หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

สมัยโบราณ ประมาณ ค.ศ. 150 นักวิทยาศาสตร์ชาวกรีก ชื่อ กาเลน ได้คิดค้นตำรับโคลด์ครีม (Cold Cream) เป็นครั้งแรก โดยใช้ไขจากรังผึ้ง (Beeswax) และน้ำมันมะกอก (Olive Oil) พบว่าตำรับโคลด์ครีมนี้ให้ความอุ่มชื้นและเย็นสบายแก่ผิวหนังได้ดี ภายหลังพบว่า ตำรับโคลด์ครีมดังกล่าวเตรียมยากและเกิดการหืนได้ง่าย ไม่คงตัว จึงได้นำ Sweet Almond Oil มาใช้แทนน้ำมันมะกอกและยังได้เพิ่มน้ำประสาน-ทอง (Borax) ในตำรับด้วย ทำให้ได้ตำรับโคลด์ครีมที่มีสีขาวมากขึ้นและมีความคงตัวมากขึ้น ต่อมาก็ได้นำไขปลาวาฬ (Spermaceti) มาเพิ่มเติมลงในตำรับอีก ทำให้ได้โคลด์ครีมที่มีความนุ่มมากขึ้น ตำรับโคลด์ครีมนี้จึงมีชื่อเรียกว่า Unguentum Refrigerans หรือ Ceratum Refrigerans และได้รับความนิยมเรื่อยมา จนกระทั่งตำรามาตรฐานยาของประเทศสหรัฐอเมริกาได้นำลงพิมพ์โดยปรากฏอยู่ในตำรับชื่อ Rose Water Ointment USP XV การที่โคลด์ครีมได้รับความนิยมจากผู้ใช้ก็เพราะสามารถดูดซึมเข้าสู่ผิวหนังได้อย่างรวดเร็วและทำให้เกิดความรู้สึกเย็นสบายแก่ผิวหนัง แต่มีข้อเสียที่ยังเกิดการหืนได้อยู่ จนกระทั่งถึงราวปี ค.ศ. 1900 เภสัชกรจึงได้แก้ไขข้อเสียดังกล่าว โดยนำโคลด์ครีมที่เตรียมแล้วเก็บรักษาไว้ในกล่องน้ำแข็ง (icebox) และต่อมาก็ได้มีการแก้ไขข้อเสียดังกล่าวโดยแก้ไขตำรับ นำน้ำมันแร่ (mineral oil) มาใช้แทนน้ำมันจากพืช เพราะน้ำมันแร่มีความคงตัวดี ไม่เกิดการหืน ซึ่งตำรามาตรฐานยาของประเทศสหรัฐอเมริกาก็ได้นำลงพิมพ์อีกโดยปรากฏอยู่ในตำรับชื่อ Petrolatum Rose Water Ointment USP XVI แต่เพราะว่าน้ำมันแร่ให้ความรู้สึกเป็นน้ำมันและเหนียวเหนอะหนะต่อผิว จึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ใช้นัก น้ำมันมะกอกจึงยังคงได้รับความนิยมอยู่ ปัจจุบันประเทศไทยยังต้องสั่งซื้อน้ำมันมะกอกจากต่างประเทศมาใช้ในกิจการด้านเภสัชกรรมอยู่[11]

เนื่องจากน้ำมันมะกอกเป็นวัตถุดิบเภสัชกรรมที่เราต้องสั่งจากต่างประเทศ เราจึงควรวิจัยเพื่อแสวงหาน้ำมันจากวัตถุดิบพื้นบ้านที่มีอยู่ในประเทศ และมีคุณสมบัติใกล้เคียง

น้ำมันมะกอก มาใช้แทนน้ำมันมะกอก และถ้าวัตถุดิบดังกล่าวไม่เคยนำมาใช้ประโยชน์เลย ก็จะทำให้การวิจัยมีคุณค่ามากขึ้น

ตีนเป็ดน้ำ[3, 4, 10, 12] Cerbera odollam (Gaertn) อยู่ในวงศ์ Apocyanaceae มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น ตีนเป็ดทะเล ตุม พะเนียงน้ำ ตีนเป็ด[9] หรือ Mangrove Trees[1] เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง มียางสีขาวในทุกส่วนของต้น ชอบขึ้นตามแถบชายทะเล ชายน้ำในภูมิภาคแถบอาเซียอาคเนย์ รวมทั้งพม่า ลังกา และอินเดีย ส่วนในประเทศไทยพบทั่วไปในแถบที่ราบลุ่ม ริมแม่น้ำลำคลอง ห้วยหนอง คลองบึง และชายฝั่งทะเล ใบสีเขียวสดยาวเรียวคล้ายใบสารภี ลักษณะเป็นใบเดี่ยว ๆ ไม่เป็นช่อเหมือนตีนเป็ดต้น ดอกมีกลิ่นหอม สีขาว ลักษณะเป็นหลอดคล้ายดอกพุด ปลายหลอดแยกออกเป็นกลีบห้ากลีบ ภายในปากหลอดมีสีเหลือง ผลมีลักษณะกลม มีขนาดประมาณผลมะตูม ผิวเรียบเป็นมัน ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีส้มแดง เปลือกชั้นในเป็นใยหยาบคล้ายใยเปลือกมะพร้าว ตรงกลางมีเมล็ดแบนล่องเมล็ดประกบติดกัน หุ้มด้วยเปลือกบาง ๆ และมีกะลาแข็งหุ้มอีกชั้นหนึ่ง เมล็ดมีเนื้อสีขาวเหมือนเนื้อมะพร้าว ถ้าผลอ่อน เนื้อจะใสคล้ายวุ้น แต่เมื่อผลแก่จัดเนื้อจะแข็งขึ้น มีน้ำมันอยู่ประมาณ 43%[4] ในผลอ่อน ปริมาณน้ำมันจะต่ำกว่านี้ ในสมัยก่อนทั้งประเทศไทยและประเทศพม่า ใช้น้ำมันจากเมล็ดตีนเป็ดน้ำเป็นเชื้อเพลิง สำหรับจุดตะเกียงและส่วนประกอบของน้ำมันใส่ผม อีกทั้งได้มีการนำน้ำมันตีนเป็ดน้ำมาใช้เป็นยารักษาโรคแล้ว ในธิโอใช้น้ำมันตีนเป็ดน้ำทาผิวหนังรักษาโรคคัน[2] ในลาวาใช้ทาแก้หวัด ผลตีนเป็ดน้ำสดใช้ทายาแก้โรครูมาติซึ่ม[2] น้ำยางใช้แก้พิษแมงกะพรุน[3]

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุหร่าย สายคร และคณะ ได้รายงานคุณสมบัติน้ำมันตีนเป็ดน้ำทั้งทางกายภาพและเคมีไว้โดยละเอียด ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันมะกอกแล้ว จะพบว่า มีองค์ประกอบกรดไขมันและอัตราส่วนใกล้เคียงกัน คุณสมบัติทางกายภาพก็ใกล้เคียงกัน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกและนำน้ำมันตีนเป็ดน้ำมาวิจัยเพื่อใช้ทดแทนน้ำมันมะกอกดังกล่าว[4]

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการนำวัตถุดิบเภสัชกรรมจำพวกน้ำมันมาใช้ประโยชน์นั้น นอกจากใช้ในรูปของน้ำมันโดยตรงแล้ว อาจจะเตรียมให้อยู่ในรูปของอิมัลชั่น (Emulsion) และเนื่องจากอิมัลชั่นมีน้ำเป็นส่วนประกอบ ถ้าใช้เป็นยาภายในจะช่วยการดูดซึมตัวยาได้ดี ถ้าใช้ภายนอกเมื่อน้ำระเหยจะรู้สึกเย็นผิว สามารถใช้ประโยชน์เป็นได้ทั้งยา ยาฟื้น และเครื่องสำอาง

อิมัลชั่น เป็นตำรับเภสัชกรรม ประกอบด้วยของเหลว 2 ชนิด ที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน (heterogeneous system of incompletely miscible liquids) เช่น น้ำ กับน้ำมัน ของเหลวชนิดหนึ่งจะกระจายตัวเป็นหยดเล็ก ๆ (globules) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (particle diameter) 0.1 - 1.0 ไมครอน (μ) [13, 14] อยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง ดังนั้นอิมัลชั่นจึงประกอบด้วย 2 วัตภาค (phase) วัตภาคภายในเรียก dispersed phase หรือ discontinuous phase ส่วนวัตภาคภายนอกเรียก dispersion medium หรือ continuous phase อิมัลชั่นจะมีความคงตัวดี โดยการเติมตัวทำอิมัลชั่น (emulsifying agent) [13,14,25]

ชนิดของอิมัลชั่น[25]

1. น้ำมันกระจายตัวในน้ำ (O/W หรือ oil in water) วัตภาคภายในเป็นน้ำมัน วัตภาคภายนอกเป็นน้ำ

2. น้ำกระจายตัวในน้ำมัน (W/O หรือ water in oil) วัตภาคภายในเป็นน้ำ วัตภาคภายนอกเป็นน้ำมัน

3. อิมัลชั่นเชิงซ้อน (Multiple Emulsion, W/O/W หรือ O/W/O) เป็นอิมัลชั่นชนิดใดชนิดหนึ่งของข้างต้น แล้วนำไปกระจายตัวเป็นอิมัลชั่นซ้อนต่อไปอีก กล่าวคือ ถ้าหากเป็นอิมัลชั่นชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำเป็นวัตภาคภายในของอิมัลชั่นอีกครั้งหนึ่ง โดยมีน้ำมันเป็นวัตภาคภายนอก ผลรวมจะได้เป็นอิมัลชั่นเชิงซ้อนของน้ำมันกระจายตัวในน้ำและกระจายตัวต่อไปในน้ำมัน (O/W/O) ในทำนองเดียวกันอาจจะเตรียมอิมัลชั่นเชิงซ้อนของน้ำกระจายตัวในน้ำมันและกระจายตัวต่อไปในน้ำ (W/O/W) ได้เช่นเดียวกัน

4. อิมัลชั่นจุลวัตภาค (Microemulsion) เป็นพวก Micellar Emulsion อิมัลชั่นชนิดนี้ใส โปร่งแสง เนื่องจากมีขนาดของหยดเล็ก ๆ เส้นผ่าศูนย์กลางของหยดประมาณ 10-60 nm.

ในทางเภสัชกรรม อิมัลชั่นสามารถใช้ได้ทั้งภายนอกและภายในร่างกาย ตามแต่ตำรับนั้น ๆ ซึ่งผู้เตรียมได้ตั้งไว้ อิมัลชั่นถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางและให้ชื่อเรียกแตกต่างกันไป เตรียมให้มีความข้นเหลวแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้ อิมัลชั่นชนิดหนึ่งที่เรามักได้ยินหรือได้ใช้กันบ่อย ๆ เพราะนอกจากจะใช้ประโยชน์เป็นยารักษาโรคแล้ว ยังใช้เป็นเครื่องสำอางด้วย ได้แก่ โลชั่น (Lotion) และครีม (Cream)

โลชั่นที่เป็นอิมัลชั่นคือชนิดของอิมัลชั่นที่มีสถานะเป็นของเหลวที่มีจุดมุ่งหมายใช้ภายนอกร่างกาย ขณะใช้ลูบหรือทาผิวหนังจะไม่มีแรงเสียดทาน วัตภาคภายในจะมีขนาดเล็กใกล้เคียงคอลลอยด์ (Colloid) เพื่อให้โลชั่นมีประโยชน์สมบูรณ์ในขณะใช้ ผู้เตรียมมักเติมสารอื่นเพื่อให้มีการกระจายตัวดีขึ้น เย็น สบายผิว (cooling and soothing) แห้ง (drying) และป้องกันผิว (protective) เช่น แอลกอฮอล์ทำให้ผิวแห้งและเย็น กลีเซอรีน (Glycerin) ทำให้ผิวชุ่มชื้น สารกลุ่มเมทธิลเซลลูโลส (Methylcellulose) ทำให้ตัวยาสัมผัสกับผิวหนังได้ดีขณะใช้[18, 24]

นักผิวหนังวิทยา (Dermatologist) จะเพิ่มเติมยาชา (Anaesthetics) ยาฆ่าเชื้อ (Antiseptics) ยาฝาดสมาน (Astringents) ยาฆ่าจุลชีพ (Germicides) ยาป้องกันผิว (protectives) ลงในโลชั่นเพื่อเป็นยารักษาโรคผิวหนังที่สมบูรณ์ เป็นต้น

ครีมคืออิมัลชั่นที่มีสถานะกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีจุดมุ่งหมายใช้ภายนอกร่างกาย ลักษณะทั่วไปจะนุ่มนวลดูน่าใช้ ส่วนประกอบมีน้ำอยู่ด้วยทำให้รู้สึกเย็นเมื่อน้ำระเหย ครีมแผ่กระจายไปบนผิวหนังได้ง่าย และล้างออกง่ายด้วย ใช้ประโยชน์ได้ทั้งทางยาและเครื่องสำอาง[18, 14]

ครีมมีหลายชนิดเช่นเดียวกับอิมัลชั่น กล่าวคือ ชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ ได้แก่ ครีมรองพื้น (Foundation Creams) ครีมทามือ (Hand Creams) ครีมโกนหนวด (Shaving Creams) เป็นต้น ชนิดน้ำกระจายตัวในน้ำมัน ได้แก่ โคลด์ครีม ครีมทำให้ผิวนุ่ม (Emollient Creams) เป็นต้น

ทางยาเมื่อจะใช้เป็นยารักษาโรค ต้องเติมตัวยาลงไปผสมในครีมก่อนใช้ เช่น Mafenide Acetate Cream USP XIX ประกอบด้วย Mafenide Acetate 8.5% ในครีมชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ ซึ่งครีมนี้สามารถละลายได้ในน้ำ ใช้รักษาโรคผิวหนัง

วานิชชิ่งครีม (Vanishing Cream) เป็นครีมที่เมื่อทาบนผิวหนังแล้ว สิ่งที่เหลือจะแห้งและไม่เป็นมัน ดังนั้นองค์ประกอบของวัตภาคภายในซึ่งต้องเป็นน้ำมันจะมีปริมาณน้อยกว่า ผลในทางทำให้ผิวหนังนุ่มและหล่อลื่นของวานิชชิ่งครีมจึงน้อยกว่าครีมที่ทำให้ผิวหนังนุ่ม (Emollient Cream) [25] ตำรับพื้นฐานของวานิชชิ่งครีมประกอบด้วย ส่วนน้ำมันวัตภาคภายใน 0-10% โดยน้ำหนัก น้ำวัตภาคภายนอก 60-80% โดยน้ำหนัก และตัวทำอิมัลชั่นชนิดน้ำมันในน้ำ ซึ่งใช้สบู่ (Monovalent Soap) ที่เตรียมจากด่าง (Alkali หรือ Amine) 0-2% โดยน้ำหนัก ปริมาณสบู่ที่ได้มีประมาณ 15-25% ของปริมาณสเตียริค อะซิด (Stearic Acid) ซึ่งปริมาณสเตียริค อะซิด ในตำรับมีประมาณ 10-25% โดยน้ำหนัก ความข้นเหนียวและความเป็นเงาบนพื้นผิวของครีมได้จากปริมาณสเตียริค อะซิด ส่วนที่เกินนี้ สบู่ที่ได้จากด่างโปตัสเซี่ยม (Potassium Hydroxide) จะให้ครีมที่อ่อนนุ่ม และเป็นเงางามดีกว่าสบู่ที่ได้จากด่างโซดาแผดเผา (Sodium Hydroxide) [15, 25]

โคลด์ครีม (Cold Cream) เป็นครีมที่เมื่อทาบนผิวหนังแล้วรู้สึกเย็น เนื่องจากน้ำในอิมัลชั่นระเหยออกมาช้า ๆ วัตภาคภายในเป็นน้ำ และมีปริมาณน้อยกว่าวัตภาคภายนอกที่เป็นน้ำมันมาก ตำรับพื้นฐานของโคลด์ครีมประกอบด้วยน้ำวัตภาคภายใน 30-35% โดยน้ำหนัก น้ำมันวัตภาคภายนอก 50-70% โดยน้ำหนัก และตัวทำอิมัลชั่น โซเดียม เซอโรเตท (Sodium Cerotate) ซึ่งเป็นสบู่ (Monovalent Soap) ได้จากปฏิกริยาของน้ำประสานทอง (Borax or Sodium Borate) กับ เซอโรติค อะซิด (Cerotic

Acid, $C_{25}H_{56}COOH$) ที่มีอยู่ในไขจากรังผึ้ง โดยกำหนดว่าปริมาณไขจากรังผึ้งประมาณ 10-12% โดยน้ำหนัก และปริมาณน้ำประสานทองประมาณ 5-7% โดยน้ำหนัก เพราะว่า สบู่โซเดียม เซอโรเตท เป็นตัวทำอิมัลชั่นชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ ฉะนั้น โซเดียม เซอโรเตท จะทำให้เกิดเป็นอิมัลชั่นในขั้นแรก โดยเป็นอิมัลชั่นชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ จนหมดปริมาณน้ำในตำรับ แต่เนื่องจากปริมาณน้ำมันที่มีมากกว่า จึงทำให้อิมัลชั่นที่ได้มา กระจายตัวในน้ำมันอีกครั้ง ผลลัพธ์จะเป็นอิมัลชั่นเชิงซ้อน (Multiple Emulsion) ที่มีลักษณะกระจายตัว 2 ขั้น คือ น้ำมันกระจายตัวในน้ำ และกระจายตัวต่อไปในน้ำมัน (O/W/O) โคลด์ครีมไม่คงตัว จะแยกเมื่อถูกที่ผิวหนัง เมื่อน้ำระเหยไปจะเหลือฟิล์มของน้ำมัน ทำให้ผิวนุ่ม น้ำมันที่ใช้ในโคลด์ครีมในปัจจุบัน นิยมใช้น้ำมันที่ได้จากแร่มากกว่าจากพืช เพราะน้ำมันจากพืชเมื่อเก็บไว้จะหืนได้ง่ายกว่า แต่ผลเสียจากการใช้น้ำมันจากแร่คือ ครีมจะเย็นน้อยลง และการทำให้ผิวนุ่มก็น้อยกว่า[18, 24]

การเกิดอิมัลชั่น[14, 17, 18, 24] ถ้าเราให้พลังงานจากภายนอกเขย่าของเหลว 2 ชนิด ที่ไม่ผสมกัน ผลจะพบว่าของเหลวชนิดหนึ่งจะกระจายตัวเป็นหยดเล็ก ๆ แทรกอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง การที่ของเหลวหนึ่งต้องกระจายตัวออกเป็นหยดเล็ก ๆ โดยมีปริมาณเท่าเดิมนั้น ผลลัพธ์ที่ได้คือ พื้นที่ผิวของของเหลวดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม (คำนวณจากสูตรพื้นที่ผิว = πd^2) และเพราะว่าเนื้อที่ผิวของของเหลวเพิ่ม แต่แรงตึงผิวระหว่างของเหลวทั้ง 2 (interfacial tension) คงเดิมนี้ ย่อมจะมีผลไปเพิ่มพลังอิสระที่พื้นผิว (surface free energy) ตามสูตร $\Delta F = \gamma.\Delta A$ (ΔF คือการเปลี่ยนแปลงพลังงานอิสระที่พื้นผิว γ คือแรงตึงผิวระหว่างของเหลวทั้ง 2 ΔA คือการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ผิวของของเหลว) พลังอิสระที่พื้นผิวที่เพิ่มขึ้นนี้ จะไม่คงตัว จะพยายามสูญสลายไป ซึ่งหมายถึงการรวมตัวของหยดเล็ก ๆ เพื่อแยกตัวออกเป็นชั้นของของเหลวทั้ง 2 ชนิด ที่ไม่ผสมกันนั้น

เพื่อที่จะทำให้อิมัลชั่นที่เกิดนั้นคงตัวต่อไปตามเจตนารมย์ได้ แรงตึงผิวระหว่างของเหลวทั้ง 2 ต้องลดลง ซึ่งในทางปฏิบัติเวลาเตรียมอิมัลชั่น เราต้องเพิ่มเติมตัวทำ

อิมัลชั่น ตัวทำอิมัลชั่นที่เติมลงไปนี้ จึงเชื่อว่าต้องไปลดแรงตึงผิวระหว่างของเหลวทั้ง 2 นั้น โดยนัยเหตุผลข้างต้นนี้ เมื่อเราเตรียมอิมัลชั่นโดยมีตัวทำอิมัลชั่นไปลดแรงตึงผิวระ-หว่างของเหลวทั้ง 2 ลงแล้ว พื้นที่ผิวรวมของของเหลวที่กระจายตัวออกเป็นหยดเล็ก ๆ ที่ต้องเพิ่มขึ้นนั้น จะไม่มีผลหรือมีผลน้อยต่อพลังอิสระที่จะเพิ่มขึ้นนั้น ซึ่งหมายถึงการเกิดอิมัลชั่นได้ง่ายกว่า และมีความคงตัวดี

<u>ตัวทำอิมัลชั่น</u> คือ สารซึ่งช่วยเหลือหรือกระทำโดยตรงต่อของเหลว 2 ชนิด ซึ่งไม่ผสมกัน ให้ของเหลวชนิดหนึ่งกระจายตัวในของเหลวชนิดหนึ่งเป็น 2 วัตภาคที่มีความคงตัวเป็นอิมัลชั่นได้ ได้มีการจัดแบ่งตัวทำอิมัลชั่นเป็นหลายวิธี แต่ที่มีประโยชน์ต่อการพิจารณาตำรับอิมัลชั่น ได้มีการจัดแบ่งตามวิธีดังนี้

แบ่งตัวทำอิมัลชั่น ตามชนิดของอิมัลชั่นที่ได้รับ ได้แก่

1. ตัวทำอิมัลชั่น ชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ ได้แก่ natural polysaccharides, Semi-synthetic polysaccharides, alkali-metal and ammonium soaps, amine soaps, anionic, cationic and non-ionic emulsifying waxes, glycol and glycerol esters containing a soap, macrogol esters, macrogol ethers, polysorbates, poloxalkols, saponins, the finely divided solids, proteins.[16]

2. ตัวทำอิมัลชั่น ชนิดน้ำกระจายตัวในน้ำมัน ได้แก่ Sterol-containing substances, soaps of di-and tri-valent metals, glycol and glycerol esters alone, sorbitan esters, macrogol esters, higher fatty alcohols.

<u>กลไกการทำงานของตัวทำอิมัลชั่น</u>[15, 17, 18, 24]

1. เป็นฟิล์มโมเลกุลเรียงเดี่ยวชั้นเดียว (Monomolecular Film) คือ เป็นฟิล์มชั้นเดียว (monolayer) ของโมเลกุลหรือประจุไฟฟ้า (ion) ที่ถูกดูดซับไว้

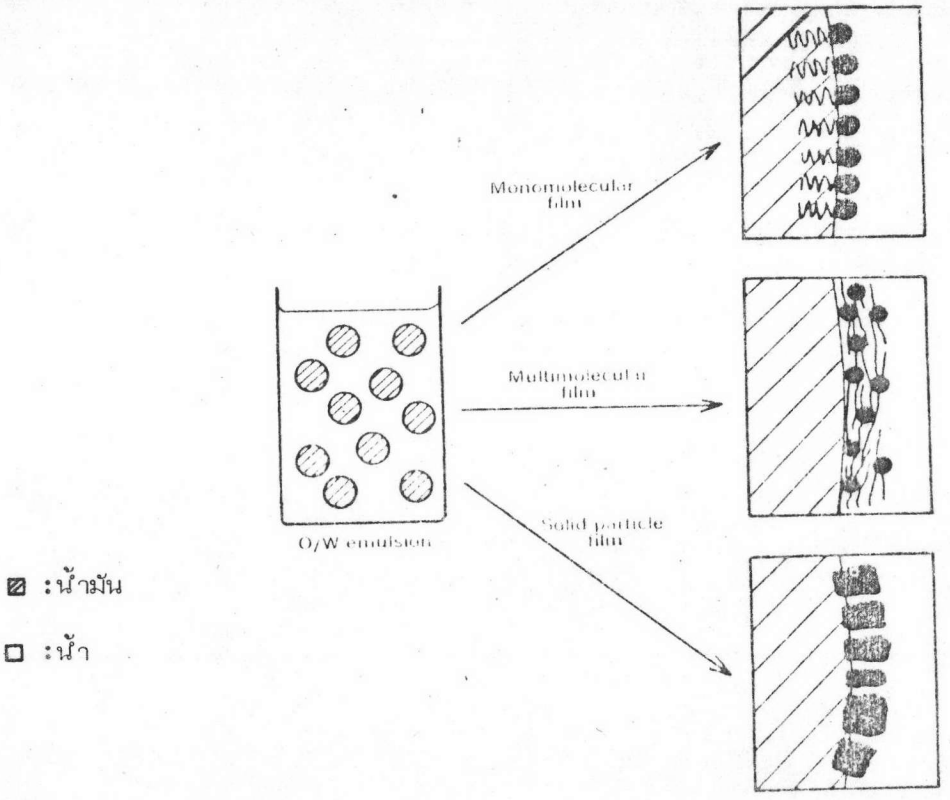
(adsorbed) ที่ผิวประจันระหว่างน้ำกับน้ำมัน ตามกฎ Gibbs' law ถ้ามีตัวทำอิมัลชั่นที่ผิวประจันมากพอเพียง ก็จะมีผลทำให้แรงตึงผิวระหว่างผิวประจัน (interfacial tension) ลดลง และพลังอิสระที่พื้นผิวก็จะลดลง ผลลัพธ์คือ อิมัลชั่นมีความคงตัว อีกเหตุผลหนึ่งซึ่งสามารถนำมาอธิบายการคงตัวของอิมัลชั่นได้ และน่าจะมีความสำคัญมากกว่า คือ การที่มีแรงดูดกันและกันระหว่างโมเลกุลของสารเดียวกันของตัวทำอิมัลชั่นเกาะตัวกันเป็นฟิล์มชั้นเดียว (coherent monolayer) ซึ่งฟิล์มที่เกิดขึ้นนี้จะสามารถป้องกันการรวมตัวกันของหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในของอิมัลชั่น (coalescence) ซึ่งตามเหตุผลที่กล่าวมานี้ จะพิจารณาได้ว่า ถ้าหากตัวทำอิมัลชั่นเป็นสารที่สามารถแตกตัวออกเป็นประจุไฟฟ้าได้ (ionized) สารพวกที่มีประจุไฟฟ้ากำลังสูงมาก (strongly charged) หรือหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในซึ่งมีแรงผลักดันกัน (mutually repelling droplets) ก็ย่อมจะมีความคงตัวเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ในทางปฏิบัติ ถึงแม้จะใช้สารลดแรงตึงผิว (surface active agents) ชนิดไม่แตกตัวเป็นประจุไฟฟ้าหรือไม่เป็นประจุไฟฟ้าก็ตาม หยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในก็อาจจะได้รับประจุมาจากการดูดซับจากสารละลายเองก็ได้

2. เป็นฟิล์มโมเลกุลเรียงหลายชั้น (Multimolecular Films) โดยมากเป็นสารจำพวกคอลลอยด์ที่มีลักษณะชอบน้ำ และสามารถพองตัวจากการอุ้มน้ำซึ่งน้ำเป็นวัตภาคภายนอกนั้น (Hydrated lyophilic colloids) สารในกลุ่มนี้ไม่มีผลต่อการลดแรงตึงผิว กลไกหลักที่สามารถต้านทานการรวมตัวกันของหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในอิมัลชั่น เกิดจากฟิล์มที่เกิดขึ้นมีมากกว่าชั้นเดียว และมีความแข็งแรง ซึ่งฉาบ (coat) รอบ ๆ หยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในนั้นไว้ การที่จะเพิ่มความคงตัวของอิมัลชั่นขึ้นไปอีกสามารถจะทำได้โดยการเพิ่มความหนืดของวัตภาคภายนอก ดังนั้นความคงตัวของอิมัลชั่นจะเพิ่มขึ้นด้วย

3. เป็นฟิล์มอนุภาคของของแข็ง (Solid Particle Films) คือเป็นฟิล์มของอนุภาคของของแข็งที่มีขนาดเล็กกว่าหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในของอิมัลชั่นและ

อนุภาคของของแข็งนี้ต้องสามารถถูกทำให้เปียกด้วยวัตภาคทั้ง 2 ของอิมัลชั่นนี้ โดยถ้าอนุภาคของตัวทำอิมัลชั่นเปียกน้ำแล้ว เติมน้ำมันในภายหลัง จะได้อิมัลชั่นชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ ซึ่งกลับกันถ้าปล่อยให้อนุภาคของตัวทำอิมัลชั่นเปียกน้ำมันก่อนแล้ว เติมน้ำในภายหลัง จะได้อิมัลชั่นชนิดน้ำกระจายตัวในน้ำมัน ตัวอย่างเช่น Bentonite

ลักษณะของกลไกทั้ง 3 แบบที่กล่าวนี้ สามารถแสดงได้ตามรูปที่ 1[15, 18, 24] ดังนี้



รูปที่ 1 ชนิดของฟิล์มที่เกิดจากกลไกการทำงานของตัวทำอิมัลชั่นที่พื้นผิวสัมผัสระหว่างน้ำมันกับน้ำ ของอิมัลชั่นชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ

ลักษณะของกลไกทั้ง 3 แบบที่กล่าวนี้ สามารถสรุปพร้อมตัวอย่างได้ตามตารางที่ 1 และแบ่งตัวทำอิมัลชั่นที่มีกลไกการทำงานทั้ง 3 แบบได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 กลไกการทำงานของตัวทำอิมัลชั่น

ชนิดของฟิล์ม	ตัวอย่าง	กลไก
โมเลกุลเรียงเดี่ยวชั้นเดียว	Potassium laurate Polyoxyethylene sorbitan monooleate	การที่มีแรงดูดกันและกันระหว่างโมเลกุลของสารเดียวกันของตัวทำอิมัลชั่นเกาะตัวกันเป็นฟิล์มชั้นเดียวที่ยืดหยุ่น (flexible) ของสารลดแรงตึงผิวทำให้อิมัลชั่นคงตัว ที่ใช้มากเป็นสารที่ไม่มีประจุไฟฟ้า เตรียมได้ทั้ง 2 ชนิด น้ำกระจายตัวในน้ำมันและน้ำมันกระจายตัวในน้ำ
โมเลกุลเรียงหลายชั้น	Acacia Gelatin	การที่มีฟิล์มหนาแข็งแรงของสารไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloids) จะได้อิมัลชั่นชนิดน้ำมันกระจายตัวในน้ำ ไม่มีผลต่อแรงตึงผิว ความคงตัวเกิดจากความแข็งแรงของฟิล์ม
อนุภาคของของแข็ง	Bentonite Graphite Magnesium hydroxide	การที่มีฟิล์มของอนุภาคของของแข็งที่สามารถถูกทำให้เปียกด้วยวัตภาคทั้ง 2 ที่ผิวประสันที่คงตัว เตรียมได้ทั้งอิมัลชั่นน้ำกระจายตัวในน้ำมัน และน้ำมันกระจายตัวในน้ำ ขึ้นกับวิธีเตรียมอิมัลชั่น

ตารางที่ 2 การแบ่งตัวทำอิมัลชั่นตามกลไกการทำงาน

ชนิด	ชนิดของฟิล์ม	ตัวอย่าง
สารลังเคราะห์ (สารลดแรงตึงผิว)	โมเลกุลเรียงเดี่ยว	สารประจุไฟฟ้าลบ, สบู่, Potassium laurate Triethanolamine stearate Sulfates Sodium lauryl sulfate Alkyl polyoxyethylene sulfates Sulfonates Dioctyl sodium sulfosuccinate สารประจุไฟฟ้าบวก Quaternary ammonium compounds Cetyltrimethylammonium bromide Lauryldimethylbenzyl ammonium chloride สารไม่มีประจุไฟฟ้า Polyoxyethylene fatty alcohol ethers Sorbitan fatty acid esters Polyoxyethylene sorbitan fatty acid esters
สารธรรมชาติ	โมเลกุลเรียงตัวหลายชั้น	Hydrophilic colloids : Acacia Gelatin
	โมเลกุลเรียงเดี่ยวชั้นเดียว	Lecithin Cholesterol
อนุภาคของของแข็งซึ่งมีความละเอียดมาก	อนุภาคของของแข็ง	Colloidal clays : Bentonite Veegum Metallic hydroxides : Magnesium hydroxide

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติของตัวทำอิมัลชั่น (18, 24)

ในปี ค.ศ. 1964 Cobb ได้กำหนดคุณสมบัติของตัวทำอิมัลชั่นไว้ ดังนี้

1. เป็นสารที่มีผลต่อแรงตึงผิว (surface active) ลดแรงตึงผิวลงต่ำกว่า 10 dyne/cm.

2. ถูกดูดซับไว้รอบหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในได้รวดเร็ว และสร้างเป็นฟิล์มหนาทำให้สามารถป้องกันการรวมตัวกันของหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในได้

3. ทำให้หยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในของอิมัลชั่นมีศักดาไฟฟ้า (electrical potential) เพียงพอให้เกิดแรงผลักดันกัน (mutual repulsion)

4. เพิ่มความหนืดให้แก่วัตภาคภายนอกของอิมัลชั่น

5. สามารถใช้ได้ในความเข้มข้นต่ำ

การเกิดฟิล์ม

ตัวทำอิมัลชั่นที่ดีต้องสามารถสร้างฟิล์มได้โดยรับพลันทันทีรอบหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายใน เพื่อเป็นชั้นคุ้มกันป้องกันการรวมตัวกันของหยดเล็ก ๆ ที่มาสัมผัสกัน

ความเข้มข้นของตัวทำอิมัลชั่น

เพราะว่าจุดประสงค์หลักของตัวทำอิมัลชั่นเพื่อทำให้เกิดฟิล์มหนืบ (condensed film) รอบหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายใน ดังนั้นปริมาณของตัวทำอิมัลชั่นจึงจำเป็นต้องพอเพียงเพื่อการนี้ ถ้าปริมาณตัวทำอิมัลชั่นไม่พอเพียง จะเกิดการรวมตัวกันได้ในขณะเดียวกัน ถ้าปริมาณตัวทำอิมัลชั่นมากเกินไป นอกจากจะทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นแล้ว ผลประโยชน์อื่นที่ควรได้รับจะน้อยลงไป

การคำนวณนี้เพื่อให้ได้ปริมาณของตัวทำอิมัลชั่นที่ให้อิมัลชั่นที่เหมาะสมพอดี (satisfactory emulsion)

กำหนดว่า ให้เป็นฟิล์มหนา 1 โมเลกุล รอบแต่ละหยดเล็ก ๆ ใช้น้ำมัน 50 กรัม ความหนาแน่น 1.0 และน้ำ 50 กรัม มีหยดเล็ก ๆ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตามต้องการ 1 ไมครอน หรือ 10^{-4} ซม.

ฉะนั้น ปริมาตรของอนุภาค $= \frac{\pi d^3}{6} = 0.524\times10^{-12}$ ซม.^{3}

จำนวนหยดเล็ก ๆ ทั้งหมด $= \frac{50}{0.524\times10^{-12}}$

$= 95.5\times10^{12}$

พื้นที่ผิวของแต่ละหยดเล็ก ๆ $= \pi d^2$

$= 3.142\times10^{-8}$ ซม.^{2}

พื้นที่ผิวรวมทั้งหมดของหยดเล็ก ๆ $= 3.142\times10^{-8}\times95.5\times10^{-12}$

$= 300\times10^{-4}$ ซม.^{2}

ถ้าแต่ละโมเลกุลที่พื้นผิวสัมผัสน้ำมันกับน้ำ (oil/water interface) มีพื้นที่ 30 $\cdot A^2$ หรือ 30×10^{-16} ซม.^{2}

ฉะนั้นที่พื้นผิวสัมผัสน้ำมันกับน้ำจะมีมวลอยู่ $= \frac{300\times10^4}{30\times10^{-16}} = 1\times20^{21}$ โมเลกุล

ถ้าตัวทำอิมัลชั่น (typical emulsifying agent) มีน้ำหนักโมเลกุล 1000

ฉะนั้นน้ำหนักตัวทำอิมัลชั่นที่จะต้องใช้ $= \frac{1000\times1\times10^{21}}{6.023\times10^{23}} = 1.66$ กรัม

หรือเพื่อทำอิมัลชั่น น้ำมัน 10 กรัม ต้องใช้ตัวทำอิมัลชั่น 0.33 กรัม

เพื่อสะดวกต่อการพิจารณาตัวทำอิมัลชั่น Griffin ในปี ค.ศ. 1949 และ ค.ศ. 1954 ได้ตั้งเป็นเลข HLB scale ไว้โดยคร่าว ๆ จาก 1-50 และกำหนดว่าสารซึ่งมี HLB ต่ำจะเป็นสารชอบน้ำมัน (lipophilic) และ HLB สูงจะเป็นสารชอบ

น้ำ (hydrophilic)

W/O อิมัลชั่นต้องใช้ตัวทำอิมัลชั่น มีค่า HLB 3-8 และ O/W อิมัลชั่นต้องใช้ตัวทำอิมัลชั่นมีค่า HLB 8-18[17]

การศึกษาลักษณะการไหลของอิมัลชั่น (Emulsion Rheology)

ทั้งตัวทำอิมัลชั่นและองค์ประกอบอื่น ๆ ของอิมัลชั่น มีผลต่อลักษณะการไหลของอิมัลชั่นได้หลายทาง ไม่เฉพาะแต่วัตภาคภายใน เพราะอิมัลชั่นมีปัญหาหลายด้าน คือ หยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในถูกทำลายภายใต้สภาวะแรงกระทำซึ่งย่อมมีผลต่อการไหล ขณะเดียวกัน ชั้นของตัวทำอิมัลชั่นที่ถูกดูดซับไว้จะมีผลต่อการกระทำระหว่างกันและกัน ระหว่างหยดเล็ก ๆ ที่อยู่ใกล้กัน และระหว่างหยดเล็ก ๆ กับวัตภาคภายนอก

ปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของอิมัลชั่น[18, 24]

1. วัตภาคภายใน

1.1 ความเข้มข้นของวัตภาคภายในมีผลต่อการเคลื่อนไหวไปชนกันของหยดเล็ก ๆ การจับกลุ่มเป็นกระจุกของหยดเล็ก ๆ

1.2 มีแรงกระทำไปทำลายหยดเล็ก ๆ ลง

1.3 ขนาดของหยดเล็ก ๆ การกระจายของขนาด เทคนิคที่ใช้เตรียมอิมัลชั่นและแรงตึงผิวระหว่างผิวประจันจะมีผลต่อพฤติกรรมของหยดเล็ก ๆ เมื่อได้รับแรงกระทำ ทำให้เกิดการชนกันระหว่างวัตภาคภายนอกกับวัตภาคภายใน

1.4 องค์ประกอบทางเคมี

2. วัตภาคภายนอก

2.1 ความหนืดและคุณสมบัติการไหลของวัตภาคภายนอก

2.2 องค์ประกอบทางเคมี การมีประจุไฟฟ้า และความเป็นกรด ด่าง จะเป็นพลังงานศักย์ให้หยดเล็ก ๆ ชนกัน

2.3 การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายที่มีประจุไฟฟ้า (electrolyte) ลงไปในวัตภาคภายนอกที่ชอบน้ำจะมีผลต่อความหนืดของวัตภาคภายนอก

3. ตัวทำอิมัลชั่น

3.1 องค์ประกอบทางเคมีมีส่วนทำให้เกิดพลังงานศักย์ระหว่างหยดเล็ก ๆ ซึ่งอาจจะมีผลต่อความหนืดของอิมัลชั่นได้เช่นกัน

3.2 ความเข้มข้นของตัวทำอิมัลชั่นและการละลายของตัวทำอิมัลชั่นในวัตภาคภายในและภายนอกทำให้ของเหลววัตภาคภายในละลาย การกลับวัตภาคของอิมัลชั่น รวมทั้งการเกิด Solubilization จะมีผลต่อความหนืดของอิมัลชั่น

3.3 ความหนาและคุณสมบัติทางการไหลของฟิล์ม รวมทั้งความสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของหยดของวัตภาคจะมีผลต่อความหนืดของอิมัลชั่น

4. การเติมสารอื่น ๆ ลงไปในอิมัลชั่น เช่น สารที่ช่วยเพิ่มความคงตัว สี สารไฮโดรคอลลอยด์และไฮดรัลออกไซด์ จะมีผลต่อคุณสมบัติการไหลของวัตภาคและบริเวณรอบ ๆ ผิวประจัน

007444

<u>วิธีเตรียมอิมัลชั่นที่ดี</u>[18, 24]

1. แจงสารในตำรับเป็นกลุ่มตามการละลายในน้ำหรือในน้ำมัน

2. ทราบชนิดของอิมัลชั่นของตำรับ (เป็นชนิด W/O หรือ O/W) แล้วคำนวณค่า HLB ของตำรับ (ตามวิธีในภาคผนวก ข.)

3. เลือกตัวทำอิมัลชั่นซึ่งคงตัวต่อปฏิกริยา (chemically stable) ไม่เป็นพิษ (non-toxic) ไม่มีสี กลิ่น รส หรือมีน้อย (low in color odor and taste) ตามชนิดของเครื่องมือที่ใช้ปั่นและความคงตัวของผลิตภัณฑ์อิมัลชั่น ทำให้หยดเล็ก ๆ ต้องไม่รวมตัวกันที่อุณหภูมิห้อง และคงตัวต่อสภาวะแข่แข็งสลับความร้อน และที่อุณหภูมิ 50°C การใช้ตัวทำอิมัลชั่น ให้ใช้ในอัตราสูงสุด อาจเป็น 10-30% ของส่วนน้ำมัน

4. ละลายตัวทำอิมัลชั่นในกลุ่มของสารละลายของน้ำมัน ทำให้มีอุณหภูมิรวมสูงกว่าจุดหลอมเหลวของสารซึ่งมีจุดหลอมเหลวสูงที่สุด ประมาณ 5-10°C แต่ไม่ควรเกิน 70-80°C

5. ละลายสารละลายในน้ำ ด้วยปริมาณน้ำที่เหมาะสม (ยกเว้นกรดและเกลือ)

6. ให้ความร้อนต่อสารละลายในน้ำ มีอุณหภูมิสูงกว่า ส่วนน้ำมัน 3-5°C

7. เทส่วนน้ำลงในน้ำมัน พร้อมกับคน หรือปั่นที่เหมาะสม

8. ละลายกรดหรือเกลือในน้ำ แล้วเทลงผสมเมื่ออิมัลชั่นเย็นแล้ว

9. ตรวจและปรับปรุงสูตรตำรับ ถ้าได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่คงตัว ซึ่งอาจต้องเพิ่มปริมาณตัวทำอิมัลชั่นหรือเปลี่ยนชนิดตัวทำอิมัลชั่นที่มีค่า HLB สูงขึ้นหรือต่ำลง เนื่องจากยังไม่มีสูตรหรือวิธีคำนวณ HLB ที่เหมาะสม (Required HLB) โดยตรง การศึกษาจึงใช้วิธีทดลองตามวิธีทดลองและปรับปรุง (errors and trials) จนกว่าจะได้อิมัลชั่นที่ดี ค่า HLB ซึ่งให้อิมัลชั่นที่ดีจะเป็น HLB ที่เหมาะสม ของน้ำมันนั้น

ในปี ค.ศ. 1965 Becher[25, 26] ได้แบ่งวิธีเตรียมอิมัลชั่นตามลำดับการเติมสารดังนี้

1. วิธีเติมตัวทำอิมัลชั่นในน้ำ (Emulsifier-in-water Method)

วิธีเตรียม ละลายตัวทำอิมัลชั่นในน้ำแล้วเทน้ำมันลงน้ำพร้อมกับคน ผลจะได้ O/W อิมัลชั่น และกลับวัตภาค (inversion) เป็น W/O อิมัลชั่น ถ้าเทน้ำมันลงไปมาก

2. วิธีเติมตัวทำอิมัลชั่นในน้ำมัน (Emulsifier-in-Oil Method)

วิธีเตรียม ละลายตัวทำอิมัลชั่นในน้ำมันแล้วเทน้ำมันลงน้ำ จะได้ O/W อิมัลชั่นหรือเทน้ำลงน้ำมันจะได้ W/O อิมัลชั่น

3. วิธีสบู่ (Soap Method)

วิธีเตรียม ละลายส่วนกรดไขมัน (fatty acid) ในน้ำมัน ละลายส่วนด่าง (alkaline) ในน้ำ จะเกิดสบู่ (soap) ที่ผิวของชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมัน วิธีนี้เตรียมได้ทั้ง O/W และ W/O อิมัลชั่น

4. วิธีเติมสารสลับกัน (Alternate Addition Method)

วิธีเตรียม เทน้ำสลับน้ำมันลงในตัวทำอิมัลชั่น ตัวอย่างการเตรียมตามวิธีนี้คือ อิมัลชั่นของตัวทำอิมัลชั่นอะเคเชีย (acacia emulsifying agent emulsion)

ความไม่คงตัวของอิมัลชั่น[14, 15, 16, 18] ได้แก่

1. การลอยผิว (Creaming) ภายใต้แรงดึงดูดของโลก หยดเล็ก ๆ จะแยกตัวออกเพราะความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะของของเหลว 2 ชนิด ถ้าการแยกตัวออกชนิดที่ยังไม่รวมกลุ่มกัน (aggregation) เมื่อเขย่าจะกลับคืนได้ การลอยผิวนี้เป็นไปตาม the Stokes' equation คือ หยดเล็ก ๆ ที่ใหญ่จะลอยผิวได้เร็วกว่า และถ้าความหนืดเพิ่มขึ้น การลอยผิวจะช้าลง

2. การจับกลุ่ม (Flocculation) อาจเกิดได้ก่อนหรือขณะที่หรือหลังเกิดการลอยผิว เป็นการรวมกลุ่มจากหยดเล็ก ๆ ที่กระจายตัวจับรวมกันเป็นก้อนหลวม ๆ ซึ่งสามารถจะกลับคืนสภาพเดิมได้เมื่อเขย่า (reversible aggregation)

3. การรวมกันของวัตภาคภายใน (Coalescence) เกิดจากหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในของอิมัลชั่นรวมตัวกันกลายเป็นหยด ซึ่งอาจจะป้องกันได้ โดยเพิ่มความแข็งแรงของฟิลม์ของตัวทำอิมัลชั่น

ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของอิมัลชั่น[19]

1. ระยะเวลาและอุณหภูมิ เมื่อเก็บอิมัลชั่นไว้เป็นระยะเวลานาน อิมัลชั่นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยวัตภาคภายในจะมารวมตัวกันหรือเกิดลอยผิวขึ้น พบว่าอุณหภูมิจะเร่งการเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้รวดเร็วขึ้น แต่อัตราความเร็วในการเกิดการเปลี่ยนแปลงนี้จะไม่เป็นปฏิภาคตาม Arrhenius equation และพบว่าที่อุณหภูมิมากกว่า 50°C อิมัลชั่นจะไม่สามารถคงตัวอยู่ได้ ในการทดสอบความคงตัวของอิมัลชั่นจึงใช้อุณหภูมิ 40-45°C และยังได้พบอีกว่าความเย็นเร่งการเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้รวดเร็วกว่าความร้อน พบว่าอิมัลชั่นที่สามารถผ่านการเก็บที่อุณหภูมิ 45°C เป็นระยะเวลา 24

ชั่วโมง สลับการแช่แข็งที่ -10°C เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เป็นจำนวน 5 รอบ (five freeze-thaw cycles) จะมีความคงตัวเทียบได้กับการเก็บรักษาอิมัลชั่นไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 2 ปี

2. แรงเหวี่ยง (Centrifugation) พบว่าแรงเหวี่ยงมีผลต่อฟิล์มที่ผิวประจัน แรงเหวี่ยงสูง ๆ จะทำลายฟิล์มที่ผิวประจัน Becher ได้พบว่าแรงเหวี่ยงที่ความเร็ว 3750 รอบต่อนาที เหวี่ยงในหลอดที่มีรัศมีกว้าง 10 เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง จะมีผลไปทำลายฟิล์มที่ผิวประจันได้เหมือนกับแรงดึงดูดของโลกเป็นระยะเวลาเท่ากับ 1 ปี

3. การกวนหรือเขย่า (Agitation) พบว่าการกวนหรือเขย่าที่มากเกินความจำเป็นหรือการทำโฮโมจีไนเซชั่น (homogenization) ที่มากเกินไปจะเร่งให้วัตภาคภายในมารวมตัวกัน

<u>ลักษณะบรรทัดฐานที่เราสามารถใช้เป็นเครื่องมือตรวจอิมัลชั่น</u>

1. การแยกวัตภาคออกเป็นชั้น (phase separation) ตรวจดูได้ด้วยตาเปล่าและอาจจะวัดปริมาตรของวัตภาคที่แยกออกมาได้ด้วย

2. ความหนืด พบว่าอิมัลชั่นที่เก็บไว้นาน ๆ จะมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น และความหนืดจะลดลง ถ้าเกิดการแยกวัตภาคออกเป็นชั้น

3. คุณสมบัติ electrophoretic โดยวัด zeta potential เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าลงไปในอิมัลชั่น วิธีนี้ใช้ตรวจการจับกลุ่มได้ดีเพราะการจับกลุ่มขึ้นกับประจุไฟฟ้าบนหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายใน แต่ใช้ตรวจการดึงดูดแล้วรวมตัวกันซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับประจุไฟฟ้าบนหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในไม่ได้ผลดีนัก

4. จำนวนและขนาดหยดเล็ก ๆ ของวัตภาคภายในที่เกิดการเปลี่ยนแปลงตรวจสอบโดยวัดขนาดโดยตรงจากกล้องจุลทรรศน์และนับจำนวนตามขนาดต่าง ๆ นั้น หรือใช้เครื่องมืออีเล็คทรอนิค Coulter counter ตรวจวัด

ได้มีรายงานการทดลองไว้ว่า อิมัลชั่นที่คงตัวจะต้องสามารถผ่านการตรวจสอบได้ดังนี้

1. ผ่านการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45-50°C เป็นระยะเวลา 60-90 วัน หรือ
2. ผ่านการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นระยะเวลา 5-6 เดือน หรือ
3. ผ่านการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 12-18 เดือน หรือ
4. ผ่านการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°C เป็นระยะเวลา 1 เดือน หรือ
5. ผ่านการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25°C สลับการแช่แข็งที่ -20°C เป็นจำนวน 2-3 รอบ หรือ
6. ผ่านการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 45°C สลับการแช่แข็งที่ 0°C เป็นจำนวน 6-8 รอบ แต่ละครั้งเป็นเวลา 2 วัน หรือ
7. ผ่านการเหวี่ยงด้วยความเร็ว 2000-3000 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิห้อง หรือ
8. ผ่านการเหวี่ยงด้วยเครื่อง Reciprocal Agitator ความเร็ว 60 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1-2 วันที่อุณหภูมิห้องและที่ 45°C

<u>ประโยชน์ของยาเตรียมอิมัลชั่น</u>(18, 24)

1. อิมัลชั่น ทำให้คุณสมบัติของการรักษาและความสามารถกระจายตัวของตัวยาบางตัวเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันผลเสียอาจเกิดขึ้นด้วยก็ได้ เช่น ยาฆ่าเชื้อที่ละลายได้ในน้ำ ถ้าทำเป็น O/W อิมัลชั่นจะมีผลการฆ่าเชื้อมากขึ้น ขณะเดียวกันก็ระคายเคืองผิวมากขึ้น

2. อิมัลชั่น กลบรสและกลิ่นไม่พึงปรารถนาของน้ำมันได้ และถ้าจะใช้การแต่งกลิ่น สี รส และความหวาน กับอิมัลชั่น ต้องใช้ในปริมาณน้อย เพราะจะทำให้เกิดคลื่นไส้และระคายเคืองกระเพาะอาหาร

3. การดูดซึมยาและการซึมผ่านของยาจะง่ายขึ้น ถ้าผสมในอิมัลชั่น

4. การเป็นอิมัลชั่นยาวนานขึ้น ผลทางหล่อลื่นผิวมีมากขึ้น

5. อิมัลชั่น มีน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีของตัวยาหลายชนิด และการแต่งกลิ่น สี รส ซึ่งผสมลงในอิมัลชั่นและน้ำมีราคาถูกมาก

ตำรับทางเภสัชกรรมและมาตรฐานตำรับยาของต่างประเทศที่กฎหมายไทยยอมรับ เช่น United States Pharmacopeia, The National Formulary, British

Pharmacopeia, British Pharmaceutical Codex. ได้นำครีมและโลชั่นเป็นรูปแบบยาเตรียม ใช้รักษาโรคทั้งภายนอกและภายในร่างกาย ซึ่งนิยมใช้มาก เป็นยารักษาโรคภายนอก ในกลุ่มยารักษาโรคผิวหนัง และยาใช้เฉพาะที่ เท่าที่ผู้วิจัยสามารถรวบรวมไว้ได้มีถึง 12 จำพวก (Categories) นอกจากนี้ตำราทางเครื่องสำอางได้นำอิมัลชั่นเป็นรูปแบบเครื่องสำอางถึง 22 จำพวก (แต่ละจำพวกมีจุดมุ่งหมายและตำแหน่งที่ใช้บนร่างกายต่างกัน) รายละเอียดของตำรับยาและกลุ่มเครื่องสำอางดังกล่าวปรากฏในภาคผนวก จ. ทั้งนี้ในแต่ละจำพวกเครื่องสำอางนี้ ผู้ผลิตสามารถดัดแปลงตำรับตามความเหมาะสมเป็นเฉพาะรายได้ ซึ่งถ้าคิดเป็นเงินจะมีมูลค่ามหาศาลในแต่ละปี ด้วยเหตุที่ประเทศไทยได้สั่งน้ำมันมะกอกจากต่างประเทศมาใช้จำนวนมาก ได้มีผู้วิจัยหลายท่านพยายามหาน้ำมันมาทดแทนน้ำมันมะกอก เนื่องจากน้ำมันตีนเป็ดน้ำมีองค์ประกอบใกล้เคียงกับน้ำมันมะกอก และยังมีข้อดีกว่าที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยกว่า น้ำมันตีนเป็ดน้ำจึงควรมีความคงตัวดีกว่า เพราะไม่เหม็นหืนง่ายเหมือนน้ำมันมะกอก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นควรจะนำน้ำมันตีนเป็ดน้ำมาใช้ประโยชน์เตรียมผลิตภัณฑ์เภสัชกรรม ใช้สำหรับเป็นยาพื้นของตำรับยารักษาโรคภายนอก และเป็นเครื่องสำอางด้วย

ในการปรับปรุงตำรับยานั้น นอกจากการปรับปรุงตัวยาแล้ว ยังต้องปรับปรุงยาพื้นด้วย ผู้วิจัยจึงได้นำน้ำมันตีนเป็ดน้ำมาศึกษาในรูปแบบของยาเตรียมอิมัลชั่น โดยศึกษาเปรียบเทียบการเตรียม คุณสมบัติ และความคงตัวระหว่างผลิตภัณฑ์ของน้ำมันตีนเป็ด-น้ำ กับน้ำมันมะกอก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้คาดว่า จะได้ยาพื้นและเครื่องสำอางซึ่งมีความคงตัวดี สามารถใช้ได้ดีเท่ากันหรือดีกว่าน้ำมันมะกอก นอกจากนี้เป็นการลดอัตราการสั่งซื้อวัตถุดิบเภสัชกรรมน้ำมันมะกอกจากต่างประเทศเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศ และอาจเป็นวัตถุดิบทดแทนในสภาวะสงครามได้ด้วย นอกจากนี้น้ำมันตีนเป็ดน้ำยังมีผลทางรักษาเป็นยา และอาจใช้ในลักษณะคุณสมบัติของน้ำมันเป็นสารให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังได้ด้วย