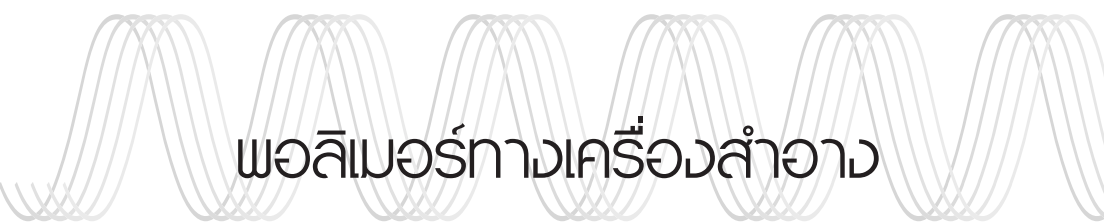


แพลิเมอร์

ทางเครื่องสำอาง

ณัฐยา เหล่าฤทธิ
มยุรี กัลยาวัฒนกุล



พอลิเมอร์ทางเครื่องสำอาง

พอลิเมอร์ทางเครื่องสำอาง

ณัฐยา เหล่าฤทธิ
มยุรี กัลยาวัฒนกุล

 **สำนักพิมพ์**
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2568

360.-

ณัฐยา เหล่าฤทธิ

พอลิเมอร์ทางเครื่องสำอาง / ณัฐยา เหล่าฤทธิ, มยุรี กัลยาวัฒนกุล

1. โพลิเมอร์. 2. อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง. I. มยุรี กัลยาวัฒนกุล.

668.55

ISBN (e-Book) 978-616-626-518-7

Q73/25/2568



assculคําวชิการ สู้สังคค
Knowledge to All
www.cupress.chula.ac.th

หนังสือเล่มนี้ผ่านการตรวจคุณภาพวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิของสำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จัดทำโดย รศ. ดร.ณัฐยา เหล่าฤทธิ

กลุ่มวิจัยเครื่องสำอางสมุนไพร และเวชสำอาง

(Phytocosmetics and Cosmeceuticals Research Group)

สำนักวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

E-mail: nattayal@mfu.ac.th

ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2568 [CUP6808-076]

บรรณาธิการอำนวยการ : รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลวรรณ พิมพ์พันธ์ุ

กองบรรณาธิการฝ่ายวิชาการ : ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ปิยนดา บุนนาค

ศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ เดชะอำไพ

ศาสตราจารย์ นายแพทย์ชิษณุ พันธุ์เจริญ

รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์นัธ เดชะคุปต์

ผู้ประสานงาน : วาสนา ชำเซ็น

พิสูจน์อักษร : บุศรินทร์ สรวัตร

ออกแบบปกและรูปเล่ม : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สั่งซื้อได้ที่ ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทร. 0-2218-9872 โทรสาร 0-2254-9495

Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ) โทร. 0-2255-4433, 06-4808-3399

www.chulabook.com Facebook page: Chulabook , Line : @chulabook

ร้านค้าติดต่อ แผนกธุรกิจร้านค้า สาขาหัวหมาก โทร. 0-2374-1375-6, 06-4808-3399

คำนำ



หนังสือเล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้ประกอบการสอนรายวิชา พอลิเมอร์ทางเครื่องสำอาง (Polymer in Cosmetics) 1701441 สำหรับนักศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง โดย ผู้เขียน ได้ปรับปรุงจากเอกสารคำสอน และเอกสารประกอบการสอน ที่ใช้ประกอบการสอนรายวิชาดังกล่าว และรวบรวมจากบทความในหนังสือ และบทความวิชาการ เรียบเรียงเป็นหนังสือเล่มนี้ ซึ่งมีความสมบูรณ์ และเนื้อหาที่สอดคล้องกับความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี ในปัจจุบัน เพื่อให้ นักศึกษา เกิดความรู้ และความเข้าใจที่มากขึ้น จากการใช้หนังสือเล่มนี้ ในการประกอบการเรียน โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับ พอลิเมอร์ที่มีการประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง ทั้งกลุ่มที่ทำหน้าที่เป็นสารในการตั้งตัว และกลุ่มที่เป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ การทดสอบและการควบคุมคุณภาพพอลิเมอร์ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง พอลิเมอร์จากแหล่งต่าง ๆ พร้อมตัวอย่างพอลิเมอร์ที่มีการผลิตเพื่อจำหน่ายแล้วในเชิงพาณิชย์ รวมถึง พอลิเมอร์ที่ใช้ในการเติมเต็มผิว และการร้อยไหม และพอลิเมอร์สำหรับระบบนำส่งทางเครื่องสำอาง ซึ่งคาดว่า นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาแล้ว ยังรวมถึงผู้ที่สนใจในการประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางด้วยเช่นกัน

ผู้เขียน หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือฉบับปรับปรุง เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษา และผู้สนใจ และขอขอบคุณผู้สนับสนุนผลงานวิชาการต่าง ๆ ซึ่งผู้เขียนได้นำมาประกอบในการเรียบเรียงหนังสือเล่มนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำในการปรับแก้ไขข้อมูล และเนื้อหาทางวิชาการ และกองบรรณาธิการของสำนักพิมพ์แห่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการตรวจสอบการพิมพ์ ลิขสิทธิ์ รวมถึงการจัด
ทำอาร์ตเวิร์ก (artwork) ในการจัดทำหนังสือฉบับปรับปรุงเล่มนี้ ขอขอบคุณ
นักศึกษาที่ผ่านการลงทะเบียนในรายวิชานี้ตั้งแต่รุ่นแรก จนถึงปัจจุบัน ที่สร้าง
แรงบันดาลใจ และข้อสงสัยใหม่ๆ ที่นำมาซึ่งการวิเคราะห์และสังเคราะห์
ความรู้ต่างๆ เพื่อประกอบเป็นหนังสือเล่มนี้ อย่างไรก็ตาม หากมีข้อผิดพลาด
หรือความบกพร่องประการใดที่ควรแก้ไข หรือเพิ่มเติม ผู้เขียนขออภัย มา ณ
โอกาสนี้ และน้อมรับข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุง และแก้ไข ให้มี
ความทันสมัย ถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในการพิมพ์ครั้งต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐยา เหล่าฤทธิ
รองศาสตราจารย์ ดร.มยุรี กัลยาวัฒนกุล
พฤษภาคม 2568

สารบัญ



	หน้า
บทที่ 1 การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ในเครื่องสำอาง	1
1.1 บทนำ	1
1.2 การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ในเครื่องสำอาง	2
เอกสารอ้างอิง	5
บทที่ 2 ประเภทของพอลิเมอร์ที่มีการประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง	7
2.1 บทนำ	7
2.2 พอลิเมอร์จากพืช (plant-based polymers)	7
เซลลูโลส (cellulose)	8
กัมหรือเฮมิเซลลูโลส (gum หรือ hemicellulose)	8
แป้ง (starch)	11
เพกทิน (pectin)	11
มิวซิเลจ (mucilage)	11
โปรตีนจากพืช	12
2.3 พอลิเมอร์จากสัตว์ (animal-based polymers)	12
ไคตินและไคโตซาน (chitin และ chitosan)	12
พอลิเมอร์ที่เป็นองค์ประกอบของผิว	15
2.4 พอลิเมอร์จากเชื้อจุลินทรีย์ (microorganism-based polymers)	33
พอลิเมอร์จากแบคทีเรีย	34
ไคตินและไคโตซานจากเชื้อจุลินทรีย์	34
ไกลโคซามิโนไกลแคนส์จากเชื้อจุลินทรีย์	37
พอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ด	37
พอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายทะเล	41

2.5 พอลิเมอร์กึ่งสังเคราะห์ (semisynthetic-based polymers)	43
เซลลูโลสอีเทอร์ (cellulose ether)	44
แป้งดัดแปร (modified starch)	50
กัมดัดแปร (modified gum)	52
2.6 พอลิเมอร์จากการสังเคราะห์ (synthetic-based polymers)	53
ซิลิโคน	53
คาร์โบพอล (carbopol)	56
พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol; PVA)	57
พอลิไวนิลไพร์โรลิโดน (polyvinylpyrrolidone; PVP)	58
พอลิควอเทอร์นียม (polyquaterniums; PQ)	59
พอลิเอทิลีน (polyethylene; PE)	61
พีวีเอ/วีเอ (PVA/VA)	61
2.7 พอลิเมอร์อื่นๆ (miscellaneous)	61
เอกสารอ้างอิง	63

บทที่ 3 การวิเคราะห์ การพิสูจน์เอกลักษณ์ และการควบคุมคุณภาพพอลิเมอร์	69
3.1 บทนำ	69
3.2 การวิเคราะห์แบบแผนเดิม	70
ความหนาแน่น (density)	70
การดูดซับน้ำ (water sorption)	72
ปริมาณความชื้น (moisture content)	75
อัตราการพองตัว (swelling ratio)	75
ความหนืด (viscosity)	76
ความสามารถในการละลาย (miscibility)	76
การติดไฟ หรือการลามไฟ (flammability)	76

การทดสอบการเกิดเจลด้วยลูกบอล (gelatinization: galling ball method)	77
การทดสอบความเค้น-ความเครียด (stress-strain tests)	78
แรงตึงผิว (surface tension)	80
3.3 การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ	83
สเปกโทรสโกปี (spectroscopy)	86
- อัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรสโกปี (ultraviolet-visible spectroscopy; UV-Vis spectroscopy)	86
- อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (infrared spectroscopy; IR spectroscopy)	87
- รามานสเปกโทรสโกปี (Raman spectroscopy)	90
- นิวเคลียร์แมกเนติกสเปกโทรสโกปี (nuclear magnetic resonance spectroscopy; NMR spectroscopy)	91
- อิเล็กตรอนพาราแมกเนติกเรโซแนนซ์ (electron paramagnetic resonance spectroscopy; ESR spectroscopy)	93
- รังสีเอกซ์ (X-ray)	93
- แมสสเปกโทรสโกปี (mass spectroscopy; MS)	94
- เซอร์คิวลาร์ไดโครอิซึม (circular dichroism spectroscopy; CD spectroscopy)	94
ไมโครสโกปี (microscopy)	95
- กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดในอุโมงค์ (scanning tunneling microscopy; STM) และกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม (atomic force microscopy; AFM)	95

- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscopy; SEM)	100
- กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscopy; TEM)	100
โครมาโทกราฟี (chromatography)	101
- แก๊สโครมาโทกราฟี (gas chromatography; GC)	101
- เจลฟิลเตรชัน (ไซซ์เอกclusion) โครมาโทกราฟี (gel filtration หรือ size exclusion chromatography)	103
- เจลเพอร์มีเอชันโครมาโทกราฟี (gel permeation chromatography; GPC)	103
- ไอออนเอกซ์เชนจ์โครมาโทกราฟี (ion exchange chromatography; IC)	104
- โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (high- performance liquid chromatography; HPLC)	104
คุณสมบัติทางความร้อน (thermal property)	105
- เทอร์โมกราวิเมตริกแอนาไลซิส (thermal gravimetric analysis; TGA)	108
- ดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งแคลอริเมทรี (differential scanning calorimetry; DSC)	110
- ดิฟเฟอเรนเชียลเทอร์มัลแอนาไลซิส (differential thermal analysis; DTA)	113
- ไดนามิกแม็กคานิคัลแอนาไลซิส (dynamic mechanical analysis; DMA)	114
- เทอร์โมแม็กคานอเมทรี (thermomechanometry; TMA)	115
3.4 ความต้านทานของพอลิเมอร์ต่อสภาวะต่างๆ (resistance of polymer)	117
เอกสารอ้างอิง	118

บทที่ 4	พอลิเมอร์ให้ความชุ่มชื้นผิว	121
4.1	บทนำ	121
4.2	กลไกของสารให้ความชุ่มชื้นผิว	123
4.3	การประเมินประสิทธิภาพทางคลินิกของผลิตภัณฑ์ให้ความชุ่มชื้นผิว	125
	การวิเคราะห์การสูญเสียน้ำจากผิว (TEWL)	125
	ความชุ่มชื้นผิว (skin hydration)	127
	ภาพผิว (skin image)	129
	การประเมินประสิทธิภาพทางคลินิกของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในอาสาสมัคร	130
4.4	การวิเคราะห์ความชุ่มชื้นในหลอดทดลอง	131
4.5	พอลิแซ็กคาไรด์ให้ความชุ่มชื้นผิว	134
	พอลิแซ็กคาไรด์จากสัตว์	134
	พอลิแซ็กคาไรด์จากพืช	136
	พอลิแซ็กคาไรด์จากเชื้อจุลินทรีย์	142
	พอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายทะเล และสาหร่ายน้ำจืด	145
	เอกสารอ้างอิง	155

บทที่ 5	พอลิเมอร์สำหรับการเติมเต็มผิว และการร้อยไหม	165
5.1	บทนำ	165
5.2	เอกซ์ตราเซลลูลาร์เมทริกซ์ (extracellular matrix; ECM) และผิวหนัง	167
	คอลลาเจน	167
	อีลาสติน	169
	ไกลโคซามิโนไกลแคนส์	169
	เคอราทิน	170
	เมลานิน	172

5.3	เอนไซม์และผิวหนัง	173
	เมทริกซ์เมทัลโลโปรตีนเนส (matrix metalloproteinases; MMPs)	173
5.4	พอลิเมอร์ชีวภาพซึ่งใช้เป็นสารเติมเต็มผิวหนัง (biopolymeric dermal filler)	174
	กรดไฮยาลูโรนิก	174
	คอลลาเจน	176
5.5	เปปไทด์และผิว	177
	เปปไทด์ส่งสัญญาณ (signaling peptides)	177
	เปปไทด์ยับยั้งเอนไซม์ (enzymatic inhibitor peptides)	178
	เปปไทด์ขนส่ง (carrier peptides)	180
	เปปไทด์ยับยั้งสารสื่อประสาท (neurotransmitter blocking peptides)	180
5.6	เปปไทด์ด้านริ้วรอย	180
	ไตรเปปไทด์ (tripeptide)	180
	เตตระเปปไทด์ (tetrapeptide)	181
	เพนตะเปปไทด์ (pentapeptide)	181
	เฮกซะเปปไทด์ (hexapeptide)	182
5.7	เปปไทด์จากทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล	183
5.8	พอลิเมอร์สังเคราะห์สำหรับการเติมเต็มผิว (dermal filler)	190
	ซิลิโคน (silicones)	191
	กรดพอลิแล็กติก (poly-L-lactic acid; PLLA)	192
	พอลิอะคริลาไมด์เจล (polyacrylamide gel; PAAG)	192
	พอลิแอลคิลอีไมด์เจล (polyalkylimide gel; PAIG)	192
	พอลิเมทิลเมทาอะคริเลต (polymethyl methacrylate; PMMA)	193

พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol; PVA)	193
พอลิเทตระฟลูโอโรเอทิลีน (polytetrafluoroethylene; PTFE)	193
แคลเซียมไฮดรอกซีอะพาไทต์ (calcium hydroxylapatite; CaHA)	194
5.9 พอลิเมอร์สำหรับการร้อยไหม (suture)	195
เอกสารอ้างอิง	197
บทที่ 6 พอลิเมอร์สำหรับระบบนำส่งทางเครื่องสำอาง	205
6.1 บทนำ	205
6.2 คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและรูปแบบการปลดปล่อยสารสำคัญ	209
6.3 พอลิเมอร์ในเทคโนโลยีการนำส่งสารสำคัญทางเครื่องสำอาง	212
พอลิเอสเทอร์ (PGA, PLA, PLGA, PCL)	215
พอลิอะมิโดอะมีน (polyamidoamine; PAMAM)	
เดนดริเมอร์ (dendrimers)	217
แป้ง	218
เซลลูโลส	219
ไซโคลเดกซ์ทริน	220
ไคโตซาน	222
พอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายทะเล	222
คอลลาเจน	224
กรดไฮยาลูโรนิก	225
โปรตีนถั่วเหลือง	225
โปรตีนถั่วลิสง	227
โปรตีนธัญพืช	230
เปปไทด์	230
เอกสารอ้างอิง	232
ประวัติผู้เขียน	205

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 การจัดเรียงตัวของพอลิเมอร์	3
3.1 รูปแบบของการดูดซับน้ำ	73
3.2 (ก) ไอโซเทิร์มการดูดซับน้ำของเซลลูโลสที่อุณหภูมิ 298 K และ (ข) ความสัมพันธ์กับสมการ BET	75
3.3 การทดสอบความเค้น-ความเครียด	78
3.4 การประเมินความหนืดของไฮดรอกซีพรอพิลเมทิลเซลลูโลส	79
3.5 การวิเคราะห์คุณสมบัติการยืด (L_{max}) ของตัวอย่างควบคุม (ก) ไฮดรอกซีพรอพิลเซลลูโลส (ข) ไฮดรอกซีพรอพิลกว (hydroxypropyl guar; HPC) และ (ค) อิมัลชัน	80
3.6 (ก) สมดุลระหว่างพื้นผิว (ข) กราฟซิสแมนในการวิเคราะห์แรงดึงผิววิกฤต	82
3.7 แนวทางในการวิเคราะห์มุมสัมผัส (ก) วิธีเสสไสล์ดรอป (sessile drop); (ข) วิธีการจับฟองอากาศ (captive air bubble method); (ค) วิธีหลอดขนาดเล็ก (capillary rise method) และ (ง) วิธีวิลเฮล์มมีเพลต (Wilhelmy plate method)	82
3.8 ไอโซเมอร์ของพอลิพรอพิลีน	85
3.9 ยูวีสเปกตรัมของ 4-เมทิล-3-เพนทีน-2-อิน	87
3.10 (ก) รูปแบบการวิเคราะห์ด้วยอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ATR-IR (ข) การสะท้อนกลับของแสงจากตัวอย่าง (infrared reflection absorption spectroscopy; IRAS) (ค) การสะท้อนแสงแบบกระจาย (diffuse reflectance infrared spectroscopy)	89

ภาพที่

3.11	(ก) FT-IR spectra ของไอโซแทกติกพอลิสไตรีน (isotactic polystyrene) กึ่งผลึก (semicrystalline) (ข) ออสัณฐาน (amorphous) (ค) ความแตกต่างระหว่างสเปกตรัมของพอลิเมอร์ทั้ง 2 สถานะโครงสร้าง	90
3.12	อินฟราเรดและรามานสเปกตรัมของทรานส์-พอลิเพนตะเมอร์ (trans-polypentamer)	91
3.13	^{13}C NMR สเปกตรัมของพอลิพรอพิลีน (polypropylene) ที่ 24-MHz	92
3.14	การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์แบบมุมกว้าง (WAXS) และมุมแคบ (SAXS)	94
3.15	หลักการทำงานของเครื่อง STM	96
3.16	รูปแบบการวิเคราะห์ด้วย STM	97
3.17	หลักการทำงานของ AFM	98
3.18	ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลึกโปรตีนในเชื้อจุลินทรีย์ (<i>E. Coli</i> OmpF) ด้วย AFM (ขวา) และแบบจำลองอะตอมที่ความละเอียด 3 Å (ซ้าย) แบบละเอียด	99
3.19	การกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์	104
3.20	แผนภาพโครงสร้างผลึกย่อย (เส้นประ) ในผลึกพอลิเมอร์	106
3.21	การจัดเรียงตัวของโครงสร้างผลึกในพอลิเมอร์	107
3.22	ความยืดหยุ่นของพอลิเมอร์ในสภาวะที่ปกติ (crystalline) และเมื่อเกิดการยืดออก (amorphous) ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระหว่างผลึกและอสัณฐาน	107
3.23	การวิเคราะห์ด้วย TGA แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงมวลกับอุณหภูมิ	109
3.24	สเปกตรัมการดูดกลืน IR แบบ 3 มิติ ที่เลเซอร์และอุณหภูมิต่างๆ	110

ภาพที่

3.25	การเปลี่ยนแปลงสถานะของพอลิเมอร์เมื่อวิเคราะห์ด้วย DSC	112
3.26	การเปลี่ยนแปลงสถานะคล้ายแก้วเมื่อวิเคราะห์ด้วย DSC	113
3.27	เปรียบเทียบหลักการทำงานของ DSC และ DTA	114
3.28	หลักการทำงานของ TMA	115
3.29	การบรรจุตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์การพองตัวในน้ำ	116
3.30	(ก) การวิเคราะห์ไฮโดรเจลในน้ำด้วย TMA (ข) การให้ความเค้นและความเครียดกับตัวอย่างไฮโดรเจล	116
4.1	หลักการวัดการสูญเสีย น้ำจากผิวโดยการแพร่ผ่านชั้นผิวหนังด้วยหัววัดแบบเปิด	126
4.2	หลักการวัดความชุ่มชื้นผิวด้วยคุณสมบัติความจุไฟฟ้าของน้ำในผิวหนัง	127
6.2	โครงสร้างระบบเมทริกซ์ในการควบคุมการแพร่เพื่อปลดปล่อยสารสำคัญ	211
6.3	ปริมาณการปลดปล่อยสารสำคัญที่กับเวลา	211
6.4	ลักษณะของระบบห่อหุ้มที่ใช้ในทางเครื่องสำอาง (ก) microcapsule, (ข) microsphere, (ค) multilayer microcapsule และ (ง) multishell-และmulticore-microsphere	214
6.5	พอลิเอสเทอร์ที่ใช้ในระบบนำส่งทางเครื่องสำอาง	216
6.6	PAMAM เดนดริเมอร์	217

สารบัญตาราง

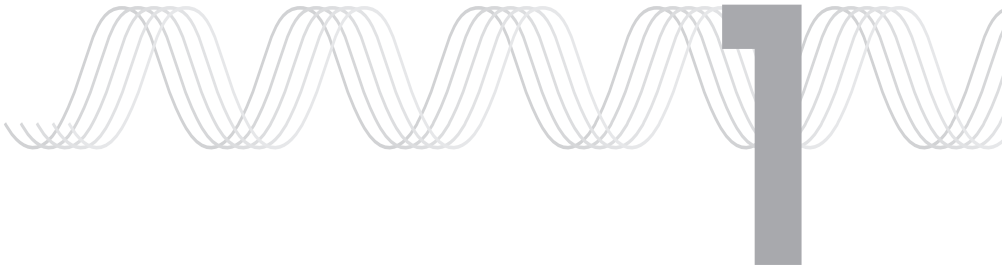
	หน้า
ตารางที่	
2.1 ตัวอย่างของพอลิเมอร์จากพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในเครื่องสำอาง	9
2.2 แหล่งของไคติน	13
2.3 ปริมาณของไคตินในแต่ละแหล่ง	14
2.4 ตัวอย่างของไคโตซานที่ใช้ในทางเครื่องสำอาง	15
2.5 คอลลาเจนและอีลาสตินที่ใช้ในทางเครื่องสำอาง	16
2.6 กรดไฮยาลูโรนิคที่ใช้ในทางเครื่องสำอาง	19
2.7 คอนดรอยตินซัลเฟตที่มีการผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์	20
2.8 เคอราตินและเมลานินที่ใช้เป็นสารสำคัญในเครื่องสำอาง	22
2.9 โปรตีนจากนมที่ใช้ในทางเครื่องสำอาง	24
2.10 กรดอะมิโนและตัวย่อ	25
2.11 โปรตีนไหมที่ใช้ในเครื่องสำอาง	27
2.12 โปรตีนที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	29
2.13 เอนไซม์เมทัลโลโปรตีนเอสในทางเครื่องสำอาง	31
2.14 การประยุกต์ใช้เอนไซม์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและของใช้ส่วนตัว	31
2.15 เอนไซม์ไทโรซิเนสในผลิตภัณฑ์สำหรับผิวและผม	33
2.16 เอนไซม์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและของใช้ส่วนตัว	35
2.17 พอลิแซ็กคาไรด์จากแบคทีเรียในเครื่องสำอางให้ความชุ่มชื้น	36
2.18 ความปลอดภัยของพอลิแซ็กคาไรด์จากแบคทีเรียในเครื่องสำอาง	38
2.19 ตัวอย่างพอลิเมอร์จากแบคทีเรียที่ใช้ในเครื่องสำอาง	38
2.20 ไกลโคซามีโนไกลแคนส์จากเชื้อจุลินทรีย์	39
2.21 ตัวอย่างของกรดไฮยาลูโรนิคที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์	40
2.22 พอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ	40
2.23 พอลิแซ็กคาไรด์จากเห็ดที่ใช้ในทางเครื่องสำอาง	41

ตารางที่

2.24	พอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายทะเลในเครื่องสำอาง	43
2.25	แคร์ราจีแนนในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและของใช้ส่วนตัว	45
2.26	พอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายทะเลอื่นๆ ที่มีการผลิตเพื่อใช้เป็น วัตถุดิบในเครื่องสำอาง	46
2.27	เซลลูโลสอีเทอร์และเซลลูโลสเอสเทอร์ที่ละลายน้ำได้	47
2.28	หน้าที่ทางเครื่องสำอางของเซลลูโลสอีเทอร์	48
2.29	เซลลูโลสกึ่งสังเคราะห์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	49
2.30	การดัดแปรแป้งเพื่อใช้ในทางเครื่องสำอาง	51
2.31	ตัวอย่างของแป้งดัดแปรที่ใช้ในทางเครื่องสำอาง	51
2.32	กัมดัดแปรในเครื่องสำอาง	52
2.33	คุณสมบัติของอัลคิลไดเมทิลโคน	54
2.34	การประยุกต์ใช้คาร์โบพอลในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	57
2.35	คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของคาร์โบพอล	58
2.36	พีวีพีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	59
4.1	พอลิแซ็กคาไรด์ให้ความชุ่มชื้นผิวในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	149
5.1	คอลลาเจนและอีลาสตินสำหรับเครื่องสำอางด้านริ้วรอย	168
5.2	กรดไฮยาลูโรนิก คอนดรอยติน และเคอราทินสำหรับ เครื่องสำอางด้านริ้วรอย	171
5.3	เมลานินด้านริ้วรอยและป้องกันแสงแดด	172
5.4	ตัวอย่างของสารเติมเต็มผิวหนังกลุ่มพอลิเมอร์	176
5.5	กรดไฮยาลูโรนิกที่ใช้เป็นสารเติมเต็มผิว	179
5.6	คอลลาเจนเติมเต็มผิว	184
5.7	เพปไทด์สำหรับใช้เป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ด้านริ้วรอย	187
5.8	เพปไทด์จากทรัพยากรทางทะเลที่มีศักยภาพต่อการ ด้านริ้วรอย	190

ตารางที่

6.1	ระบบนำส่งทางเครื่องสำอาง	207
6.2	ตัวอย่างของระบบนำส่งที่เตรียมจากแป้งซึ่งมีจำหน่ายเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	219
6.3	ตัวอย่างของระบบนำส่งที่เตรียมจากเซลลูโลส ซึ่งมีจำหน่ายเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	220
6.4	ตัวอย่างของระบบส่งไซโคลเดกซ์ทรีน ซึ่งมีจำหน่ายเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	221
6.5	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีองค์ประกอบของระบบนำส่งไซโคลเดกซ์ทรีน	221
6.6	ตัวอย่างของระบบส่งไคโตซานซึ่งมีจำหน่ายเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	222
6.7	ตัวอย่างของระบบส่งอัลจินेटซึ่งมีจำหน่ายเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	223
6.8	ตัวอย่างของระบบนำส่งพอลิแซ็กคาไรด์จากสาหร่ายทะเลเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	224
6.9	ตัวอย่างของระบบจากคอลลาเจนซึ่งมีจำหน่ายเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	224
6.10	ตัวอย่างระบบส่งกรดไฮยาลูโรนิก	226
6.11	ระบบห่อหุ้มไมโครแคปซูลจากโปรตีนถั่วเหลือง	227
6.12	ขนาดและความหนืดของไมโครแคปซูลโปรตีนถั่วเหลืองที่สัดส่วนระหว่างผนังพอลิเมอร์กับอิมัลชัน (core) และแรงดันในการผสม	228
6.13	ระบบนำส่งโปรตีนถั่วลันเตารูปแบบไมโครแคปซูล	229
6.14	ระบบนำส่งโปรตีนถั่วลันเตารูปแบบอนุภาคขนาดเล็ก	229
6.15	โปรตีนรัญพีซีในระบบการห่อหุ้ม	231
6.16	ระบบนำส่งเปปไทด์ ซึ่งมีจำหน่ายเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง	231



การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ ในเครื่องสำอาง

1.1 บทนำ

พอลิเมอร์ (polymer) หมายถึง โมเลกุลที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ
หลายๆ ส่วนรวมกัน โดยในองค์ประกอบย่อยนั้นมีตั้งแต่หนึ่งส่วนที่ซ้ำกัน
ซึ่งองค์ประกอบย่อยเหล่านั้น เรียกว่า มอนอเมอร์ (monomer) และเมื่อ
มอนอเมอร์รวมตัวกันมากขึ้น ด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน (polymeri-
zation) จึงได้เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่ (macromolecule) ที่เรียกว่า
พอลิเมอร์ โดยพอลิเมอร์ซึ่งเกิดจากมอนอเมอร์ชนิดเดียวกันในโครงสร้าง
เรียกว่า โฮโมพอลิเมอร์ (homopolymer) และหากมีมอนอเมอร์หลายชนิด
รวมกันเป็นพอลิเมอร์ เรียกว่า โคพอลิเมอร์ (copolymer)

การจัดเรียงตัวของมอนอเมอร์ภายในโครงสร้างของพอลิเมอร์ สามารถ
เรียงตัวได้หลายแบบ เช่น

เส้นตรง (linear)

ซึ่งสามารถเป็นเส้นตรงอย่างง่ายของโฮโมพอลิเมอร์

(○○○○○○○○○○○)

หรือโคพอลิเมอร์แบบบล็อก (block copolymer)

(○○○○○●●●●●)

หรือโคพอลิเมอร์แบบสลับ (alternating copolymer)

(○●○●○●○●○●)

หรือโคพอลิเมอร์สลับแบบสุ่ม (statistical copolymer)

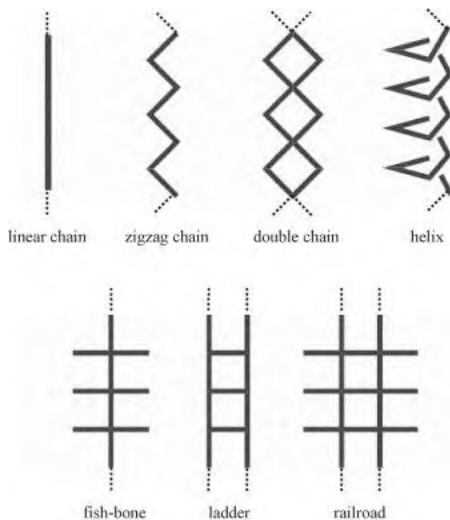
(○○●○○○●●○○)

และนอกจากการเรียงตัวอย่างง่ายแบบเส้นตรงแล้ว ยังสามารถเรียงตัวแบบซิกแซก (zigzag) แบบคู่สาย (double chain) แบบเกลียว (helix) แบบก้างปลา (fish-bone) แบบขั้นบันได (ladder) และแบบร่างตาข่าย (network) หรือทางรถไฟ (railroad) ดังแสดงในภาพที่ 1.1

1.2 การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ในเครื่องสำอาง

การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (cosmetic products) และผลิตภัณฑ์ของใช้ส่วนตัว (personal care products) โดยทั่วไปแล้วแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ พอลิเมอร์ธรรมชาติ (natural polymer) พอลิเมอร์สังเคราะห์ (synthetic polymer) และพอลิเมอร์กึ่งสังเคราะห์ (semi-synthetic polymer) ซึ่งกลุ่มของพอลิเมอร์ที่มีมูลค่า และมีความต้องการในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางสูง คือพอลิเมอร์ธรรมชาติ โดยสามารถเตรียมได้จากพืช สัตว์ และเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ พอลิเมอร์กึ่งสังเคราะห์ที่ได้จากการปรับโครงสร้างของพอลิเมอร์ธรรมชาติ ให้มีคุณสมบัติตรงตามการประยุกต์ใช้ในแต่ละรูปแบบของผลิตภัณฑ์ เป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่มีความต้องการสูงเช่นกัน ในขณะที่พอลิเมอร์สังเคราะห์จะเตรียมขึ้นมาเพื่อให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับพอลิเมอร์จากธรรมชาติ ซึ่งมีกำลังการผลิตที่น้อยกว่าและราคาสูง

นอกจากการแบ่งกลุ่มตามแหล่งหรือที่มาของพอลิเมอร์แล้ว ยังสามารถแบ่งได้ตามหน้าที่ของพอลิเมอร์นั้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ของใช้ส่วนตัว (Kanlayavattanakul and Lourith, 2015; Lourith and Kanlayavattanakul, 2016) ได้แก่



ภาพที่ 1.1 การจัดเรียงตัวของพอลิเมอร์ (Robin and Fromm, 2006)

1. พอลิเมอร์ที่ขึ้นรูปตำรับ หรือฟังก์ชันนัลพอลิเมอร์ (functional polymer)

พอลิเมอร์กลุ่มนี้เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ ทำหน้าที่เป็นสารก่อเจล (gelling agent) เพิ่มความหนืด (thickener) และเป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) หรือพอลิเมอร์ที่ทำหน้าที่เป็นสารลดแรงตึงผิว (polymeric surfactant) เป็นต้น ซึ่งเป็นผลจากโครงสร้างของพอลิเมอร์ที่สามารถอุ้มน้ำได้ ที่บางครั้งเรียกว่า ความสามารถในการพองตัว (swelling capability) ดังนั้น พอลิเมอร์ในกลุ่มนี้

จึงสามารถแบ่งได้อีกตามคุณสมบัติทางประจุไฟฟ้าของพอลิเมอร์ ได้แก่ ประจุลบ หรือแอนไอออนิกพอลิเมอร์ (anionic polymer) ประจุบวก หรือแคตไอออนิกพอลิเมอร์ (cationic polymer) ไม่มีประจุ หรือนอนไอออนิกพอลิเมอร์ (nonionic polymer) และมีทั้งประจุบวกและลบ หรือแอมโฟเทอริกพอลิเมอร์ (amphoteric polymer) ดังนั้น พอลิเมอร์ในกลุ่มนี้จึงมักจะเป็นพอลิเมอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ หรือกลุ่มพอลิเมอร์กึ่งสังเคราะห์

2. พอลิเมอร์ที่เป็นสารสำคัญ หรือแอ็กทีฟพอลิเมอร์ (active polymer)

พอลิเมอร์กลุ่มนี้ใช้เป็นสารสำคัญในตำรับเครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์ของใช้ส่วนตัว เช่น พอลิเมอร์ที่มีประสิทธิภาพในการให้ความชุ่มชื้นผิว หรือพอลิเมอร์ที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย และมีราคาที่สูงกว่าพอลิเมอร์ที่ใช้ในการขึ้นรูปตำรับ

โดยในหนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับพอลิเมอร์ที่มีการประยุกต์ใช้ในเครื่องสำอาง โดยกล่าวถึงพอลิเมอร์ที่ทำหน้าที่เป็นสารในการตั้งตำรับ และกลุ่มที่เป็นสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ รวมถึงการทดสอบและการควบคุมคุณภาพพอลิเมอร์โดยสังเขป โดยเน้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและมีการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางและในหนังสือเล่มนี้แบ่งพอลิเมอร์สำหรับการประยุกต์ใช้ทางเครื่องสำอางจากแหล่งต่าง ๆ พร้อมพอลิเมอร์ที่มีการผลิตเพื่อจำหน่ายแล้วในเชิงพาณิชย์ และรวมถึงพอลิเมอร์ที่ใช้ในการเติมเต็มผิว และการร้อยไหม โดยจะกล่าวถึงพอลิเมอร์ตามชื่อทางการค้าและชื่อสามัญ (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients; INCI) ตามการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง

เอกสารอ้างอิง

- Fambri, L., Migliaresi, C., Kescenci, K., Piskin E. Biodegradable polymers. In *Integrated Biomaterial Science*; Barbucci, R., Ed.; Kluwer: New York, 2002; 119-187.
- Goddard, E.D., Gruber, J.V. *Principles of Polymer Science and Technology in Cosmetics and Personal Care*. New York: Marcel Dekker, 1999.
- Kanlayavattanakul, M., Lourith, N. Biopolysaccharides for skin hydrating cosmetics. In *Polysaccharides: Bioactivity and Biotechnology*; Merillon, J.M., Ramawat, K.G., Eds.; Switzerland: Springer, 2015; 1867-1892.
- Labarre, D.J.-P., Ponchel, G., Vauthier, C. *Biomedical and Pharmaceutical Polymers*. London: Pharmaceutical Press, 2011.
- Lourith, N., Kanlayavattanakul, M. Biopolymeric agents for skin wrinkle treatment. *J. Cosmet. Laser Ther.* 2016, 18, 301-310.
- O' Lenick, Jr. A.J. *Silicones for Personal Care*. 2nd Ed. Illinois: Allure, 2008.
- Patil, A., Ferritto MS. *Polymers for Personal Care and Cosmetics*. Washington: ACS, 2013.
- Robin, A.Y., Fromm, K.M. Coordination polymer networks with O- and N-donors: what they are, why and how they are made. *Coord. Chem. Rev.* 2006, 250, 2127-2157.
- Tadros, T.F. Polymeric surfactants in disperse systems. *Adv. Coll. Interf. Sci.* 2009, 147-148, 281-299.
- Wahl, R.U.R., Nicholson, J.R., Kerschner, J.L. Silicones in personal care applications. In *Cosmetic Nanotechnology*; Morgan, S.E., Havelka, K.O., Lochhead, R.Y., Eds.; ACS: Oregon. 2007; 177-189.

