

การตรวจเอกสาร

1. ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ (Hand cleanser)

ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวมักมีการใช้สารอนอมผิว เช่น toners หรือ moisturizers และสารทำความสะอาด เพื่อขจัดเอาสิ่งสกปรกที่ต้องสัมผัสประจำวันออกไป แต่บางอาชีพที่มีมือต้องเปื้อนสิ่งสกปรกมาก ๆ เช่น ช่างสี ช่างซ่อมต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผิวที่เรียกว่า Heavy-duty cleansers เช่น sulfonate oils

Heavy-duty cleanser มีข้อดีกว่าสบู่คือ สามารถจัดคราบน้ำมันและสารละลายอินทรีย์ต่าง ๆ ได้ดี โดยไม่ทำให้ระคายเคืองเมื่อใช้บ่อยๆ ในขณะที่การใช้สบู่ก่อให้เกิดการระคายเคือง ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อาจเรียกว่า waterless hand cleansers หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการน้ำเพิ่มจากที่มีในสูตรในการใช้ทำความสะอาด แต่เวลาใช้โดยทั่วไปมักใช้ร่วมกับน้ำซึ่งผลิตภัณฑ์ชนิดนี้อาจผลิตขึ้นในรูปของเพสท์, ครีม, เจล, โลชั่นหรือสบู่เหลว โดยมีส่วนประกอบคือสารทำความสะอาด, สารเพิ่มความหนืด, ตัวทำอิมัลชันและน้ำ

เนื่องจากสิ่งสกปรกที่ต้องขจัดออกมักเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นสารทำความสะอาดที่เหมาะสมคือ aliphatic solvents ซึ่งราคาถูก ไม่เป็นพิษ หาซื้อง่าย และมีประสิทธิภาพดี ได้แก่ odourless kerosene, mineral spirits หรือ mineral oils สารเพิ่มความหนืดที่เหมาะสมควรเป็นชนิดที่เพิ่มความหนืดได้ทั้งในน้ำและน้ำมัน ได้แก่ magnesium aluminium silicate, sodium magnesium silicate, methyl vinyl ether-maleic anhydride copolymer และ methyl cellulose อาจมีการเติมสารชำระล้างลงไปเพื่อเพิ่มอำนาจการทำความสะอาด เช่น สารพวก sulfonate, cocamide และสารชำระล้างชนิดไม่มีประจุหรือสบู่ เช่นเกลือ sodium หรือ triethanolamide หรือ monoethanolamide ของกรด stearic หรือ oleic หรือส่วนผสมของกรดทั้งสองนี้ อาจมีการเติมสารอิมอลเลียนท์ (emollient) เพื่อหล่อลื่นผิว เช่น lanolin, ethoxylated lanolin, myristyl myristate และ propylene glycol

นอกจากนี้อาจมีการเติมสารฆ่าเชื้อ, สารสมานแผล, สารดูดซับสิ่งสกปรกหรือสาร keratolytic ลงไปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติพิเศษออกไปให้ตรงกับความต้องการในการใช้ เช่น กรณีที่มีบาดแผลและมีสิ่งสกปรก เช่น ดิน, ทราย เข้าไปฝังในบาดแผลนั้น หรือกรณีที่มีการอักเสบหรือการแพ้เกิดขึ้น (พิมพร, 2532)

2. ผลิตภัณฑ์ล้างมือ

Larson (1995) ได้รวบรวมคำนิยามของผลิตภัณฑ์ล้างมือที่เป็นข้อแนะนำของหน่วยงาน The Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology, Inc. (APIC) ไว้ดังนี้

2.1 Plain หรือ non-antimicrobial soap

Plain หรือ non-antimicrobial soap หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาดมือในรูปแบบต่าง ๆ อาจมีลักษณะเป็นก้อนแข็งหรือเป็นของเหลว มีจุดประสงค์เพื่อลดสิ่งสกปรกและจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนโดยแรงขัดถูทางกล โดยไม่มีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ แต่อาจมีส่วนผสมของสารที่มีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ได้ในระดับที่ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เท่านั้น

2.2 Antimicrobial soap

Antimicrobial soap หมายถึง สบู่ที่มีส่วนผสมของสารที่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์บนผิวหนัง โดยมีผลทดสอบที่ใช้ได้ทั้งในหลอดทดลอง และใช้ได้จริงในชีวิต

2.3 Surgical hand scrub products

Surgical hand scrub products หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารที่มีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ในวงกว้าง รวดเร็ว มีฤทธิ์อยู่ได้ระยะเวลาหนึ่งและไม่ก่อให้เกิดการระคายเคือง โดยสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่อยู่บนผิวหนังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. จุลินทรีย์ที่พบบนมือ

ผิวหนังมนุษย์เป็นอวัยวะที่ใหญ่ที่สุดและเป็นทางเข้าของสิ่งต่าง ๆ มากที่สุดในร่างกายมนุษย์ แต่ธรรมชาติของผิวหนังเองมีวิธีที่ป้องกันการผ่านเข้าของแบคทีเรียจากภายนอกเข้าสู่ร่างกาย (Talaro and Talaro, 1996) โดยเมื่อศึกษาภาพตัดขวาง (Cross section) ของผิวหนังมนุษย์จากกล้องจุลทรรศน์พบว่าผิวหนังมีองค์ประกอบ 2 ชั้นคือ ชั้นเอพิดอร์มิส (epidermis) และชั้นเดอร์มิส (dermis) ซึ่งอยู่เหนือชั้นเซลล์ใต้ผิวหนัง (subcutaneous tissue) ชั้นเดอร์มิส และชั้นเซลล์

ได้ผิวหนังจะไม่พบจุลินทรีย์อาศัยอยู่ แบคทีเรียจะอยู่ภายในและบนชั้นเอพิเดอร์มิส ซึ่งสามารถแทรกเข้าไปอยู่ในชั้นรูขุมขน (Hair follicle) ต่อมเหงื่อ (sweat gland) และต่อมผลิตน้ำมัน (Sebaceous glands) ในผิวหนังได้ ถึงแม้ว่าผิวหนังจะมีลักษณะเรียบแต่จริง ๆ แล้วพบรอยแยกอยู่มากมายในชั้นเอพิเดอร์มิส ซึ่งเป็นจุดที่แบคทีเรียสามารถเข้าไปในผิวหนังและมีการเจริญต่อไปได้ อย่างไรก็ตามบนผิวหนังชั้นนอก (outer surface ; stratum corneum) มีสารที่เป็นไขเพื่อช่วยป้องกันการจับเกาะของแบคทีเรียเหล่านี้ได้ตามธรรมชาติ ผิวหนังของมนุษย์คนหนึ่งเมื่อนำมาแผ่ออกจะมีพื้นที่โดยเฉลี่ยประมาณ 1.75 ตารางเมตร ซึ่งประกอบขึ้นจากหน่วยของเซลล์แบ่งเป็นช่อง (flat) ประมาณ 10,000 ช่อง ในแต่ละช่องของหน่วยเซลล์ที่ประกอบขึ้นนั้นเรียกว่า แผ่นชั้นของผิว (skin scales) ซึ่งมีขนาด 25 ตารางไมโครเมตร และมีความหนา 3.5 ไมโครเมตร แต่ละหน่วยเซลล์มีการสูญเสียไปโดยกระบวนการ คีตควอเมชัน (desquamation) และสูญเสียไปอย่างสมบูรณ์ทุก ๆ 1 ถึง 4 วัน นอกจากนั้นยังมีรายงานว่า การสูญเสียหรือตายไปของเซลล์ผิวหนังนั้นเกิดได้จากหลายปัจจัยเช่น จากการอาบน้ำ ดูปกกับเสื้อผ้า หรือหลุดกระจายไปในอากาศซึ่งการสูญเสียผิวหนังชั้นนอกไปนี้มีความสำคัญเนื่องจากทำให้เกิดกระจายของจุลินทรีย์ยังร่างกายมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นก็จะยังมีการสูญเสียเซลล์ผิวหนังที่จะหลุดกระจายไปในอากาศมากขึ้น ดังนั้นการล้างมือและอาบน้ำเป็นประจำนั้นมีผลโดยตรงต่อชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ที่อยู่บนผิวหนังชั้นนอกนี้ว่ายังคงอยู่หรือหลุดไปกับเซลล์ที่ตายแล้วได้ จุลินทรีย์ที่พบบนผิวหนังของมนุษย์นั้นแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ จุลินทรีย์ชั่วคราว (transient microorganisms) และจุลินทรีย์ประจำถิ่น (resident microorganisms) (Lowbury *et al.*, 1963, 1964)

3.1 จุลินทรีย์ประจำถิ่น (Resident flora หรือ normal flora)

เชื้อจุลินทรีย์ประเภทนี้จะอาศัยอยู่อย่างถาวรบนผิวหนัง การล้างมือและการถูมือไม่สามารถขจัดเชื้อจุลินทรีย์ประเภทนี้ออกจากมือได้หมด เชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่นบนมือพบได้ตั้งแต่ 10^2 ถึง 10^3 colony forming unit (CFU) ต่อตารางเซนติเมตร เป็นจุลินทรีย์ที่พบอยู่บนผิวหนังเป็นประจำโดยอยู่ในชั้นเอพิเดอร์มิส และประมาณร้อยละ 10 – 20 ของจุลินทรีย์ชนิดนี้จะพบอยู่ระหว่างชั้นเอพิเดอร์มิสกับในชั้นรอยแยกของผิวหนัง และมักจะฝังตัวลึกอยู่ในรูของผิว ซึ่งเป็นการยากที่จะกำจัดออกด้วยการล้างมือ เนื่องจากถูกปกป้องโดยน้ำมันที่หลั่งออกมาจากต่อมผลิตน้ำมัน (sebaceous glands) ที่ช่วยหล่อลื่นอยู่จึงเป็นการยากที่จะกำจัดจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ออกไปได้ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้จะพบมากกว่าร้อยละ 75 จากจำนวน 25 ตัวอย่างของการสุ่มตรวจบนผิวหนังภายในระยะเวลาทุก ๆ 7 เดือนหรือมากกว่า จุลินทรีย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้จะไม่ใช่จุลินทรีย์ที่ก่อโรค

ซึ่งชนิดที่พบบนมือประมาณร้อยละ 90 คือกลุ่ม Coagulase negative staphylococci, Coliform bacteria และ Enterobacteriaceae รวมทั้ง *Propionibacterium* spp. และ *Acinetobacter* spp. นอกจากนั้นยังพบแบคทีเรียชนิดก่อโรค เช่น *Staphylococcus aureus* ซึ่งปกติพบในโพรงจมูก และผิวหนังของคนปกติ โดยพบว่ามืออยู่เพียงประมาณร้อยละ 35 แต่อย่างไรก็ตามจะพบ *Staphylococcus epidermidis* ในปริมาณที่มากกว่า *S. aureus* ที่สามารถก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (staphylococcal foodpoisoning) ได้ นั่นจะต้องมีปริมาณของแบคทีเรียดังกล่าวอยู่มากกว่า หรือเท่ากับ 10^6 CFU ต่อกรัมของอาหาร นอกจากนี้ยังพบว่า การที่มีจุลินทรีย์ประจำถิ่นอยู่บนมือจะทำให้เกิดการแข่งขันในการเจริญกับจุลินทรีย์ก่อโรค ซึ่งจะช่วยลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคจากมือสู่อาหารได้

3.2 จุลินทรีย์ชั่วคราว (Transient flora)

เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้จะไม่แพร่พันธุ์บนมือ จะเพียงแปดเปื้อนอยู่บนมือเท่านั้น และมักจะมีชีวิตอยู่ไม่นาน เชื้อจุลินทรีย์ประเภทนี้จะถูกขจัดออกจากมือได้ง่ายด้วยการล้างมือด้วยน้ำและสบู่ หรือการถูมือด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ได้พบอยู่เป็นประจำจึงหลุดจากผิวได้ง่าย และเกิดการปนเปื้อนข้ามไปสู่ผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้ง่ายถ้าผู้ประกอบการอาหารไม่ได้ล้างมืออย่างเพียงพอ โดยจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้พบอยู่บริเวณส่วนบนและภายในชั้นเอพิเดอร์มิสของผิวหนังหรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย หรืออาจเป็นจุลินทรีย์ใด ๆ ที่ผู้ประกอบการอาหารไปสัมผัสเข้าโดยบังเอิญ และเกือบทั้งหมดเป็นกลุ่มที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งกลุ่มใหญ่ที่สุดคือ กลุ่มแบคทีเรียแกรมลบ โดยเฉพาะแบคทีเรียชนิดที่พบในระบบทางเดินอาหาร เช่น *Salmonella* spp. เป็นต้น ปริมาณที่พบได้ในระดับปานกลางของแบคทีเรียนี้ปนเปื้อนมาจากวัตถุดิบในการผลิตอาหารหรือจากฟาร์มสัตว์ และจะพบในปริมาณที่สูงจากกลุ่มคนที่ไม่ได้ล้างมือให้สะอาดหลังจากการใช้ห้องน้ำ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้เป็นได้ทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรีย ยีสต์ รา ไวรัส หรือปรสิต และมาได้จากทุก ๆ แหล่งที่ร่างกายสามารถสัมผัสได้ รวมทั้งที่พบบนมือ (ฝ่ามือ นิ้วมือ ใต้เล็บมือ) การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ทุกชนิดที่พบในปริมาณสูงนั้นมาจากแหล่งใหญ่ 3 แหล่ง คือ (1) การปนเปื้อนจากอุจจาระบนปลายนิ้วมือหลังจากการใช้ห้องน้ำ หรือทำความสะอาดสิ่งปฏิกูลของสัตว์เลี้ยงภายในบ้าน (2) การปนเปื้อนจากวัตถุดิบ เช่น เนื้อสัตว์ สัตว์ปีก ปลา ผักและผลไม้ที่ยังไม่ได้ล้าง (3) การปนเปื้อนจากบาดแผลต่าง ๆ ที่มีการติดเชื้อ ซึ่งชนิดของจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารจากแหล่งสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่ปนเปื้อนเข้าสู่มือและสามารถแพร่จากมือสู่อาหาร

และน้ำ รวมถึงปริมาณของจุลินทรีย์หรือสารพิษที่ผลิตจากจุลินทรีย์ที่สามารถทำให้เกิดเป็นโรคขึ้นได้

การอยู่รอดของจุลินทรีย์บนผิวหนังนั้นพบว่า จุลินทรีย์ในกลุ่มประจำถิ่นจะดำรงชีวิตอยู่ได้ตลอดบนผิวหนัง แต่จุลินทรีย์ในกลุ่มที่อยู่ชั่วคราวนั้นจะยังคงอยู่หรือกำจัดออกไปนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมของผิวหนังในแต่ละบุคคล โดยพบว่าบริเวณโดยรอบและใต้เล็บมีอันเป็นบริเวณที่เอื้อต่อการเจริญของจุลินทรีย์อีกทั้งยังเป็นบริเวณที่กำจัดออกได้ยากที่สุดด้วย และยังมีรายงานว่าสามารถมีชีวิตอยู่ได้บนปลายนิ้วมือภายในช่วงระยะเวลาไม่นาน (ประมาณ 1-2 ชั่วโมง) โดยระยะเวลาการมีชีวิตของจุลินทรีย์บนผิวหนังขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมหรือสิ่งปกป้องผิว เช่น ไขมันบนผิวหนัง รวมทั้งชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ประจำถิ่น

4. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

คุณลักษณะทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [ส.ม.อ.] (2539) กำหนดไว้ดังนี้

- จำนวนแบคทีเรีย ยีสต์ และราทั้งหมด (Total colony count) ต้อง < 1,000 CFU/g
- จุลินทรีย์อื่นๆที่ทำให้เกิดการแปรสภาพ (Fault producing organisms) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ ต้องไม่พบ
- *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบ
- *Streptococcus* spp. ต้องไม่พบ
- *Salmonella* ต้องไม่พบ
- *Pseudomonas aeruginosa* ต้องไม่พบ
- Coliform bacteria โดยวิธี MPN ต้อง < 10 MPN /g

5.การทดสอบความไวของจุลินทรีย์ต่อสารต้านจุลินทรีย์

วิธีทดสอบความไวของจุลินทรีย์ต่อสารต้านจุลินทรีย์มีทั้งวิธีการทดสอบในเชิงคุณภาพ และวิธีการทดสอบในเชิงปริมาณ ดังต่อไปนี้

5.1 Diffusion method

วิธีที่ใช้แพร่หลายมากที่สุดคือ disc diffusion method เนื่องจากสะดวกประหยัดและใช้เวลาน้อยกว่าวิธีอื่นๆ วิธีนี้เป็นการทดสอบในเชิงคุณภาพ สามารถบอกผลได้ว่า เชื้อมีความไวต่อสารทดสอบหรือไม่ หลักการคือ เมื่อวางแผ่น paper disc ที่มีสารทดสอบลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ สารทดสอบบน paper disc จะแพร่จากแผ่น paper disc ไปสู่อาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งการแพร่นี้จะนำสารเคมีไปสู่บริเวณอาหารเลี้ยงเชื้อรอบแผ่น paper disc ความสามารถในการละลายของสารทดสอบและขนาดของโมเลกุลของสารทดสอบจะมีผลต่อการแทรกซึมของสารทดสอบรอบแผ่น paper disc เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญรอบแผ่น paper disc จะเรียกว่า zone of inhibition หรือ clear zone สามารถทดสอบได้โดยการกระจายเชื้อทดสอบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ วาง paper disc ซึ่งมีสารทดสอบที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนลงบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อที่กระจายเชื้อไว้แล้ว นำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับเชื้อแบคทีเรียและ 48 ชั่วโมงสำหรับเชื้อรา วัดผลโดยการวัดวงใส (clear zone หรือ zone of inhibition) ที่เกิดขึ้น ความกว้างของ clear zone ที่เกิดขึ้นจะแสดงถึงความสัมพันธ์ของความไวของเชื้อทดสอบต่อสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งการรายงานผลจะรายงานผลการทดสอบดังนี้

- Susceptibility เชื้อมีความไวต่อการทดสอบ (เส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone มากกว่า 30 มิลลิเมตร)
- Intermediate เชื้อมีความไวต่อสารทดสอบปานกลาง (เส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone 15- 30 มิลลิเมตร)
- Resistant เชื้อต้านทานสารทดสอบ (เส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร) (Davidson and Branen, 1993)

5.2 Dilution method

วิธีนี้เป็นการทดสอบในเชิงปริมาณ สามารถบอกค่าความเข้มข้นของสารที่ต้านและทำลายเชื้อได้ ใช้ทดสอบยืนยันผล วิธี diffusion method การทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 2 วิธี (Baron and Finegold, 1990) คือ

5.2.1 Agar dilution method

เป็นวิธีมาตรฐานในการทดสอบความไวของเชื้อแบบปริมาณวิเคราะห์โดยการเจือจางสารทดสอบในอาหารวุ้น และถ่ายเชื้อลงบนผิวของอาหารวุ้น เป็นจุด เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการทดสอบเชื้อจำนวนมาก ข้อดีของวิธีนี้คือ สามารถทำการทดสอบเชื้อหลายชนิดบนอาหารจานเดียวกันได้ ตรวจผลโดยการเจริญของเชื้อ ความเข้มข้นของสารทดสอบที่ทำให้เชื้อไม่เจริญถือว่าเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารนั้นในการต้านการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ MIC (Minimum Inhibitory Concentration) และความเข้มข้นต่ำสุดของสารนั้นในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์คือค่า MBC (Minimum Bactericidal Concentration)

5.2.2 Broth dilution method

เป็นการทดสอบโดยเจือจางสารทดสอบในอาหารเหลว นำเชื้อที่ต้องการทดสอบมาเติมลงไปจำนวนจำกัด ซึ่งอาจทำแบบใช้หลอดทดลองซึ่งต้องใช้ปริมาณสารทดสอบมาก หรือทำการทดสอบใน Micro titer plate ในกรณีที่มีสารทดสอบในปริมาณน้อย ตรวจผลการทดสอบเช่นเดียวกับวิธี Agar dilution method

6. คุณสมบัติของสารเคมีที่เหมาะสมในการควบคุมจุลินทรีย์

คุณสมบัติของสารเคมีที่เหมาะสมในการควบคุมจุลินทรีย์จำแนกได้เป็นข้อ ดังต่อไปนี้ (Davidson, 2000)

6.1 มีคุณสมบัติในการทำลายหรือยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

6.2 มีความสามารถในการละลายน้ำหรือตัวทำละลายอย่างอื่นได้ดีเพื่อสะดวกในการใช้งาน

6.3 มีความคงทนไม่เสื่อมสลายได้ง่าย

6.4 ไม่เป็นพิษต่อคนหรือสัตว์

6.5 มีส่วนประกอบที่ง่ายต่อการเตรียมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

6.6 ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์อื่นนอกเหนือจากเซลล์จุลินทรีย์ซึ่งมีผลทำให้

ความสามารถในการต่อต้านจุลินทรีย์ลดลงหรืออาจหมดไป

6.7 เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิร่างกายมนุษย์หรือสัตว์

6.8 มีคุณสมบัติในการแทรกซึมที่ดี

6.9 ไม่กัดกร่อนและเป็นสีเกาะติดวัตถุ

6.10 เป็นสารที่ไม่มีกลิ่นหรือมีกลิ่นที่ดีพอจะช่วยดับกลิ่นอื่น ๆ ได้

6.11 มีคุณสมบัติเป็นสารชักล้างหรือเป็นสารที่ทำให้สะอาดได้ด้วย โดยทั่วไปคุณสมบัติ

ในการทำให้สะอาดช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของสารต่อต้านจุลินทรีย์

6.12 สามารถจัดหาซื้อได้ง่ายในปริมาณมากและราคาถูก

7. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ควบคุมจุลินทรีย์

ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ของสารเคมีที่ใช้ควบคุมจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัยดังต่อไปนี้

7.1 จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ (Population size)

7.2 องค์ประกอบต่าง ๆ ทางกายภาพและสรีรวิทยาของจุลินทรีย์ เช่น เซลล์ปกติกับสปอร์ เซลล์ที่เจริญเต็มที่แล้วกับเซลล์ที่อายุน้อยหรือชนิดของจุลินทรีย์ที่ต่างกันจะมีความทนทานต่อสารเคมีชนิดหนึ่ง ๆ ต่างกัน

7.3 ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ สารเคมีบางชนิดเมื่อความเข้มข้นมากขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์มากขึ้น แต่บางชนิดที่ความเข้มข้นน้อยมีประสิทธิภาพสูงกว่าความเข้มข้นที่มากกว่า

7.4 ระยะเวลาที่สัมผัส ระยะเวลาที่สัมผัสกับจุลินทรีย์นานขึ้น โอกาสที่จุลินทรีย์จะถูกทำลายก็มีมากขึ้น

7.5 อุณหภูมิ สารเคมีบางชนิดมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

7.6 สภาวะแวดล้อม เนื่องจากในสภาวะแวดล้อมมีองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งไม่ใช่เฉพาะ จุลินทรีย์รวมอยู่ด้วย ดังนั้นสารเคมีบางชนิดอาจจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นในสภาวะแวดล้อมที่มี ความเป็นกรดหรือด่างต่างกัน หรืออาจมีประสิทธิผลลดลงเพราะมีสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ ปะปนอยู่เป็นเกราะช่วยป้องกันเซลล์จุลินทรีย์จากการทำลายของสารเคมี

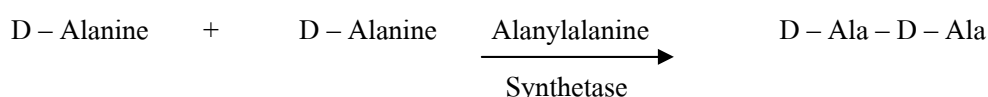
8. กลไกการออกฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์

ความรู้เกี่ยวกับกลไกการออกฤทธิ์ในการยับยั้งหรือฆ่าจุลินทรีย์ เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ มากอาจสามารถใช้ในการคาดเดาชนิดของสารที่มีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ และชนิดของจุลินทรีย์ ที่สารนั้นออกฤทธิ์ต้านได้ผลมากที่สุด กลไกการออกฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์มีหลายวิธี ได้แก่

8.1 การทำให้ผนังเซลล์เสียหาย และยังมีผลต่อการสังเคราะห์ผนังเซลล์

ออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ หรือเปลี่ยนแปลงผนังเซลล์ หลังจาก ที่สร้างเสร็จแล้ว ถ้าจะกล่าวถึงกลไกการยับยั้ง สามารถอธิบายได้ดังนี้

8.1.1 ยับยั้ง Udpn – Acetyl Muramyl Pentapeptide ซึ่งเป็นสารตัวกลางที่จะนำไป รวมเป็น Mucoprotide Chain เพื่อใช้ในการสร้างผนังเซลล์ต่อไป กลไกการยับยั้งคือ สารจะ ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ Alanine Racemase โดยจะเปลี่ยนเป็น L – Alanine ให้เป็น D – Alanine และยังเป็นกลไกแบบ Competitive Inhibition และยังมี การยับยั้ง การทำงานของ เอนไซม์ Alanylalanine Synthetase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการรวม D – Alanine สองโมเลกุลเข้า ด้วยกันดังสมการ



8.1.2 ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Transpeptidase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญในการต่อเชื่อม Peptide Bridge ของ N – Acetyl Muramic Acid - Peptides ดังนั้นจึงขัดขวางการเกิด cross Linkage ของ Mucopeptide Chain

8.1.3 มีผลต่อการสร้าง Linear Mucopeptide Chain ของผนังเซลล์โดยจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Mererin Polymerase ทำให้เกิดการขัดขวางการ Polymerization ของผนังเซลล์

8.1.4 มีผลกระทบต่อขบวนการ Phospholipid Cycle ของผนังเซลล์ อาจจะขัดขวาง Lipid Pyrophosphate หรือที่เอนไซม์ Pyrophosphatase

8.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์

ความมั่นคงทางโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ ขึ้นกับการเรียงตัวเป็นลำดับของ Protein และ lipid ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ ตัวทำละลายอินทรีย์และสารลดแรงตึงผิวสามารถทำลายการจัดระเบียบโครงสร้างนี้ได้ เป็นผลให้หน้าที่ปกติของเยื่อหุ้มเซลล์เสียไป ผลก็คือมีการปล่อย ion อินทรีย์ที่สำคัญ Nucleotide , Co – Enzyme และ Amino Acid ออกจากเซลล์ เป็นผลให้เกิดการรบกวนต่อการขนส่งแบบ Active Transport และ Metabolism ดังนั้นสารใด ๆ ที่มีผลต่อหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์จะสามารถทำให้เซลล์ตายหรือไม่สามารถเจริญได้ โดยอาจจะเกิดกลไกดังนี้

8.2.1 อาจจะเกิดการไปจับกับส่วนของ Sterol ในเซลล์เมมเบรน หรืออาจจะไปแทนที่ lipid ที่ย่อยเยื่อหุ้มเซลล์ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติด้าน Permeability ของเยื่อหุ้มเซลล์เป็นเหตุให้มีการรั่วไหลของสารบางอย่างในเซลล์ออกมาภายนอก เช่น Nucleus และ Inorganic Ion หรือ Protein เป็นผลทำให้ Metabolism ของเซลล์ผิดปกติไป

8.2.2 ก่อให้เกิดปฏิกิริยารั่วไหลของไอออนต่าง ๆ ออกจากเซลล์ เช่น Potassium ion , Sodium ion , Ammonium ion , Lithium ion หรือ Hydrogen ion ซึ่ง ion เหล่านี้เป็น Electrolite ที่มีความสำคัญในขบวนการ Metabolism ของเซลล์ เช่น Potassium ion มีความสำคัญในการสร้างพลังงานของเซลล์ เมื่อเซลล์ขาด Potassium ion จะเป็นผลทำให้การสร้างพลังงานหยุดชะงักและตายในที่สุด

8.3 การเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของ Protein และ Nucleic Acid

Protein เป็นโมเลกุลอินทรีย์ที่มีมากสุดในเซลล์ Bacteria และเป็นส่วนสำคัญต่อลักษณะทั้งหมดของโครงสร้างเซลล์ และหน้าที่ของเซลล์ ในสภาพปกติแต่ละ Protein จะมีโครงสร้างที่เป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งต้องการสำหรับการทำหน้าที่นั้น ๆ สารซึ่งเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ Protein ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ปกติ สารเหล่านั้นได้แก่ กรด ค่าง Alcohol และตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ สำหรับตัวทำละลายอินทรีย์ มีกลไกการออกฤทธิ์ที่สำคัญคือการแปลงสภาพเยื่อหุ้มเซลล์

ความอยู่รอดของเซลล์ขึ้นกับการรักษาโมเลกุลของ Protein และ Nucleic Acid ให้อยู่ในสถานะตามธรรมชาติ ภาวะหรือสารที่สามารถเปลี่ยนแปลงสถานะนี้ เช่น แปลงสภาพ Protein หรือ Nucleic Acid อาจทำให้เซลล์เสียหาย โดยอาจเกิดกลไกได้ดังนี้

8.3.1 โดยไปจับกับหน่วยย่อย 50S ของ Ribosome เป็นเหตุให้การสังเคราะห์ Protein ไม่เกิดขึ้นตามปกติ และอาจเกิดการขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ Peptidyl Transferase ดังนั้น Peptide Bond จึงไม่เกิดขึ้น หรืออาจจะขัดขวางช่วงระยะ Translocation จาก Aminoacyl Site (A – site) เป็นผลทำให้ Peptidyl – tRNA ตัวอื่นไม่สามารถจะเข้ามาจับเกาะได้อีก

8.3.2 จะไปจับกับหน่วยย่อย 30S ของ Ribosome โดยการจับของ Aminoacyl – tRNA บน mRNA หรืออาจรวมกับ Ribosome ขนาด 70S แล้วทำให้ไรโบโซมนี้ไม่สามารถแยกเป็นหน่วยย่อย 30S และ 50S ได้ เป็นผลให้ Ribosome ถูกทำลาย

8.4 การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์

เอนไซม์ประกอบด้วยหมู่ที่ทำหน้าที่จำเพาะ ซึ่งจะจับกับ Substrate และทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยา ถ้าหมู่ที่ทำหน้าที่เหล่านี้ถูกเปลี่ยนแปลงหรือทำลาย จะทำให้ฤทธิ์ของเอนไซม์ถูกยับยั้ง หมู่ที่ทำหน้าที่ที่สำคัญของผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ และ Nucleic Acid ก็ไวต่อการเปลี่ยนแปลงหรือทำลาย สารแต่ละประเภทจะจับกับหมู่ที่ทำหน้าที่ต่างกัน เช่น สารลดแรงตึงผิวที่เป็นแอนไอออนและสี่ที่เป็นกรด จะทำปฏิกิริยากับ Amino Group และ Amidazol สี่ที่เป็น

ค้างและสารประกอบ Quaternary Ammonium จะทำปฏิกิริยากับ Hydroxyl Group และ Phosphoric Acid

เอนไซม์ต่างๆ ที่มีเป็นจำนวนมากภายในเซลล์ เป็นเป้าหมายที่สำคัญของสารต้านจุลินทรีย์ โดยสารเคมีมากมายสามารถแทรกแซงปฏิกิริยาชีวเคมี ทำให้ Metabolism ของเซลล์ช้าลงหรืออาจทำให้เซลล์ตายได้

8.5 การยับยั้งการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและโปรตีน

กรดนิวคลีอิกและโปรตีนมีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของเซลล์ การยับยั้งการสังเคราะห์จึงเป็นอันตรายต่อเซลล์มาก พอจะสรุปกลไกการยับยั้งได้ดังนี้

8.5.1 สารบางอย่างจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ DNA Dependent RNA Polymerase (หรือ RNA Polymerase) และยับยั้งการสังเคราะห์ RNA

8.5.2 ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ DNA Polymerase ซึ่งมีความสำคัญในการจำลอง DNA เป็นผลให้เซลล์ไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้

8.5.3 ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่จะนำ Adenine และ Guanine ไปเชื่อมต่อกับเบสอื่นในสายของ DNA เป็นผลให้เซลล์ไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้

8.5.4 เกิดการสลายของ DNA (Depolymerization) โดยสารสกัดบางตัวอยู่ในสภาพรีดิวซ์ ซึ่งเป็นสภาวะที่ว่องไวในการทำปฏิกิริยามาก และสามารถเกิด cross linkage กับสายของ DNA ได้อีกด้วย จึงยับยั้งการสังเคราะห์ DNA ของเซลล์ได้

8.6 การยับยั้งการสร้างพลังงานของเซลล์

การยับยั้งการสร้างพลังงานของเซลล์พอจะสรุปกลไกการยับยั้งได้ดังนี้

8.6.1 จะไปกระตุ้นขบวนการหายใจของเซลล์ แต่จะขัดขวางการรวมกันของ ADP กับ ฟอสเฟต ทำให้ไม่เกิด ATP

8.6.2 ยับยั้งขบวนการส่งผ่านอิเล็กตรอนของขบวนการหายใจ โดยจะขัดขวางการส่งผ่านอิเล็กตรอนระหว่าง Cytochrome b และ Cytochrome c

9. ปัจจัยที่มีผลต่อฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์

ปัจจัยและภาวะหลายอย่างมีผลต่ออัตราที่จุลินทรีย์ถูกยับยั้ง หรือถูกทำลายด้วยวิธีทางกายภาพหรือวิธีทางเคมี จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ เพื่อให้การควบคุมในทางปฏิบัติมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

9.1 จำนวนจุลินทรีย์

ความสามารถในการทำลายจุลินทรีย์ของวิธีทางกายภาพหรือวิธีทางเคมี ขึ้นกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มแรก ถ้าจุลินทรีย์จำนวนมาก จุลินทรีย์บางตัวอาจไม่ถูกทำลาย ความหนาแน่นของจุลินทรีย์มาก อาจป้องกันการแทรกซึมของสารต้านจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นที่จะทำลายจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด

9.2 ความเข้มข้นของสารต้านจุลินทรีย์

ความเข้มข้นของสารต้านจุลินทรีย์มีผลต่อประสิทธิภาพของฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ถูกฆ่าได้เร็วขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมีทำลายเชื้อจนถึงระดับหนึ่ง

9.3 ชนิดและอายุของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ชนิดต่างๆมีความไวต่อการทำลายด้วยวิธีทางกายภาพหรือวิธีทางเคมีแตกต่างกันมาก สปอร์ของแบคทีเรียมีความต้านทานมากที่สุด เชื้อราและไวรัสมีความต้านทานมากกว่าแบคทีเรีย แบคทีเรียแกรมบวกไวต่อฤทธิ์ของสารทำลายเชื้อและสารระงับเชื้อหลายชนิดมากกว่า

แบคทีเรียแกรมลบ แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์มีความไวต่อสารเคมีและวิธีทางกายภาพแตกต่างกันระหว่างวัฏจักรการเจริญ โดยทั่วไปแบคทีเรียในสภาวะการเจริญคงที่มีความต้านทานต่อความร้อนและสารเคมีทำลายเชื้อมากกว่าระยะอื่นและแบคทีเรียในช่วง Log Phase จะทนได้น้อยที่สุด

9.4 อุณหภูมิ

การเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นพอประมาณสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสารทำลายเชื้อหรือสารเคมีด้านจุลินทรีย์อื่น ทั้งนี้เนื่องจากสารเคมีทำลายจุลินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาเคมีและอุณหภูมิที่สูงขึ้นเร่งอัตราของปฏิกิริยาเคมี

9.5 การมีสารอินทรีย์

การมีสารอินทรีย์จากภายนอก สามารถลดประสิทธิภาพของสารเคมีด้านจุลินทรีย์ลงอย่างมาก โดยการทำให้สารนั้นหมดฤทธิ์หรือปกป้องจุลินทรีย์จากสารนั้น การมีสารอินทรีย์ในสารผสมระหว่างสารทำลายเชื้อและจุลินทรีย์อาจทำให้เกิดการรวมกันของสารทำลายเชื้อและสารอินทรีย์ เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีฤทธิ์ฆ่าจุลินทรีย์หรือเกิดการรวมกันของสารทำลายเชื้อและสารอินทรีย์ เกิดเป็นตะกอน ดังนั้นจึงแยกสารทำลายเชื้อออกจากจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์บนพื้นผิวเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์ถูกห่อหุ้มอยู่ เป็นผลให้การสัมผัสระหว่างสารทำลายเชื้อและเซลล์เสียไป

9.6 ความเป็นกรดหรือความเป็นด่าง

ความเป็นกรดหรือความเป็นด่างของสารละลายมีผลต่อประสิทธิภาพของสารเคมี สารฆ่าแบคทีเรียที่เป็น Cation มีฤทธิ์มากกว่าในภาวะที่เป็นด่าง และสารฆ่าแบคทีเรียที่เป็น Anion มีฤทธิ์มากกว่าในภาวะที่เป็นกรด โดยทั่วไปสารทำลายเชื้อส่วนใหญ่มีฤทธิ์ดีที่สุดในภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อย เนื่องจากสารทำลายเชื้อในรูปที่ไม่แตกตัวสามารถแทรกซึมได้มากกว่า และมีการเพิ่มขึ้นของประจุตรงข้ามของส่วนประกอบของเซลล์ สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดมักจะมีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียถ้าทำให้ร้อน เพราะว่าการให้ความร้อนจะช่วยเพิ่มการแตกตัวของกรดได้

10. น้ำยาฆ่าเชื้อ

น้ำยาฆ่าเชื้อ หมายถึง น้ำยาที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ โดยมีฤทธิ์เป็น bacteriostatic หรือ bactericidal รวมทั้งมีผลต่อ fungi , spore และ virus ด้วยทั้งนี้แล้วแต่คุณสมบัติเฉพาะของน้ำยาฆ่าเชื้อแต่ละชนิด

เมื่อกล่าวถึงน้ำยาฆ่าเชื้อ มักจะพบคำภาษาอังกฤษ 2 คำ คือ antiseptics และ disinfectants ซึ่งมีความหมายต่างกันดังนี้

antiseptics หมายถึง สารที่ใช้ทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพ และมักใช้กับภายนอกร่างกายของสิ่งมีชีวิต โดยไม่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อเหล่านั้น อย่างไรก็ตามสารชนิดหนึ่งอาจเป็นได้ทั้ง antiseptics และ disinfectants ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารชนิดนั้น ๆ

disinfectants หมายถึง สารที่ใช้ทำลายจุลชีพที่ทำให้เกิดโรคโดยไม่ทำลายสปอร์ของแบคทีเรีย โดยสารเหล่านี้จะทำให้เกิดอันตรายต่อผิวหนังและเยื่อเมือกโดยตรง ดังนั้นจึงใช้กับสิ่งไม่มีชีวิต เช่น เครื่องมือต่าง ๆ และสถานที่ เป็นต้น

ผิวหนังปกติมีปัจจัยสำคัญในการต่อต้านการติดเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่

1. pH ของผิวหนังประมาณ 5.5
2. น้ำมันจากต่อมไขมันตามธรรมชาติบนผิวหนังมนุษย์ มีสารที่สามารถจัดเชื้อแบคทีเรียได้
3. ภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทั้ง humoral และ cellular immunity
4. ความแห้งของผิวหนัง

ปัจจัยเหล่านี้ ทำให้เชื้อแบคทีเรียเติบโตไม่ได้ และถูกจัดไปในที่สุด แต่จะมีแบคทีเรียบางชนิดเท่านั้นที่มีชีวิตอยู่ และแบ่งตัวได้บนผิวหนัง โดยไม่ทำให้เกิดโรค เรียกว่า normal skin flora ซึ่งได้แก่ *Staphylococcus epidermidis*, *Micrococci*, *Aerobic diphtheroids*, *Proionibacterium acnes* และ gram negative บางชนิด

11. สารที่มีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ล้างมือ

คำศัพท์ antiseptic, antibacterial และ antimicrobial ในผลิตภัณฑ์ล้างมือให้ความหมายเดียวกันคือ สารที่มีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ที่ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ล้างมือ และรายงานว่าสารดังกล่าว ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมีดังนี้คือ

11.1 แอลกอฮอล์

แอลกอฮอล์ ที่ใช้กันคือ ethanol และ iso-propanol ในระดับความเข้มข้นร้อยละ 62 – 72 ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมานานแล้วในวงการสัตวศาสตร์ และปัจจุบันนี้ก็มีการพัฒนาผลิตเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อที่ปนเปื้อนบนมือแบบสำเร็จรูป (instant hand sanitizer) โดยมีส่วนผสมของสารประกอบต่าง ๆ ที่ช่วยถนอมมือไม่ให้เกิดความแห้ง

11.2 Iodine และ iodophors

โดยเฉพาะ iodophors ซึ่งเป็นสารเชิงซ้อนของ iodine กับ polyvinylpyrrolidone (PVP) มักใช้ในผลิตภัณฑ์พวก health care personnel hand wash products และ surgical hand scrub products สารกลุ่มนี้ถึงแม้ประสิทธิภาพสูงในการทำลายจุลินทรีย์แต่มีผลก่อการระคายเคืองและการแพ้ได้

11.3 Triclosan (5-chloro-2[2, 4-dichlorophenoxy] phenol)

เป็นสารในกลุ่มฟีนอล มีฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ได้ในวงกว้างทั้งแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและแกรมลบ ความเข้มข้นที่ใช้ในช่วงร้อยละ 0.1 – 1.0

12. สารสกัดจากธรรมชาติ

การนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังต่อไปนี้

12.1 ข้อดีของการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ

12.1.1 ปลอดภัย เพราะพืชสมุนไพร หรือสารที่สามารถสกัดได้จากธรรมชาติ ส่วนมากมีฤทธิ์อ่อน ไม่ค่อยเป็นพิษหรือมีผลข้างเคียงมากนัก มีการใช้มาเป็นเวลานานหลายยุคหลายสมัย และมีความปลอดภัยมากกว่าสารเคมี และสารเจือปนอื่น ๆ

12.1.2 ประหยัด เนื่องจากสมุนไพร หรือสารที่สามารถสกัดได้จากชาตินั้นมีราคาถูก เพราะมีการปลูกกันมานานในประเทศไทย หากมีการส่งเสริมให้มีการปลูก การเก็บรักษา และการสกัดอย่างถูกวิธีแล้ว จะทำให้สามารถนำคุณสมบัติที่ดีจากสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ได้อย่างคุ้มค่า

12.2 ข้อเสียของการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ

12.2.1 สารจากธรรมชาติสลายตัวง่าย มีประสิทธิภาพในการใช้ระยะสั้น ต้องศึกษาวิธีรักษาความคงตัว หรือคงสภาพของสารสำคัญที่เป็นส่วนประกอบ สารจากธรรมชาติมักมีสารสำคัญปนกันหลายชนิด โดยที่บางครั้งแยกสกัดสารเดี่ยวบริสุทธิ์ออกมาได้ บางครั้งแยกออกมาได้ยาก หรือบางครั้งสารสำคัญที่ไม่ต้องการปนออกมาแยกได้ลำบาก อาจทำให้เกิดการเสริมฤทธิ์ หรือต้านกันก็ได้ ต้องทำการวิจัยทางคลินิกก่อนนำมาใช้จริง

12.2.2 สารจากธรรมชาติบางชนิดมีสารสำคัญที่ต้องการในปริมาณต่ำ ทำให้ไม่คุ้มในการแยกสกัดออกมาเพราะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากและปริมาณส่วนประกอบสำคัญของสารสำคัญในการสกัดจากธรรมชาติมักไม่คงที่แน่นอน เพราะได้จากธรรมชาติ ความเข้มข้นหรือปริมาณอาจแปรผันได้ เช่น จากแหล่งกำเนิดต่างกัน จากพันธุ์ต่างกัน จากอายุต่างกัน จากสภาพการเก็บต่างกัน เป็นต้น ทำให้อาจเกิดปัญหาในการควบคุมปริมาณและคุณภาพวิเคราะห์ให้คงที่

12.2.3 สารจากธรรมชาติโดยเฉพาะที่มีสารประกอบโปรตีน อาจทำให้เกิดการแพ้หรือระคายเคืองได้ง่าย หรือบางชนิดมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ ซึ่งกลบได้ยาก ทำให้ความนิยมในการใช้ลดลงต้องมีการศึกษาวิธีที่จะทำให้กลิ่นนี้ลดลงหรือหมดไป

แต่การนำสารสกัดจากธรรมชาติหรือสารจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมาใช้ในการผลิตเครื่องสำอางให้ถูกต้องตามข้อกำหนดมาตรฐานการผลิต เป็นเรื่องยุ่งยากพอสมควร เพราะจะต้องทราบถึงความเข้มข้นของสารสำคัญ และคุณภาพปริมาณวิเคราะห์ต้องได้มาตรฐาน ซึ่งก็จะต้องทำการวิจัยศึกษาหลายขั้นตอนเพื่อให้แน่ใจว่ามีประสิทธิภาพตามที่ระบุไว้จริง ข้อมูลและรายงานการวิจัยเกี่ยวกับสารสำคัญ การแยกสกัด ปริมาณสาร คุณสมบัติทางกายภาพ สี กลิ่น และเคมี ความคงตัว เทคนิคการผลิต ตลอดจนวิธีวิเคราะห์สารสำคัญ จะต้องมีการศึกษาอย่างดีเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพคงตัว นอกจากนี้การทดสอบทางคลินิกเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อยืนยันผลการใช้จริง ก่อนนำออกจำหน่าย (พิมพร, 2532)

13. น้ำมันหอมระเหย (Essential Oil)

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในเซลล์ของพืช อาจจะอยู่ในส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช ไม่ว่าจะเป็นราก, ใบ, ดอก, เปลือกหรือเมล็ด ลักษณะเด่นคือมีกลิ่น ระเหยได้แม้ในอุณหภูมิปกติ ส่วนใหญ่จะใส มีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่มีสีและน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดจะไม่ละลายในน้ำ (เกษตรกรรมธรรมชาติ, 2543)

ถึงแม้ว่าน้ำมันหอมระเหยจะเป็นน้ำมันแต่จากการสัมผัสจะไม่เป็นมันหรือทิ้งคราบมันไว้บนกระดาษเหมือนน้ำมันพืช แต่ที่เหมือนน้ำมันทั่วไปคือน้ำมันหอมระเหยผสมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำไม่ได้ แต่จะรวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำมันพืชได้ น้ำมันหอมระเหยในพืชมีปริมาณน้อยดังนั้นราคาของน้ำมันหอมระเหยจึงขึ้นอยู่กับปริมาณมากหรือน้อยของตัวอย่างพืช ตามปกติน้ำมันหอมระเหยจะไม่มีสี แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้นานๆอาจจะถูกออกซิไดซ์ทำให้มีสีเข้มขึ้น ดังนั้นจึงควรเก็บไว้ในขวดสีชาที่ปิดสนิท เก็บไว้ในที่แห้งและเย็น

14. องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหย

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยค่อนข้างซับซ้อนและแปรผันตามระยะเวลาในการปลูก ฤดูกาลและช่วงเวลาที่เกี่ยวข้องพืช ส่วนของพืชที่นำมาใช้ (เช่น ราก, ใบ, ลำต้น, ดอก, ผล, เมล็ด, เปลือกต้น หรือเนื้อไม้) ชนิดของดินตลอดจนภูมิอากาศและภูมิประเทศ องค์ประกอบทางเคมีมักเป็นสารกลุ่ม terpenes, sesquiterpenes, esters, alcohols, phenols, aldehydes, ketone และ organic acids นอกจากนี้ยังประกอบด้วย vitamins, hormones, antibiotics และ/หรือ antiseptics รวมด้วย น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นหรือสกัดได้จากพืชอาจมีปริมาณตั้งแต่ 0.005% ถึง 10% ของพืชแล้วแต่ชนิดของพืช เช่น น้ำมันหอมระเหย 1 ปอนด์ อาจได้จากยูคาลิปตัส 50 ปอนด์, ลาเวนเดอร์ 150 ปอนด์ หรือ sage, thyme, rosemary 500 ปอนด์ แม้กระทั่งดอกกุหลาบถึง 2000-3000 ปอนด์ เป็นต้น

นอกจากนี้ขบวนการในการได้มาซึ่งน้ำมันหอมระเหยยังมีผลต่อคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ด้วย น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพสูงมักได้จากการสกัดเย็นและการกลั่น ซึ่งเหมาะที่จะนำมาใช้ในสுவคนธบำบัด น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพรองลงมา ซึ่งได้จากการสกัดโดยวิธีอื่น มักใช้ในการแต่งกลิ่นผลิตภัณฑ์อาหาร ยา และเครื่องสำอาง

น้ำมันหอมระเหยเป็น aromatic compounds ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามองค์ประกอบที่เป็นโครงสร้างในโมเลกุล ดังนี้

14.1 Hydrocarbons

มีองค์ประกอบในโมเลกุลของ aromatic ring เป็นสาร carbon และ hydrogen ได้แก่ Terpenes และ Sesquiterpenes ซึ่งอาจเรียกว่า Terpenoid Essential oil ซึ่งอาจเป็นสารประกอบประเภทต่างๆ ได้แก่

- ketones เช่น thujone, camphor เป็นต้น
- aldehydes เช่น citral, citronellal เป็นต้น
- alcohols เช่น Linalol, alpha-Terpineol เป็นต้น
- phenols เช่น thymol, carvacol เป็นต้น

- monoterpene, diterpene เช่น limonen terpinene เป็นต้น

14.2 Phenylpropanes

มีองค์ประกอบในโมเลกุลของ aromatic ring เป็นสาร carbon, hydrogen และ oxygen อาจเรียกว่า Phenylpropane Derived Essential Oil เช่น eugenol, anethol, safrol, cinnamic aldehydes, methylchavicol เป็นต้น

15. การแบ่งกลุ่มน้ำมันหอมระเหยตามองค์ประกอบทางเคมี

น้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยส่วนประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อน อาจแบ่งน้ำมันหอมระเหยตามชนิดขององค์ประกอบใหญ่ ๆ ได้ดังนี้ (วันดี, 2536)

15.1 น้ำมันหอมระเหยที่มีไฮโดรคาร์บอน(Hydrocarbon) เป็นองค์ประกอบหลัก

อาจพบได้ทั้งในรูปไฮโดรคาร์บอนโมโนไซคลิกเทอร์ปีนส์ (Hydrocarbonmonocyclicterpene) เช่น ลิโมนีน(limonene) ซึ่งพบได้ในน้ำมันมินต์ น้ำมันจากส้ม กระวาน และน้ำมันสน นอกจากนี้อาจพบไฮโดรคาร์บอน(Hydrocarbon)ในรูปของไดไซคลิกโมนเทอร์ปีนส์ (Dicyclicmonoterpene) เช่น ไพนีน (Pinene) ซึ่งพบในน้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันดอก ส้ม และน้ำมันลูกผักชี

15.2 น้ำมันหอมระเหยที่มีแอลกอฮอล์ (Alcohol) เป็นองค์ประกอบหลัก

ที่สำคัญได้แก่ น้ำมันมินต์ น้ำมันจากลูกผักชี ลูกกระวาน ดอกส้ม ดอกกุหลาบ และ น้ำมันสน ตัวอย่างของแอลกอฮอล์ (Alcohol) ที่พบบ่อย ๆ ได้แก่ เจอรานีออล (Geraniol) ซิโตรเนลลอล (Citronellol) ซึ่งเป็นอไซคลิกแอลกอฮอล์ (Acyclic alcohol)

15.3 น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกแอลดีไฮด์ (Aldehydes) เป็นองค์ประกอบหลัก

น้ำมันหอมระเหยที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ที่สำคัญ ได้แก่ น้ำมันอบเชย น้ำมันจากส้ม มะนาว และตะไคร้หอม ตัวอย่างของแอลดีไฮด์ (Aldehydes) ที่พบ ได้แก่ เจอรานิแอล (Geranial) นีเรล (Neral) และซิโตรเนลลาล (Citronellal)

15.4 น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกคีโตน (Ketones) เป็นองค์ประกอบหลัก

ตัวอย่างของคีโตน (Ketones) ที่พบ ได้แก่ เมนโทน (Menthone) คาร์วอน (Carvone) ซึ่งเป็นโมโนไซคลิกเทอร์ปีนส์คีโตน (Monocyclicterpeneketones) นอกจากนี้ยังพบ แคมเฟอร์ (Camphor) เฟนโชน (Fenchone) ซึ่งเป็นไดไซคลิกคีโตน (Dicyclicketones) น้ำมันหอมระเหยที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ การบูร และมินต์

15.5 น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกฟีนอล (Phenols) เป็นองค์ประกอบหลัก

ฟีนอล (Phenols) ที่พบ ได้แก่ ยูจีนอล (Eugenol), ไทมอล (Thymol) เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ ได้แก่ น้ำมัน กานพลูและขิงสน

15.6 น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกฟีนอลิเอเทอร์ (Phenolic ether) เป็นองค์ประกอบหลัก

ตัวอย่างของน้ำมันหอมระเหยในกลุ่มนี้ ได้แก่ น้ำมันโป๊ยกั๊ก ซึ่งพบสารอนิโท (Anetol)

15.7 น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกออกไซด์ (Oxides) เป็นองค์ประกอบหลัก

ตัวอย่างของสารออกไซด์ (Oxides) ที่พบในน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ ยูคาลิปทอล (Eucaliptol) ซึ่งพบในน้ำมันยูคาลิปตัส

15.8 น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวกเอสเทอร์(Esters) เป็นองค์ประกอบหลัก

ตัวอย่างของสารจำพวกเอสเทอร์ (Esters) ที่พบได้แก่ เมทิลซาลิไซเลต (Methylsalicilate) พบได้ในน้ำมันระกำ

16. ส่วนของพืชให้น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิดสามารถพบได้ในส่วนต่าง ๆ ของพืชแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 น้ำมันหอมระเหยที่พบในส่วนต่าง ๆ ของพืชและตัวอย่าง

ส่วนของพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย	ตัวอย่างพืช / น้ำมันหอมระเหย
ฐานรองดอกหรือดอก (Petals or whole flowers)	Neroli, rose, Ylang-ylang, Chamomile (German)
ยอดดอก(Flowering tops)	Clary sage, Lavender, Marjoram, Yarrow
ใบ (Leaves)	Germium, Violet, Eucalyptus, Tea tree
กลุ่มใบและกิ่งอ่อน(Foliage & twigs)	Cypress, Petigrain, Rosemary, Myrtle
ทั้งต้นเหนือดิน (Over ground whole plant)	Basil, Chamomile maroc (ormenis) Peppermint, Spearmint
เมล็ด (Seeds)	Fennel, Coriander, Angelica, Dill
ผลหรือเปลือกต้น(Fruits or fruit peel)	Bergamot, Juniper, Lemon, Mandarin
เนื้อไม้หรือเปลือกต้น(Woods or bark)	Sandalwood, Cedarwood, Amyris, Ho-wood
ลำต้นใต้ดินและราก (Rhizomes and roots)	Ginger, Vetiver, Spikenard, Valerian
เรซินหรือกัม(Resin or gum)	Frankincense, Myrrh, Elemi, Galbanham

ที่มา: พิมพร (2545)

17. การสกัดน้ำมันหอมระเหย

การสกัดน้ำมันหอมระเหยมีอยู่ 5 วิธีด้วยกัน คือ

17.1 การกลั่น (Distillation)

วิธีการกลั่นมีหลายแบบ ได้แก่ (จุฬารัตน์วลัยลักษณ์ฯ, 2522)

17.1.1 การกลั่นแบบใช้น้ำ (Water distillation หรือ Hydrodistillation)

เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดของการกลั่นน้ำมันหอมระเหยโดยพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบที่กลั่นจะจมอยู่ในน้ำเดือดทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมด น้ำภายในหม้อต้มกลั่นถูกทำให้ร้อนด้วยการให้ความร้อนโดยตรงกับหม้อต้มกลั่นหรือการใช้ไอน้ำไปทำให้หม้อต้มกลั่นร้อน ทำให้ทำการควบคุมอุณหภูมิขณะกลั่นได้ง่าย ใช้เวลาในการสับเปลี่ยนวัตถุดิบน้อย และสามารถทำให้หม้อต้มกลั่นร้อนขึ้นได้เร็วกว่าการให้ความร้อนโดยตรงกับหม้อต้มกลั่น การกลั่นแบบใช้น้ำนี้เคยใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ก็มีข้อเสียหลายประการ คือ ไม่สามารถจะให้ความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นจึงทำให้อัตราการกลั่นไม่สม่ำเสมอ บางครั้งการให้ความร้อนสูงในการกลั่น ทำให้พืชที่ต้องการกลั่นไหม้ ทำให้เกิดกลิ่นไหม้ติดไปในน้ำมันหอมระเหยด้วย การกลั่นแบบใช้น้ำนี้จะเป็นไปอย่างช้าๆ น้ำมันจะสัมผัสกับน้ำเดือดเป็นเวลาค่อนข้างนานซึ่งอาจทำให้มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยเป็นไปในทางที่ไม่พึงปรารถนา การทำการกลั่นแบบใช้น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในบางกรณี เช่น ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากกุหลาบไม่สามารถนำมาทำการกลั่นโดยใช้ไอน้ำ (Steam distillation) ได้ เพราะเมื่อกลิบกุหลาบสัมผัสกับไอน้ำจะหดและเหนียว ซึ่งทำให้ไม่สามารถกลั่นน้ำมันหอมระเหยออกมาได้เลย แต่ถ้าใส่กลีบกุหลาบลงไปในน้ำ กลีบกุหลาบสามารถจะลอยวนในน้ำได้อย่างอิสระ ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกซินนามอน การที่นำเปลือกซินนามอนไปไว้ในน้ำเดือดทำให้น้ำมันหอมระเหยสามารถแพร่ออกมาจากเนื้อเยื่อได้ง่ายขึ้น

17.1.2 การกลั่นแบบใช้น้ำและไอน้ำ (Water and steam distillation)

พืชที่เป็นวัตถุดิบวางอยู่บนตะแกรงรองรับ (grid) ซึ่งอยู่เหนือก้นหม้อต้มกลั่นพอสมควร ส่วนล่างของหม้อต้มกลั่นจะมีน้ำบรรจุอยู่ ระดับน้ำต่ำกว่าตาข่ายรองรับเล็กน้อย เมื่อน้ำร้อนจนเดือด ไอน้ำอิ่มตัว (Saturated steam) จะสัมผัสกับพืช สามารถดัดแปลงเครื่องมือการกลั่นแบบใช้น้ำได้ โดยใส่ตะแกรงเข้าไปในหม้อต้มกลั่นเพื่อวางพืชที่จะกลั่นไว้เหนือระดับน้ำ การกลั่นแบบนี้เป็นการกลั่นที่สะดวกที่สุด สำหรับสำรวจความเป็นไปได้ของการผลิตน้ำมันหอมระเหยเครื่องมือที่ใช้ในการกลั่นสร้างได้ง่าย ไม่มีอะไรซับซ้อน ราคาไม่แพงและกลั่นได้รวดเร็ว คุณภาพของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ดีกว่าการกลั่นแบบใช้น้ำ การกลั่นแบบนี้จึงนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตน้ำมันหอมระเหยทางการค้า

17.1.3 การกลั่นแบบใช้ไอน้ำ (Steam distillation)

จะส่งผ่านไอน้ำจากหม้อต้ม (Boiler) เข้าไปได้ในได้หม้อต้มกลั่นซึ่งบรรจุพืชที่ต้องการกลั่น โดยใช้ไอน้ำอิ่มตัว (Saturated steam) ร้อนจัดที่ความกดดันสูงกว่าความกดดันบรรยากาศ เช่น 1-2 เท่าของความดันบรรยากาศ ไอน้ำร้อนนี้จะผ่านเข้าไปยังส่วนล่างของหม้อต้มกลั่น การกลั่นแบบนี้แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้ดีกว่าการกลั่นแบบแรกๆ การใช้ไอน้ำโดยตรงเป็นการกลั่นที่ก้าวหน้ามากที่สุด ในการกลั่นแบบนี้พืชจะถูกวางบนตะแกรงในหม้อต้มกลั่นแต่ไอน้ำจะได้มาจากหม้อต้มอีกอัน แล้วส่งผ่านท่อเข้าสู่หม้อต้มกลั่น ถ้าหม้อต้มกลั่นจัดเตรียมเหมาะสมแล้ว จะไม่มีน้ำส่วนเกินจากการกลั่นตัวของไอน้ำในหม้อต้มกลั่น ข้อดีของการกลั่นแบบใช้ไอน้ำคือ สามารถกลั่นได้รวดเร็ว หม้อต้มกลั่นสามารถที่จะบรรจุพืชที่กลั่นได้อย่างรวดเร็วไม่เสียเวลา ปริมาณของพืชที่นำเข้ามากลั่นก็มีได้มากทำให้ได้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมาก

17.1.4 การกลั่นแบบใช้ไอน้ำแห้ง (Dry steam distillation)

ใช้ไอน้ำร้อนยิ่งยวด (Superheated steam) ซึ่งมีอุณหภูมิสูงมาก และบางครั้งอาจเพิ่มความร้อนให้แก่หม้อต้มกลั่นซึ่งบรรจุพืชที่นำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วย ทำให้ไม่มีไอน้ำส่วนใดในหม้อต้มกลั่นควบแน่นเป็นน้ำเลยขณะทำการกลั่น แต่ต้องระมัดระวังไม่ให้พืชถูกอบจนไหม้เกรียมด้วยการออกแบบตะแกรงกระจายความร้อนให้เหมาะสม

17.2 การบีบ (Mechanical Expression)

ใช้สำหรับพืชที่มีถุงน้ำมันอยู่ใต้เปลือก ซึ่งมีองค์ประกอบที่สลายตัวโดยความร้อน ตัวอย่างเช่น น้ำมันจากผิวส้ม ผิวมะนาว โดยนำเปลือกส้มมาบีบจะได้ water in oil emulsion จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยอีกที

17.3 วิธี Enfleurage

เป็นวิธีที่เก่าแก่ มักใช้กับกลีบดอกไม้ซึ่งมีน้ำมันหอมระเหยปริมาณน้อย ทำโดยใช้ น้ำมันระเหยยาก (fixed oil) หรือไขมัน (fat) ชนิดที่ไม่มีกลิ่นมาแผ่เป็นฟิล์มบาง ๆ บนกระจก นำกลีบดอกไม้มาโปยบนฟิล์มนี้ ตั้งทิ้งไว้หลาย ๆ ชั่วโมง เก็บกลีบดอกไม้ออก แล้วโปยชุดใหม่ลงไปแทน ไขมันซึ่งดูดซับน้ำมันหอมระเหยไว้ได้สิ่งสกปรกที่เรียกว่า Absolute de pomade จากนั้นนำมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์เพื่อแยกน้ำมันหอมระเหยออกมาแล้วกลั่นเพื่อแยกแอลกอฮอล์ออกไป จะได้ลักษณะข้นเรียกว่า Enfleurage de enfleurage กรณีที่มีการใช้ความร้อนช่วย (50-60 °C) จะเรียกว่า Hot enfleurage วิธีนี้เคยนิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรม ปัจจุบันไม่นิยมเพราะเปลืองแรงงาน การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากกลีบดอกไม้อาจนำกลีบดอกไม้ไปต้มกับไขมันที่อุณหภูมิต่ำ ๆ แล้วกรองเอากลีบดอกออก นำไขมันไปสกัดเอาน้ำมันระเหยด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมอีกที ในประเทศฝรั่งเศสตอนใต้มีการเตรียมน้ำมันที่ชื่อว่า Red oil โดยวิธีนี้ โดยการนำดอก St John's wort มาแช่น้ำมันมะกอก (olive oil) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วกรองออก น้ำมันนี้มีสรรพคุณสมานแผลได้ดี โดยเฉพาะแผลไฟไหม้ ลักษณะการเตรียมน้ำมันนี้เรียกว่า herb-infused oil การเตรียมน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับการนำไปเตรียมเป็นตำรับครีม ขี้ผึ้ง น้ำมันถูวนวด และน้ำมันสำหรับอาบน้ำ

17.4 การสกัด (Solvent Extraction)

เป็นการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมซึ่งเป็น volatile hydrocarbon เช่น hexane, benzene หรือ petroleum ether สกัดเอาสารหอมออกมาอีกเรียกว่า Concrete จากนั้นสกัดแยกตัวทำละลายออกโดยการกลั่นภายใต้ความดันจะได้สารหอมเรียก Absolute วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นคงเดิมเพราะไม่เกิดการสลายตัว เหมาะสำหรับพืชที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ เช่น มะลิ ไวโอ

เล็ด แต่ราคาแพง ปัจจุบันนิยมใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม การสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีสกัด แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

17.4.1 การสกัดเย็น (Maceration)

เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยทำการคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมกับสารในพืชสมุนไพรแล้วนำพืชสมุนไพรไปใส่ไว้ในภาชนะที่ปิด เช่น ขวดปากกว้าง ขวดรูปชมพู่ หรือโถ ทำการแช่เป็นเวลาอย่างน้อย 7 วัน จากนั้นนำมากรองแล้วบีบเอาสารสกัดออกมาจากกากสมุนไพรให้ได้มากที่สุด นำสารละลายสมุนไพรที่ได้ไปทำการกรองเอาเศษสมุนไพรที่ติดมาออกให้หมด แล้วจึงนำไปใช้ประโยชน์ต่อ วิธีนี้มีข้อดีคือสารสกัดจะไม่ถูกความร้อน โอกาสในการสลายตัวของสารก็ลดลงไปแต่วิธีนี้เป็นวิธีที่เปลืองตัวทำละลายมาก ถ้าตัวทำละลายมีราคาแพงมากก็ควรหลีกเลี่ยงไปใช้วิธีอื่น ๆ เป็นการลดต้นทุนในการสกัด

17.4.2 การสกัดร้อน (Soxhlet Extraction)

เป็นวิธีการที่ใช้ความร้อนในการสกัดและต้องอาศัยการควบแน่นเข้าช่วย เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง ตัวทำละลายจะต้องมีจุดเดือดต่ำ เมื่อระเหยจะนำสารจากพืชสมุนไพรไปด้วย จากนั้นเมื่อถูกความเย็นก็จะกลั่นตัวลงใน thimble ซึ่งบรรจุสมุนไพรไว้ เมื่อตัวทำละลายใน extracting chamber สูงขึ้นถึงระดับกालักน้ำ สารสกัดจะไหลกลับไปในตัวรูปชมพู่ด้วยวิธีการกลั่นน้ำ ตัวทำละลายก็จะระเหยขึ้นไปแล้วกลั่นตัวกลับมาเป็นตัวทำละลายสกัดสารใหม่วนเวียนไป การใช้ความร้อนจึงอาจทำให้สารที่ระเหยได้ง่ายระเหยออกไป จึงไม่เหมาะกับการสกัดสารจากพืชสมุนไพรที่มีสารที่ระเหยง่ายเป็นองค์ประกอบ

17.5 ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวภายใต้ความดันสูง (Supercritical Carbon dioxide Extraction)

วิธีนี้จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นหอมมาก เพราะประสิทธิภาพการสกัดสูง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ใต้ความดันสูง (200 เท่าของความดันบรรยากาศและอุณหภูมิ 33 °C) จะกลายเป็นสภาพกึ่งเหลวที่เรียกว่า supercritical state มีคุณสมบัติในการละลายสูง (solvent properties) จะสามารถสกัดสารหอมออกมาได้มาก ข้อดีคือ ไม่ใช้ความร้อน ดังนั้นสารหอมต่าง ๆ จะไม่

สลายตัว จะคงสภาพเหมือนในสภาวะธรรมชาติ ภายหลังการสกัดสามารถแยกคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้โดยง่ายเพียงแค่ลดความดันลง การสกัดโดยวิธีอื่นสารหอมอาจมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ถูกย่อยสลาย (hydrolysed) หรือสลายโดยออกซิเจน (oxidized) ซึ่งทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมได้ (พิมพร, 2545)

18. ตัวทำละลาย

ของเหลวแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญที่ควบคุม Polarity ของของเหลว ซึ่งก็คือ แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล แรงดึงดูดนี้จะประกอบด้วย Dipole – Dipole Interaction Force หรือ Keesom Force และ Induced Dipole Interaction Force หรือ London Force ดังนั้นโมเลกุลของของเหลวจะประกอบด้วยแรงดึงดูดทั้ง 2 ชนิดนี้ ผลรวมของแรงทั้งสองนี้จะเป็ค่าที่บอกถึง Polarity ของของเหลวได้ เช่น น้ำจะมี Polarity ที่สูง น้ำมันจะมีค่า Polarity ต่ำ

น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับ Phenol, Alcohol, Aldehyde, Amine และสารประกอบที่มีไนโตรเจนและออกซิเจนเป็นองค์ประกอบในโมเลกุล ทั้งนี้เนื่องมาจากสารเหล่านี้สามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้ด้วยพันธะไฮโดรเจน (Davidson, 2000)

18.1 ชนิดของตัวทำละลาย

ชนิดของตัวทำละลายแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ (Davidson, 2000)

18.1.1 Polar Solvent เป็นของเหลวที่ประกอบด้วย Strong Dipolar Molecules และพันธะไฮโดรเจน ระหว่างโมเลกุลของของเหลว เช่น น้ำ, Hydrogenperoxide

18.1.2 Nonpolar Solvent เป็นของเหลวที่ประกอบด้วย Dipolar Molecules ที่เล็กน้อยหรือไม่มีเลย ดังนั้นจึงไม่มีค่า Polarity และมีค่า Dielectric Constant ต่ำมากหรือเป็นศูนย์ เช่น Chloroform เป็นต้น ไม่สามารถลดแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่มีประจุตรงข้ามกัน ของ Strong และ Weak Electrolytes ได้ อีกทั้งยังมึคุณสมบัติทางด้าน Aprotic และไม่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับสารพวก Non – Electrolyte ได้อีกด้วย

18.1.3 Semipolar Solvent เป็นของเหลวที่ประกอบด้วย Strong Dipolar Molecule จึงสามารถละลายเข้ากับ Polar Solvent ได้ดีเช่น Ethanol ผสมน้ำ, Acetone ผสมน้ำ หรือ Propylene Glycol ผสมน้ำ Semipolar Solvent สามารถละลายเข้ากับ Nonpolar Solvent ได้ เนื่องจาก Semipolar Solvent สามารถเหนี่ยวนำ Nonpolar Solvent ให้เกิด Polarity จำนวนหนึ่งขึ้น

18.2 การเลือกตัวทำละลายในการสกัด

ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดจะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ (Davidson, 2000)

- 18.2.1 ควรจะละลายสารที่ต้องการสกัดได้ดี
- 18.2.2 ไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับสารละลายของสารผสมที่จะถูกสกัดนั้น
- 18.2.3 ไม่ควรละลายสิ่งเจือปนหรือสิ่งที่ไม่ต้องการ
- 18.2.4 ควรจะแยกออกจากตัวทำละลายได้ง่ายภายหลังที่สกัดแล้ว
- 18.2.5 ไม่ควรทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด

19. ขมิ้นชัน

19.1 ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma longa* Linn., *Curcuma domestica* Valetton.

ชื่อวงศ์ Zingiberaceae

ชื่ออังกฤษ Turmeric

ชื่อท้องถิ่น ขมิ้นแกง, ขมิ้นชัน, ขมิ้นหยอก, ขมิ้นหัว, ขมิ้น, ตายอ, สะขอ

19.2 น้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน

เหง้าขมิ้นชันประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย (volatile oil) มีสีเหลืองอ่อน มีสารสำคัญหลักคือ เทอร์เมอโรน (turmerone) และซิงจิเบอริน (zingiberene) นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มเซสควิเทอร์ปีน (sesquiterpenes) และโมนোটอร์ปีน (monoterpenes) อื่น ๆ อีกหลายชนิด และสารสำคัญประเภทเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) เป็นสารสีเหลือง ประกอบด้วย เคอร์คูมิน (curcumin) เดสเมทอกซีเคอร์คูมิน (desmethoxycurcumin) และบิสเดสเมทอกซีเคอร์คูมิน (bisdsmethoxycurcumin)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของน้ำมันระเหยจากขมิ้นชัน

จำพวกสาร (Chemical group)	องค์ประกอบ (Oil component)
Monoterpenes	α -phellandrene p-cymene 1,8-cineol p-cymenene terpinolene α - terpineol
Sesquiterpenes	β -caryophyllene α -curcumene + α -zingiberene bisabolene β -sesquiphellandrene ar-turmerone
Sesquiterpene ketones	β -turmerone α -turmerone

ที่มา: Guenther (1952)

19.3 สารเคอร์คูมินอยด์

เป็นสารให้สีเหลืองที่พบในรากขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L. Rhizome) มีสารองค์ประกอบ 3 ชนิด คือ เคอร์คูมิน (Curcumin), ดีเมทอกซิล เคอร์คูมิน (Demethoxyl curcumin), บิสมิทอกซิล เคอร์คูมิน (Bismethoxy curcumin) ตามลำดับ โดยมีเคอร์คูมินเป็นสารองค์ประกอบหลัก รากขมิ้นชันส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารเคอร์คูมินอยด์ประมาณ 2.5 – 8.0 % โดยน้ำหนัก และน้ำมันระเหยประมาณ 5 % โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก สารเคอร์คูมินอยด์ถูกแยกสกัดออกมาจากรากขมิ้นชันเป็นครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1815 โดย Vogel และ Delletier

เนื่องจากเคอร์คูมินเป็นองค์ประกอบหลักของสารให้สี ดังนั้นเมื่อต้องการสกัดสารให้สีออกจากขมิ้นชัน จึงควรรู้จักสมบัติโดยทั่วไปของเคอร์คูมิน ซึ่งใน Merck Index ได้ระบุถึงสมบัติคร่าว ๆ ของเคอร์คูมิน ดังนี้

19.3.1 เป็นผลึกสีเหลืองอมส้ม ซึ่งมีจุดหลอมเหลว 183 °C

19.3.2 มีน้ำหนักโมเลกุล 368.37 ประกอบด้วย คาร์บอน 68.47 % โดยน้ำหนัก ไฮโดรเจน 5.47 % โดยน้ำหนักและออกซิเจน 26.06 % โดยน้ำหนัก

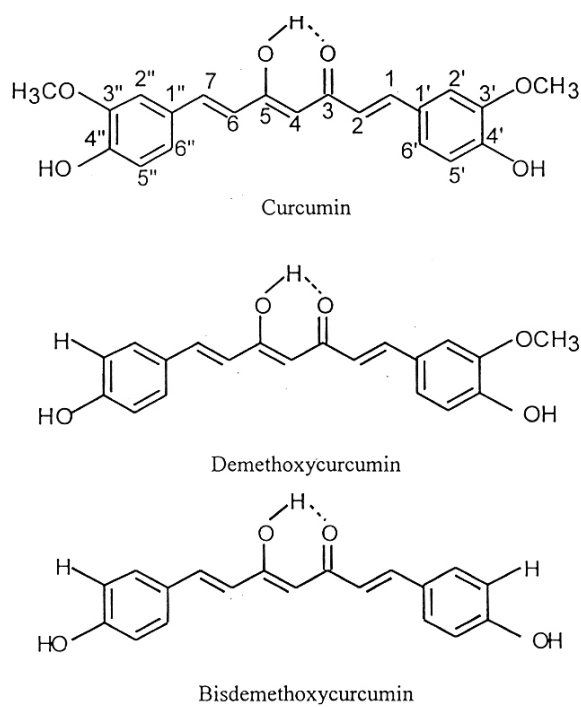
19.3.3 ให้ค่าการดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลตมากที่สุดในตัวทำละลายเอทานอลที่ความยาวคลื่น 424 นาโนเมตร

19.3.4 ไม่ละลายน้ำและอีเธอร์

19.3.5 ละลายในแอลกอฮอล์ และ กรดแกลเซียล อะซีติก (glacial acetic acid)

19.3.6 เมื่อเป็นผง มีสีน้ำตาลอมแดง (Brownish-red color) เมื่อเป็นกรดมีสีเหลืองอ่อน (Light yellow color)

19.3.7 เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดบอริก (Boric acid) เกิดเป็นสารเชิงซ้อนให้สีแดง



ภาพที่ 1 สูตร โครงสร้างของสารเคอร์คูมินอยด์

ที่มา: Srinivasan (1953)

19.4ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและการทดลองทางคลินิกของขมิ้น

ขมิ้นมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและการทดลองทางคลินิกหลายอย่าง ได้แก่

19.4.1 ไบ

น้ำจากไบขมิ้นมีผลเล็กน้อยต่อเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุของวัณโรค (*Mycobacterium tuberculosis*) สารที่สกัดจากไบขมิ้นชันด้วยเมธานอลและน้ำมีฤทธิ์ในการบีบมัดลูกของหนูตะเภา ซึ่งตัดแยกจากร่างกาย

19.4.2 เหง้า

สารสกัดของเหง้าซึ่งเตรียมด้วยวิธีต่าง ๆ พบฤทธิ์ที่น่าสนใจหลายอย่าง คือ

1.)ฤทธิ์ในการฆ่าแมลงและไล่แมลง พบว่าสารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์อย่างอ่อนในการฆ่าแมลงสาบอเมริกัน (*Periplaneta americana*) แต่ไม่มีผลต่อแมลงสาบเยอรมัน (*Bletella germanica*) และมวน (*Oncopeltus fasciatus*) และพบว่าสารสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ในขนาด $680.0 \mu\text{g/sq.cm}$ มีฤทธิ์ในการไล่มอดแป้ง (*Tribolium castaneum*) และด้วงวง (*Sitophilus granarius*) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสามารถไล่ยุงลาย (*Aedes aegypti*) ในหลอดทดลองโดยไม่ได้ระบุความเข้มข้น

2.)ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ด้านเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุของโรคหลายชนิด บ้างก็ได้ผล บ้างก็ไม่ได้ผล ขึ้นอยู่กับชนิดของสารสกัดและความเข้มข้น พบว่าส่วนของ oil fraction เป็นส่วนสำคัญในการต้านเชื้อแบคทีเรีย จำพวก *Lactobacillus acidopholis* และ *L. plantarum* แต่ไม่มีผลต่อเชื้อ *E. coli*, *Streptococcus lactis* และ *S. feacalis* นอกจากนี้ยังมีรายงานอีกว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากขมิ้นมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *Salmonella paratyphi*, *Ervinia carotovora*, *Pseudomonas solacearem*, *Xanthomonas citri* และ *Xanthomonas maluacearum* ต่อมาพบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ไม่ได้ทำให้เจือจาง (เข้มข้น 100 %) ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. Coil*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus* และ *B. cereus* สำหรับส่วนของ curcumin มีฤทธิ์ต่อ *S. aureus* และ *B. cereus* (Martha, 1983)

3.)ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อรา พบว่าส่วนของน้ำมันขมิ้นชันมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราแต่ส่วนสกัดที่มี Curcumin ไม่มีผลในการฆ่าเชื้อราโดย Venkitraman (1978) พบว่าส่วนที่สกัดจากรากซึ่งเป็นส่วนน้ำมันขมิ้นชันที่ dilution 1:10 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคบางชนิดได้ Hermann and Martin (1991) และ Apisariyakul (1995) รายงานว่าน้ำมันขมิ้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราจำพวก dermatophytes ในหนู guinea pig ที่ระดับ dilution 1: 40-1:320 เชื้อราพวก pathogenic fungi ถูกยับยั้งที่ dilution 1:40 –1:80 โดยที่ curcumin ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ (ความเข้มข้นมากกว่า $10,000 \mu\text{g/ml}$)

4.)ฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง พบว่าขมิ้นชันสามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งได้โดยได้มีการทดลองกับหนู female Swiss mice ที่ทำให้เกิดมะเร็งในกระเพาะอาหารด้วย benzo [a] pyrene-BP และใช้ 7,12-dimethybenz [a] anthracene เหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งที่ผิวหนัง เมื่อให้หนูกิน 25% และ 5 % ขมิ้นตามลำดับ มีผลลดจำนวนและขนาดของเซลล์มะเร็ง

นอกจากนี้ยังมีรายงานอีกว่าได้มีการทดสอบผลของ curcumin ต่อมะเร็งในกระเพาะอาหาร ถ้าใส่ส่วน duodenal และถ้าใส่ใหญ่ในหนูโดยใช้สารเคมีเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งพบว่า curcumin สามารถลดจำนวนมะเร็งและลดขนาดของมะเร็งเมื่อเทียบกับกลุ่ม control เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการทดลองในหนู male Swiss Albino mice ทำให้เกิดมะเร็งที่ผิวหนังด้วยการใช้ 7,12 - dimethylbenz[a]anthracene และ 12,0-tetradecanoylphorbol-13-acetate (TPA) แล้วให้ 1% curcumin เป็นเวลา 25 สัปดาห์ พบว่าจำนวนก้อนมะเร็งลดลง 41% และขนาดของก้อนมะเร็งลดลง 82% (Bhavani, 1979)

5.)ฤทธิ์ในการก่อกลายพันธุ์ พบว่าสารสกัดด้วย methanol และน้ำร้อนในขนาด 50.0 mg/disc ไม่ทำให้ *Salmonella Typhimurium* TA 100 ก่อกลายพันธุ์

19.5 ข้อกำหนดมาตรฐานของการผลิตขมิ้นชัน

การผลิตขมิ้นชันให้ได้มาตรฐานตามที่สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข กำหนดนั้น มีรายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อกำหนดมาตรฐานของการผลิตขมิ้นชัน

รายการ	ไม่เกิน(% w/w)	ไม่น้อยกว่า(% w/w)
ปริมาณสิ่งแปลกปลอม	2	
ปริมาณความชื้น (% w/w)	10	
ปริมาณเถ้ารวม (% w/w)	8	
ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (% w/w)	1	
ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล (% w/w)		10
ปริมาณสารสกัดด้วยน้ำ (% w/w)		9
ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (% w/w)		6
ปริมาณเคอร์คูมินอยด์คำนวณเป็นเคอร์คูมิน (% w/w)		5

ที่มา: สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข (2544)

20. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography / Mass spectrometry; GC-MS)

เครื่อง GC-MS เป็นเครื่องมือที่ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่อง GC (Gas chromatography) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการแยกองค์ประกอบของสารที่มีอยู่ในตัวอย่างให้ออกมาทีละองค์ประกอบ ก่อนที่จะเข้าสู่ detector และ อีกส่วนคือ เครื่อง MS (Mass spectrometry) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็น detector ในการตรวจสอบว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ที่ผ่านออกมาจากเครื่อง GC นั้น มีเลขมวล (mass number) เป็นเท่าไร เพื่อที่จะทำนายว่า สารที่วิเคราะห์ประกอบด้วย องค์ประกอบชนิดใดบ้าง และมีปริมาณเท่าไร (ดวงกมล, ม. ป. ป.)

20.1 คุณสมบัติของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography ; GC)

แก๊สโครมาโทกราฟี (GC) เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการแยก องค์ประกอบต่าง ๆ ของสารที่เราสนใจซึ่งเทคนิคนี้เหมาะที่จะใช้กับสารที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ สามารถระเหยกลายเป็น gas ได้เมื่อถูกความร้อนและกลไกที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบต่าง ๆ ในสารตัวอย่างจะอาศัยหลักของความชอบที่แตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่างที่มีต่อ phase 2 phase คือ stationary phase และ mobile phase องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ

20.1.1 Injector คือ ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าสู่เครื่อง และระเหยเป็น gas พร้อมกับถูกทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะเข้าสู่ column อุณหภูมิที่เหมาะสมของ injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารตัวอย่างสามารถระเหยได้แต่ต้องไม่ถูกทำให้สลายตัว (decompose)

20.1.2 Oven คือ ส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุ column เอาไว้ และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของ column ให้เปลี่ยนไป ตามความเหมาะสมกับสารที่ถูกฉีด ซึ่งอุณหภูมิของ oven นั้นจะสามารถปรับเปลี่ยนได้ 2 แบบ คือ isocratic temperature และ gradient temperature แล้วแต่ความ

ต้องการของผู้วิเคราะห์ ข้อดีของการทำ gradient temperature คือสามารถใช้กับสารตัวอย่างที่มีจุดเดือดกว้าง (wide boiling range) และยังช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์ (analysis time) ลงได้อีกด้วย

20.1.3 Detector คือ ส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง คุณว่าสารที่เราสนใจนั้นมีปริมาณอยู่เท่าไร ซึ่งความสามารถของการตรวจวัดนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของ Detector ที่เลือกใช้ ชนิดของ detector ที่ใช้กับเครื่อง GC นั้นมีอยู่หลายประเภท เช่น

- Thermal Conductivity Detector
- Flame Ionization Detector
- Electron Capture Detector
- Mass Spectrometry

20.2 คุณสมบัติของเครื่องแมสสเปกโตรเมทรี (Mass spectrometry; MS)

Mass Spectrometry (MS) เป็น detector ที่ใช้ตรวจวัดองค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างโดยอาศัยกลไกคือ โมเลกุลขององค์ประกอบที่ถูกแยกออกมาจากสารตัวอย่างโดยเครื่อง GC นั้นจะถูก ionize ในสถานะที่เป็นสุญญากาศ แล้วตรวจวัดออกมาเป็นเลขมวล (mass number) เทียบกับข้อมูลอ้างอิงแล้วแปลผลออกมาเป็นชื่อขององค์ประกอบนั้นๆ

20.3 การทำงานของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography / Mass spectrometry; GC-MS)

เมื่อเตรียมตัวอย่างสารเสร็จเรียบร้อยแล้วก็นำมาฉีดเข้าทาง injector ของเครื่อง GC จากนั้นสารก็จะถูกแยกออกเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ เมื่อผ่านเข้าสู่ column ที่อยู่ใน oven แต่มีข้อกำหนดอยู่ว่า ตัวอย่างที่จะนำมาฉีดนั้นจะต้องเป็นสารละลายใสไม่มีตะกอน จากนั้นองค์ประกอบใดที่ถูกแยกออกมาจาก column ก่อนก็จะผ่านเข้าไปในส่วน of เครื่อง MS ซึ่งมีสถานะเป็นสุญญากาศก่อน แล้วเข้าไปเจอกับ ion source ซึ่งจะทำให้หน้าที่ ionize โมเลกุลที่ผ่านเข้ามาให้กลายเป็นประจุ จากนั้นประจุเหล่านี้ก็จะเดินทางผ่านเครื่องคัดเลือกและแยกแยะขนาดของประจุ

(mass analyzer) คือว่าประจุเหล่านั้นประกอบไปด้วยขนาดมวลเท่าใดบ้าง ก่อนที่จะเดินทางเข้าสู่เครื่องตรวจวัดปริมาณประจุ(detector) เพื่อตรวจหาปริมาณของประจุแล้วแปลผลออกมาเป็นปริมาณขององค์ประกอบแต่ละตัวที่มีอยู่ในสารตัวอย่างนั้นๆ

20.4 ข้อดีของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography/ Mass spectrometry; GC-MS) มีดังต่อไปนี้

- 20.4 .1 สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งแบบทั่วไปและแบบเฉพาะเจาะจง
- 20.4 .2 ให้ sensitivity ที่สูง
- 20.4 .3 สามารถบ่งชี้ถึงชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่างได้
- 20.4. 4 สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

20.5 ข้อเสียของเครื่อง GC-MS มีดังต่อไปนี้

- 20.5.1 ราคาแพง
- 20.5.2 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องสูง