ค่า Hydrophilic/Liophilic Balance (HLB) คิดค้นโดย Griffin¹ ค่า HLB เป็นค่าที่ใช้อธิบายสมบัติเฉพาะตัวของสารลดแรงตึงผิวแต่ละชนิด ขึ้นกับโครงสร้างส่วนที่ชอบน้ำและไม่ชอบน้ำ ซึ่งหาได้จากการทดลองหรือประสบการณ์ในอุตสาหกรรม เป็นเลขจำนวนเต็ม ไม่มีหน่วย ถ้ามีค่า HLB ต่ำเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ชอบละลายในน้ำมันมากกว่าน้ำ ถ้ามีค่า HLB สูงเป็นสารลดแรงตึงผิวที่ชอบละลายในน้ำมากกว่าน้ำมัน สามารถนำสารลดแรงตึงผิวไปใช้งานต่างๆ โดยดูจากค่า HLB ได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 แสดงการนำสารลดแรงตึงผิวไปใช้งานของตามค่า HLB

ค่า HLB	การใช้งาน
1 - 3	สารป้องกันการเกิดฟอง (Antifoaming agent)
3 - 6	อิมัลซิไฟเออร์ [(Emulsifier agents (W/O emulsion))]
7 - 9	เวตติงเอเจนต์ (Wetting agents)
8 - 18	อิมัลซิไฟเออร์ [(Emulsifier (O/W emulsion))]
13 - 16	สารซักฟอก (Detergent)
16 - 18	โซลูบิไลซิงเอเจนต์ (Solubilizing agents)

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าถ้าต้องการเตรียมอิมัลชันชนิด W/O ควรเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวที่มีค่า HLB อยู่ในช่วง 3-6 ถ้าต้องการเตรียมอิมัลชันชนิด O/W ควรเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวที่มีค่า HLB อยู่ในช่วง 8-18 การหาค่า HLB ที่แท้จริงของสารต้องทำการทดลองในห้องปฏิบัติการซึ่งใช้เวลานานมาก แต่ถ้าต้องการทราบค่าโดยประมาณสามารถหาได้โดยการสังเกตการละลายของสารที่ต้องการหาในน้ำดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 ส่วนค่า HLB ที่แน่นอนที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการของสารอิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้มากในอุตสาหกรรมแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงการประมาณค่า HLB โดยใช้สมบัติการละลายน้ำ

ลักษณะของสารละลายของสารลดแรงตึงผิวในน้ำ	ค่า HLB
1. ไม่ละลาย	1-4
2. กระจายตัวได้เล็กน้อยไม่เสถียร	4-7
3. กระจายตัวสีขาวขุ่นมีความเสถียร	7-9
4. กระจายตัวได้ดีได้สารละลายค่อนข้างใส	10-13
5. กระจายตัวได้ดีใสละลายใส	13-20

ตัวอย่างการเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวเป็นอิมัลซิไฟเออร์

ในการเตรียมอิมัลชันชนิด O/W โดยผสมกรดไขมัน 2 ชนิดคือกรดโอเลอิก (Oleic acid) กับ ลาโนลิน (lanolin) อย่างละเท่าๆ กันจะต้องใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดใด

ก. ใช้อิมัลซิไฟเออร์เพียงชนิดเดียว

1. หาค่า HLB ที่ต้องใช้ในการเตรียมผลิตภัณฑ์

1.1 คำนวณค่า HLB ของผลิตภัณฑ์โดยตรงถ้ารู้วัตถุดิบที่ใช้ (ค่า HLB ที่ใช้ในการเตรียมอิมัลชัน ของสารบางชนิดแสดงไว้ในตารางที่ 4)

จากตารางที่ 4 ค่า HLB ที่ใช้ในการเตรียมอิมัลชันของกรดโอเลอิก และลาโนลินมีค่าเท่ากับ 17, 12 ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมีค่า HLB} &= (0.5 \times 17) + (0.5 \times 12) \\ &= 14.5 \end{aligned}$$

1.2 กรณีที่ไม่ทราบค่า HLB ของผลิตภัณฑ์ แต่ทราบว่า เป็นอิมัลชันชนิด O/W เลือกใช้สารลดแรงตึงผิวตามตารางที่ 1 ค่า HLB ที่ใช้ในช่วง 8 - 18

2. เลือกสารลดแรงตึงผิวที่มีค่า HLB เท่านี้ อาจพบว่ามีสารหลายชนิดที่มีค่า HLB อยู่ในช่วงนี้ จึงต้องสุ่มเลือก ทดลองหาปริมาณที่ต้องใช้ แล้วนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบความเสถียรต่อไป

ข. การใช้สารลดแรงตึงผิว 2 ชนิด

หลักในการเลือกคือสารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 1 มีค่า HLB ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเตรียมสารลดแรงตึงผิวชนิดที่ 2 มีค่า HLB สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเตรียม แล้วจึงหาสัดส่วนที่ต้องใช้ เช่น เลือกใช้ Polyoxyethylene tridecyl ether มีค่า HLB = 15.9 กับ Cetyl ether มีค่า HLB = 12.9

การคำนวณ

สมมติให้ปริมาณสารลดแรงตึงผิวที่ต้องใช้ทั้งหมด = 1

ถ้าปริมาณ Polyoxyethylene tridecyl ether ที่ต้องใช้ = x

ปริมาณ Cetyl ether ที่ต้องใช้ = (1 - x)

$$\begin{aligned} 15.9x + 12.9(1 - x) &= 14.5 \\ x &= 0.64 \end{aligned}$$

ปริมาณ Polyoxyethylene tridecyl ether : Cetyl ether ที่ใช้เท่ากับ 0.64 : 0.36

ถ้าต้องใช้อิมัลซิไฟเออร์ทั้งหมด 20 กรัม ปริมาณ Polyoxyethylene tridecyl ether เท่ากับ 12.8 กรัม Cetyl ether เท่ากับ 7.2 กรัม

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นว่าการใช้ค่า HLB ในการเลือกสารอิมัลซิไฟเออร์ที่เหมาะสม เป็นวิธีที่ไม่ยุ่งยาก ทำให้ประหยัดเวลาในการทดลองและคัดเลือกสารอิมัลซิไฟเออร์



ตารางที่ 3 แสดงค่า HLB ของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้มากในอุตสาหกรรม

ชื่อทางการค้า (Commercial name)	ชื่อทางเคมี (Chemical Name)	ค่า HLB
Acacia	Acacia	12.0
Glyceryl Monostearate	Glyceryl monostearate	3.8
Methocel 15cps	Methylcellulose	10.5
PEG 400 Monooleate	Polyoxyethylene monooleate	11.4
PEG 400 Monostearate	Polyoxyethylene monostearate	11.6
PEG 400 Monolaurate	Polyoxyethylene monolaurate	13.1
Atlas G-1441	Polyoxyethylene sorbitol lanolin derivative	14.0
Parmagel B	Gelatin	9.8
Potassium oleate	Potassium oleate	20.0
Sodium oleate	Sodium oleate	18.0
Span 20	Sorbitan monolaurate	8.6
Span 40	Sorbitan monopalmitate	6.7
Span 60	Sorbitan monostearate	4.7
Span 65	Sorbitan tristearate	2.1
Span 80	Sorbitan monooleate Polyoxyethylene	4.3
Span 85	Sorbitan monolaurate	1.8
Tragacanth	Sorbitan trioleate	13.2
Triethanolamine oleate	Tragacanth	12.0
Tween 20	Triethanolamine oleate	16.7
Tween 21	Polyoxyethylene sorbitan monolaurate	13.3
Tween 40	Polyoxyethylene sorbitan monopalmitate	15.6
Tween 60	Polyoxyethylene sorbitan monostearate	14.9
Tween 61	Polyoxyethylene sorbitan monostearate	9.6
Tween 65	Polyoxyethylene sorbitan tristearate	10.5
Tween 80	Polyoxyethylene sorbitan monooleate	15.0
Tween 85	Polyoxyethylene sorbitan trioleate	11.0

ตารางที่ 4 แสดงค่า HLB ที่ต้องการในการเตรียมอิมัลชันแบบ O/W ของสารบางชนิด

สารที่ใช้	ค่า HLB ที่ใช้	สารที่ใช้	ค่า HLB ที่ใช้
Acetophenone	14	Chlorinated paraffin	8
Acid, dimer	14	Kerosene	14
Acid, lauric	16	Lanolin, anhydrous	12
Acid, linoleic	16	Oil: Mineral, aromatic	12
Acid, oleic	17	Oil: Mineral, paraffinic	10
Acid, ricinoleic	16	Mineral spirits	14
Acid, stearic	17	Petrolatum	7-8
Alcohol, cetyl	15	Pine Oil	16
Alcohol, decyl	14	Wax: Beeswax	9
Alcohol, lauryl	14	Wax: Candelilla	14-15
Alcohol, tridecyl	14	Wax: Carnauba	12
Benzene	15	Wax: Microcrystalline	10
Carbon tetrachloride	16	Wax: Paraffin	10
Castor oil	14		