

กระบวนการเตรียมสารสกัดสมุนไพร

ดวงเพ็ญ ปัทมดิลก

สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 11000

ผู้รับผิดชอบบทความ: Duangpen.p@dmsc.mail.go.th

บทคัดย่อ

บทนำและวัตถุประสงค์: กระบวนการเตรียมสารสกัดสมุนไพรเป็นกระบวนการที่ได้มาซึ่งสารที่ต้องการหรือเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการจากวัตถุดิบสมุนไพรตั้งต้น บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อคุณภาพของสารสกัดและวิธีการสกัดสารจากสมุนไพร

วิธีการศึกษา: รวบรวมข้อมูลจากหนังสือและวารสารต่างประเทศแล้วนำมาเรียบเรียงสรุป

ผลการศึกษา: กระบวนการเตรียมสารสกัดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ตัวทำละลายแพร่ผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อสมุนไพร 2) สารสำคัญในสมุนไพรละลายในตัวทำละลาย 3) สารสำคัญออกมาจากเนื้อเยื่อ และ 4) เก็บรวบรวมสารที่สกัดได้ ปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อคุณภาพของสารสกัด ได้แก่ วัตถุดิบสมุนไพร ตัวทำละลายที่ใช้สกัด และเทคนิคการสกัด วิธีการสกัดสารจากสมุนไพร ได้แก่ การหมัก การชง การต้ม เปรอร์โคเลชัน การรีฟลักซ์ การสกัดด้วยซอกซ์เลต การใช้ไขมันดูดซับ การกลั่นด้วยน้ำ การกลั่นด้วยไอน้ำ การสกัดเชิงกล การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ การสกัดด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ การสกัดด้วยของไหลวิกฤตยิ่งยวด การสกัดของเหลว การสกัดด้วยวิถีภาคของแข็ง และการสกัดด้วยตัวทำละลายในสภาวะแรง

อภิปรายผล: กระบวนการสกัดสารจากสมุนไพรเป็นเทคนิคที่มีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง การเลือกวิธีสกัดที่เหมาะสมต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านั้น และต้องมีการเตรียมการที่ดีเพื่อให้ได้สารสกัดตรงตามวัตถุประสงค์การนำไปใช้ ต้องพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนก่อนการสกัด วัตถุดิบที่มีคุณภาพ แปรรู้อย่างเหมาะสม

ข้อสรุป และข้อเสนอแนะ: บทความนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากเอกสารหลาย ๆ แหล่ง นำมาเรียบเรียงไว้ในบทความเดียว ซึ่งจะประโยชน์สำหรับผู้ประกอบการและผู้สนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสกัดสารจากสมุนไพรเพื่อให้ได้สารสกัดที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

คำสำคัญ: สมุนไพร, การสกัด, ปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อคุณภาพของสารสกัด

Herbal Extract Preparation Process

Duangpen Pattamadilok

Medicinal Plant Research Institute, Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health,
Talat Khwan Sub-District, Muang District, Nonthaburi 11000, Thailand.

Corresponding author: Duangpen.p@dmsc.mail.go.th

Abstract

Introduction and Objective: Herbal extract preparation process is a process of obtaining the desired compound or removing the undesired compound from a medicinal plant raw material. This article aims to describe the fundamental factors affecting the extract quality and the extraction processes.

Methods: Literature review of relevant articles from books and journals was performed, analyzed and concluded.

Results: Extraction process consists of four steps: having the solvent penetrate through the plant matrix, dissolving the plant's active compound in the solvent, letting the compound diffuse from the matrix, and collecting the plant extract. The fundamental factors affecting the extract quality are plant, extraction solvent and extraction technique. This article describes such factors and methods of plant extraction including maceration, infusion, decoction, percolation, reflux, soxhlet extraction, enfleurage, hydrodistillation, steam distillation, mechanical extraction, microwave-assisted extraction (MAE), ultrasound-assisted extraction (UAE), supercritical fluid extraction (SFE), liquid extraction (LLE), solid phase extraction (SPE) and accelerated solvent extraction (ASE).

Discussion: There are some factors affecting the plant extraction process. The selection of a suitable extraction method must concern those factors. Good preparation practice should be performed to obtain the extract that meets its intended use. Pre-extraction process, raw material quality, suitable processing method should be considered.

Conclusion and Recommendation: This article has collected and made a conclusion on the important information about plant extraction process from many sources. The information will be useful for entrepreneurs and others interested; and it could be applied to extracting herbal materials to yield quality extracts.

Key words: medicinal plant, extraction, factors affecting the extract quality

บทนำและวัตถุประสงค์

การสกัด คือ กระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งสารที่ต้องการจากวัตถุดิบสมุนไพรตั้งต้นหรือเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการ ขั้นตอนการสกัดสารจากสมุนไพรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ตัวทำละลายแพร่ผ่าน (penetrate) เข้าไปในเนื้อเยื่อสมุนไพร 2) สารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของสมุนไพรละลายในตัวทำละลาย 3) สารสำคัญแพร่ (diffuse) ออกจากเนื้อเยื่อ และ 4) เก็บรวบรวมสารสกัดที่ได้^[1] ปัจจุบัน มนุษย์มี

ความใส่ใจโลกและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จึงเกิดแนวทางการสกัดสีเขียว (green extraction) ซึ่งให้ความสำคัญต่อความเป็นมิตร ไม่ก่อมลภาวะ หรือไม่ก่อความเสียหายต่อผู้ผลิต ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม วิธีการสกัดสมุนไพรวิธีใหม่ๆ ถูกพัฒนาขึ้นตามแนวทางการสกัดสีเขียว บทความนี้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการเตรียมสารสกัดสมุนไพรด้วยวิธีต่าง ๆ และปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อคุณภาพสารสกัด ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด ประเภทและวิธีการสกัดสารจากสมุนไพร

วิธีการสืบค้นข้อมูล

รวบรวมข้อมูลจากหนังสือและวารสารต่างประเทศนำมาเรียบเรียงไว้ในบทความเดียวกันเพื่อให้ผู้ประกอบการ ผู้สนใจ และผู้ต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับการสกัดสารจากสมุนไพรสามารถเข้าถึงและทำความเข้าใจได้โดยไม่ยาก และสะดวกในการค้นคว้า

1. บัญญัติพื้นฐานที่มีผลต่อคุณภาพของสารสกัด^[2]

แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 สมุนไพร ซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้น ควรเป็นสมุนไพรที่มีคุณภาพ ถูกต้น ถูกส่วน เก็บเกี่ยวในช่วงเวลาและอายุที่เหมาะสม รวมทั้งการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้อง ซึ่งจะมีชนิดและปริมาณสารสำคัญตามต้องการ หากนำสมุนไพรด้วยคุณภาพมาเข้าสู่กระบวนการสกัด ผลผลิตที่ได้ก็ย่อมด้วยคุณภาพเช่นกัน หรือนำสมุนไพรที่ไม่ใช้ส่วนที่ใช้ (part used) มาสกัดก็อาจจะสกัดได้สารออกฤทธิ์น้อยหรือไม่ได้เลย หรือชนิดของสารที่ไม่ได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้สมุนไพรที่เก็บเกี่ยวมาแล้วต้องมีการบริหารจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เช่น การทำความสะอาด การแปรรูป การเก็บรักษา ระยะเวลาที่เก็บ เพื่อให้ได้วัตถุดิบตั้งต้นที่มีคุณภาพเข้าสู่กระบวนการสกัด ในการบดหรือลดขนาดสมุนไพร หากขนาดอนุภาคของสมุนไพรยิ่งเล็กลงจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการสกัดยิ่งเพิ่มขึ้น เนื่องจากอนุภาคเล็กจะส่งผลให้พื้นที่ผิวของสมุนไพรเพิ่มขึ้น มีพื้นที่ผิวสัมผัสตัวทำละลายเพิ่มขึ้น ตัวทำละลายแพร่ผ่านเนื้อเยื่อสมุนไพรได้มากขึ้นและสารสำคัญจะแพร่กระจายออกมาได้มากขึ้นเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ถ้าขนาดอนุภาคสมุนไพรเล็กเกินไป การกรองแยกสารสกัดจากกากจะยากขึ้น สารสำคัญอาจถูกดูดซับที่ผิวอนุภาคสมุนไพรมากขึ้นด้วย การเก็บรักษาสมุนไพรในอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสม หากความชื้นสูง

เกินไปจะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี สมุนไพรอาจมีราขึ้นและความชื้นยังเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ก่อให้เกิดการสลายตัวของสารสำคัญในสมุนไพร ระยะเวลาเก็บรักษา หากเก็บวัตถุดิบสมุนไพรไว้นานเกินไป ปริมาณสารสำคัญในสมุนไพรจะลดลงตามระยะเวลาเก็บที่เพิ่มขึ้น โดยทั่วไปไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 ปี

ส่วนที่ 2 ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด

บทความนี้ แบ่งประเภทตัวทำละลายที่ใช้การสกัดออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวทำละลายสีเขียว (green solvent) และตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ

(1) ตัวทำละลายสีเขียว มีคุณสมบัติไม่เป็นพิษ (non-toxic) ย่อยสลายได้ (biodegradable) นำกลับมาใช้ใหม่ได้ (recyclable) สร้างใหม่ได้ (renewable) ตัวทำละลายกลุ่มนี้จะมีจุดวาบไฟสูง (high flash point) กล่าวคือ ไม่ใช่สารไวไฟหรือสารติดไฟ ตัวอย่างตัวทำละลายกลุ่มนี้ เช่น น้ำ เอทานอล กลีเซอรอล กรดน้ำส้ม ไอโซโพรพานอล คาร์บอนไดออกไซด์ไหลยิ่งยวด (supercritical CO₂) โดยน้ำเป็นตัวทำละลายที่นิยมใช้มากที่สุดในกลุ่มนี้ สามารถสกัดสารที่มีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) เช่น ซาโปนิน ฟีนอลิก โพลีแซคคาไรด์ ประสิทธิภาพการสกัดของน้ำยังเพิ่มขึ้นได้ด้วยการเพิ่มอุณหภูมิ (superheating) ซึ่งจะเป็นการลดค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (dielectric constant) ของน้ำและเพิ่มความสามารถในการแพร่ผ่านของน้ำ น้ำที่มีอุณหภูมิสูง (superheated water) สามารถสกัดสารที่มีคุณสมบัติชอบไขมัน (lipophilic) เช่น น้ำมันระเหยง่าย เนื่องจากความมีขี้ตัวของน้ำจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงอุณหภูมิ 100-374 °C.

(2) ตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ เช่น อะซิโตน คลอโรฟอร์ม บิวทานอล เมทานอล เอทิลอะซิเตท เบนซีน เฮกเซน ไโซโคลเฮกเซน

การเลือกตัวทำละลายที่จะใช้ในการสกัดพิจารณาจากความสามารถในการละลายของสารสำคัญในสมุนไพร ตัวทำละลายที่เหมาะสมต้องสามารถสกัดสารที่ต้องการได้ปริมาณมากและสกัดสารที่ไม่ต้องการหรือสิ่งเจือปนออกมาได้น้อย ตัว

ทำละลายนั้นต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสามารถแยกตัวทำละลายออกจากสารสกัดได้ง่าย ไม่เป็นพิษ ราคาไม่แพง ตัวอย่างตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารสำคัญกลุ่มต่าง ๆ ในสมุนไพร (Table 1)

จากตารางจะเห็นได้ว่า สารกลุ่มหนึ่ง ๆ อาจมีตัว

Table 1 Extraction solvents for active constituents from medicinal plant⁽²⁾

Solvents	Active constituents
Water	anthocyanins, tannins, saponins, polypeptides, lectins
Ethanol	tannins, polyphenols, flavonoids, terpenoids, sterols, alkaloids
Methanol	anthocyanins, terpenoids, saponins, tannins, lactones, flavones, polyphenols
Chloroform	terpenoids, flavonoids
Ether	alkaloids, terpenoids, coumarins, fatty acids
Acetone	phenolic compounds, flavonols

ทำละลายหลายชนิดที่เหมาะสมที่จะใช้สกัด เนื่องจากสารกลุ่มดังกล่าว มีโครงสร้างทางเคมีที่หลากหลายส่งผลให้เกิดความมีขั้วของโมเลกุล (polarity) ที่หลากหลายได้เช่นกัน ความสามารถในการละลายในตัวทำละลายก็เป็นไปตามหลัก like dissolve like กล่าวคือ สารที่มีขั้วจะละลายในตัวทำละลายที่มีขั้ว สารที่มีขั้วใกล้เคียงกันจะละลายกันได้ดี เช่น แแทนนิน ละลายในน้ำหรือเอทานอลซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขั้ว แต่จะไม่ละลายในอีเทอร์หรือในเฮกเซนซึ่งไม่มีขั้ว

ส่วนที่ 3 เทคนิคการสกัด รวมถึงวิธีสกัด อุณหภูมิ เวลาที่ใช้ในการสกัด อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายต่อสมุนไพร (solvent-herb ratio) อุณหภูมิสูงขึ้นจะเพิ่มความสามารถในการละลายและการแพร่ผ่าน แต่อุณหภูมิที่สูงเกินไปจะเพิ่มการสูญเสียตัวทำละลายจากการระเหย เพิ่มการสกัดสิ่งเจือปนออกมา ก่อให้เกิดการสลายตัวของสารที่ไม่ทนความร้อน ระยะเวลาในการสกัด หากเพิ่มระยะเวลาจะเพิ่ม

การสกัดสารได้มากขึ้น จนกระทั่งเมื่อความเข้มข้นของสารภายในและภายนอกเนื้อเยื่อสมุนไพรอยู่ในสภาวะสมดุลการเพิ่มเวลาจะไม่เพิ่มการสกัดอีกต่อไป อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายต่อสมุนไพร หากมีค่าสูงผลผลิตที่สกัดได้จะสูง แต่เมื่ออัตราส่วนนี้สูงเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองตัวทำละลายและใช้เวลานานขึ้นในการกำจัดตัวทำละลายเพื่อทำให้สารสกัดเข้มข้น

2. ประเภทการสกัด อาจแบ่งประเภทของการสกัดโดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น

2.1 แบ่งตามการใช้ความร้อนในการสกัด ได้แก่

(1) การสกัดโดยใช้ความร้อน (hot extraction) เช่น การรีฟลักซ์ การกลั่นด้วยน้ำ

(2) การสกัดโดยไม่ใช้ความร้อน (cold extraction) เช่น การแช่สกัด การบีบเย็น การใช้ไขมันดูดซับ

2.2 แบ่งตามการใช้ตัวทำละลายในการสกัด

ได้แก่

(1) การสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) นำตัวทำละลายอินทรีย์เติมลงไปในตัวอย่างสมุนไพร สารจากสมุนไพรจะละลายออกมาอยู่ในตัวทำละลาย การสกัดด้วยวิธีนี้จะใช้ความร้อนช่วยหรือไม่ก็ได้

(2) การสกัดโดยไม่ใช้ตัวทำละลาย (non-solvent extraction) เช่น การบีบ ซึ่งอาจใช้ความร้อนช่วยได้เช่นกัน

2.3 แบ่งตามวิธีกาที่สกัดได้แก่

(1) การสกัดด้วยของเหลว (liquid-liquid extraction)

(2) การสกัดด้วยตัวดูดซับของแข็ง (solid phase extraction)

3. วิธีการสกัดสารจากสมุนไพร

บทความนี้ขอจำแนกวิธีการสกัดสารจากสมุนไพร ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ วิธีสกัดแบบดั้งเดิม (conventional method) วิธีสกัดแบบสมัยใหม่ (innovative method) และวิธีสกัดเพื่อเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์ (sample preparation)

3.1 วิธีการสกัดแบบดั้งเดิม

(1) การแช่สกัด (maceration) โดยเติมตัวทำละลายให้ท่วมสมุนไพรในภาชนะปิดเพื่อป้องกันไม่ให้ตัวทำละลายระเหย คนเป็นระยะ ๆ มักจะตั้งภาชนะแช่สกัดไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่ความดันบรรยากาศ ใช้ระยะเวลาในการสกัด 3-7 วัน จากนั้นเทของเหลวที่ได้จากการสกัดออกมา นำไปกรองเพื่อกำจัดชิ้นส่วนสมุนไพรที่ปนมา ส่วนกากสมุนไพรให้นำไปบีบเอาของเหลวออกให้มากที่สุด^[3] โดยทั่วไปนิยมแช่สกัดครั้งละ 2-3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (20-25 °C) และสกัดกากซ้ำ สามารถใช้น้ำหรือตัวทำละลายอินทรีย์เป็นตัว

สกัด ไม่ใช้อุณหภูมิสูง ช่วยป้องกันการสลายตัวของสารที่ไม่ทนต่อความร้อน การแช่สกัดเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แต่ใช้เวลานาน และสิ้นเปลืองตัวทำละลาย^[4]

(2) การชง (infusion) เหมาะสำหรับชิ้นส่วนสมุนไพรที่ไม่แข็งมาก เช่น กลีบดอก ดอก ใบ โดยแช่สมุนไพรในตัวทำละลายซึ่งมักจะเป็นน้ำ ตั้งบนอ่างน้ำร้อนเป็นเวลา 15 นาที (แช่สมุนไพรในน้ำร้อน) และตั้งไว้ให้อุณหภูมิเย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง ประสิทธิภาพในการสกัดขึ้นกับชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ ระยะเวลาอุณหภูมิที่ใช้สกัด และเนื้อเยื่อสมุนไพร^[5]

(3) การต้ม (decoction) โดยเติมน้ำลงในสมุนไพร แล้วนำไปตั้งบนอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 65-70 °C หรือจนตัวทำละลายเดือด นาน 30 นาที-2 ชั่วโมง แล้วกรองแยกเอาเฉพาะสารละลายส่วนใสไปใช้ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแช่สกัดแล้ว การต้มจะมีความร้อนช่วยเพิ่มการละลายของสารสำคัญบางประเภทจากสมุนไพร นอกจากนี้ความร้อนยังยับยั้งการทำงานของเอนไซม์กลูคูโรนิเดส (glucuronidase) จึงมีส่วนช่วยป้องกันการสลายตัวของสารกลุ่มกลัยโคไซด์ไปเป็นอะกลัยโคน^[5] วิธีสกัดนี้เหมาะกับสารที่ทนต่ออุณหภูมิสูง ส่วนสารกลุ่มที่ไม่เหมาะสมกับวิธีนี้ ได้แก่ สารที่ไวหรือสลายตัวเมื่อถูกความร้อน น้ำมันระเหยง่าย และวิธีนี้ยังมีข้อจำกัดคือจะได้อายุที่ไม่ต้องการหรือสารเจือปนออกมาในปริมาณมากด้วย

(4) เเปอร์โคเลชัน (percolation) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ทำให้เปียก (wet) แช่ (soak) และปล่อยให้ไหลซึมผ่าน (percolate) โดยการทำให้ผงสมุนไพรเปียกด้วยตัวทำละลาย ซึ่งจะทำให้เนื้อเยื่อสมุนไพรเกิดการพองตัว จากนั้นนำไปบรรจุในเปอร์โคเลเตอร์ (percolator) แล้วเทตัวทำละลายให้ท่วมสมุนไพร ตั้งไว้นาน 24-48 ชั่วโมง จึงไซสารละลายที่สกัดได้ออกจากเปอร์โคเลเตอร์ ซึ่งจะ

ทำให้อัตราเร็วเช่นเดียวกับการเติมตัวทำละลายลงไปในตัวอย่างสมุนไพร สกัดจนกว่าสมุนไพรจะสกัดอย่างสมบูรณ์ หรือจนได้ปริมาณหรือสัดส่วนของสารสกัดที่ต้องการ สารสกัดของเหลวที่สกัดออกมา เรียกว่า เปอร์โคเลต (percolate) (Figure 1) วิธีนี้เป็นการสกัดแบบต่อเนื่อง ประสิทธิภาพดีกว่าการแช่สกัดเนื่องจากอัตราการแพร่กระจายภายใน (internal diffusion rate) จะสูงอยู่ตลอดเวลา^[4] อัตราการสกัดขึ้นกับอัตราเร็วในการไหลออกหรืออัตราการไหลของตัวทำละลาย (drip rate หรือ solvent flow rate) นอกจากนี้ยังมีเทคนิครีเปอร์โคเลชัน (repercolation) ซึ่งเป็นการนำเปอร์โคเลตอร์หลายอันซึ่งมีรูปร่างและขนาดเหมือนกันมาเรียงต่อกัน เรียกว่า เปอร์โคเลตอร์แบตเตอรี่ (battery of percolator)



Figure 1 Percolation^[6]

(5) รีฟลักซ์ [reflux หรือ heat reflux extraction (HRE)] เป็นการสกัดสมุนไพรด้วยตัวทำละลายในระบบปิดและใช้ความร้อนในการสกัดจนตัวทำละลายเดือด จากนั้นไอของตัวทำละลายจะระเหยลอยขึ้นไปสัมผัสความเย็นจากส่วนควบแน่น (condenser) และความเย็นกลับลงมาเกิดการสกัด

อย่างต่อเนื่องจนสมบูรณ์ (Figure 2) โดยทั่วไป หากตัวทำละลายเป็นส่วนผสมของแอลกอฮอล์-น้ำ จะใช้อุณหภูมิประมาณ 60-80 °ซ และระยะเวลาสกัด 80-120 นาที^[5] เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการสกัดสมุนไพร จุดเดือดของตัวทำละลายและระยะเวลาสกัดเป็นสองปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อประสิทธิภาพการสกัด ข้อจำกัดของวิธีคือไม่เหมาะสำหรับสกัดสารที่ไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง

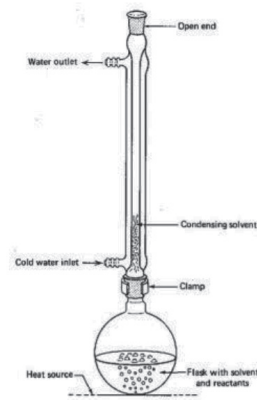


Figure 2 Reflux extraction

(6) การสกัดด้วยซอกซ์เล็ต (soxhlet extraction) เป็นวิธีสกัดต่อเนื่อง (continuous extraction) ที่ผสมผสานการรีฟลักซ์และเปอร์โคเลชันเข้าด้วยกัน อุปกรณ์ที่ใช้เรียกว่า soxhlet extractor หรือ soxhlet apparatus การสกัดทำได้โดยบรรจุสมุนไพรใส่ลงในทิมเบิล (thimble) ซึ่งทำจากเซลลูโลสหรือถุงไส้ตัวอย่างที่ทำจากกระดาษกรอง (porous bag) แล้วนำไปวางใน extractor เมื่อตัวทำละลายในภาชนะด้านล่างได้รับความร้อนจนกลายเป็นไอ จะระเหยขึ้นไปกระทบกับความเย็นจากส่วนควบแน่นซึ่งมีน้ำเย็นไหลหมุนเวียนตลอดเวลา และเกิดการควบแน่นกลับเป็นของเหลวลงสู่ extractor เกิดการแช่สกัดสมุนไพรในทิมเบิลนั้น เมื่อปริมาณของตัวทำละลาย

ใน extractor สูงขึ้นจนถึง overflow level จะเกิดกาลักน้ำ [การไซฟอน (siphon)] สารละลายที่สกัดได้ที่อยู่ใน extractor ไหลลงสู่ภาชนะด้านล่าง สารสกัดที่ได้จะได้รับความร้อนอยู่ตลอดเวลา และเมื่อความร้อนถึงจุดเดือดของตัวทำละลาย ตัวทำละลายจะระเหยเป็นไอลอยขึ้นไปกระทบส่วนควบแน่นด้านบนเป็นแบบนี้วนเวียนตลอดเวลาจนกระทั่งการสกัดเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์^[7] ทิศทางการระเหยของไอตัวทำละลายและสารที่สกัดได้ (Figure 3) วิธี soxhlet extraction เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้มากที่สุด แต่มีข้อด้อยคือ สารที่สกัดได้จะถูกร้อนเป็นเวลานาน (ตัวทำละลายต้องถึงจุดเดือด) อาจเกิดการสลายตัว ใช้ระยะเวลาในการสกัดนาน และใช้ตัวทำละลายปริมาณมากในการสกัดส่งผลให้เกิดของเสียเคมีปริมาณมาก ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้มีการดัดแปลงวิธี soxhlet extraction ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอีก เช่น automated soxhlet extraction, microwave-assisted soxhlet extraction, ultrasound-assisted soxhlet extraction

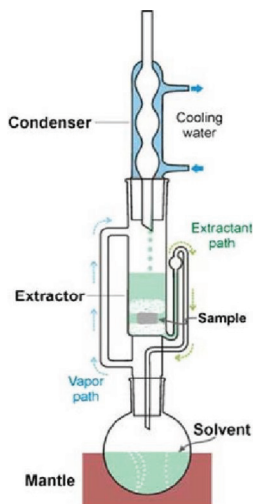


Figure 3 Soxhlet extraction and flow diagram of solvent vapor and extract^[7]

(7) การดูดซับด้วยไขมัน (enfleurage) สำหรับการสกัดสมุนไพรที่อบบาง เช่น กลีบดอกมะลิ ดอกกุหลาบ ทำได้โดยใช้ไขสัตว์ เช่น ไขวัว ไขแกะ ฉาบบนแผ่นกระจกใส แล้ววางกลีบดอกไม้แห้งไว้บนชั้นไขสัตว์ น้ำมันระเหยง่ายหรือกลิ่นของดอกไม้จะถูกรูดซับ จากนั้นจึงนำไขสัตว์ไปแยกเอาน้ำมันระเหยง่ายหรือกลิ่นอีกครั้ง ปัจจุบันไม่ค่อยพบการใช้วิธีนี้แล้ว เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาและแรงงานในการสกัด แต่อุตสาหกรรมน้ำหอมในต่างประเทศยังมีการใช้วิธีนี้อยู่

(8) การกลั่นด้วยน้ำ (hydrodistillation) สมุนไพรจะแช่อยู่ในน้ำบรรจุในภาชนะ เมื่อให้ความร้อนจนเดือด ไอน้ำจะพาน้ำมันระเหยง่ายลอยสูงขึ้นไปกระทบความเย็นที่ส่วนควบแน่น ก็จะกลั่นตัวเปลี่ยนสถานะกลับเป็นของเหลวไหลลงสู่ graduated tube เมื่ออุณหภูมิของของเหลวเย็นลง น้ำและน้ำมันระเหยง่ายจะแยกชั้นออกจากกัน^[8] น้ำมันระเหยง่ายมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำจะอยู่ชั้นบนทำการไขแยกน้ำซึ่งอยู่ชั้นล่างออกก่อน แล้วจึงไขเก็บน้ำมันระเหยง่าย อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดวิธีนี้ เรียกว่า clevenger apparatus (Figure 4) แต่อาจจะมีน้ำมันระเหยง่ายบางชนิดที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ เช่น น้ำมันจากดอกทานตะวัน ก็สามารถนำน้ำมันระเหยง่ายที่หนักกว่าน้ำได้



Figure 4 Clevenger apparatus for hydrodistillation

(Available from: <http://www.bettersyndicate.com>)

(9) การกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) ใช้สำหรับสกัดสารระเหยรวมถึงน้ำมันระเหยง่ายจากสมุนไพร หลักการเช่นเดียวกับการกลั่นด้วยน้ำ แต่แตกต่างกันตรงที่วิธีกลั่นด้วยไอน้ำ โดยผ่านไอน้ำลงไปที่สมุนไพรที่อยู่ในภาชนะกลั่น ไอน้ำจะพา น้ำมันระเหยง่ายออกมาและระเหยไปกระทบความเย็นที่ส่วนควบแน่น เกิดการควบแน่นกลับเป็นของเหลวไหลลงสู่ภาชนะรองรับ เมื่อปล่อยให้อุณหภูมิ

เย็นลง น้ำกับน้ำมันระเหยง่ายจะแยกชั้นออกจากกัน (Figure 5) วิธีนี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของสาร เนื่องจากองค์ประกอบของน้ำมันระเหยง่ายมีจุดเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ น้ำมีจุดเดือดที่อุณหภูมิ 100°ซ ที่ความดันบรรยากาศ แต่ส่วนผสมของทั้งสองระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ วิธีนี้จึงเหมาะสำหรับการสกัดสารที่ไวต่อความร้อน^[9]

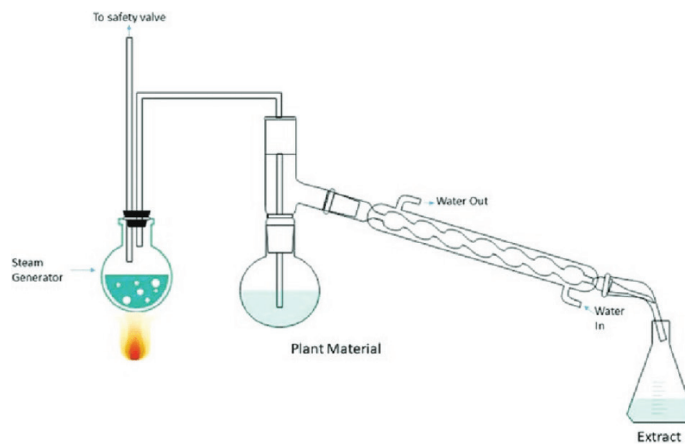


Figure 5 Steam distillation^[9]

(10) การสกัดเชิงกล (mechanical extraction) มักใช้สกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบ เช่น งา ทานตะวัน โดยใช้แรงเชิงกลในการบีบอัด แบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ การบีบอัดแบบเย็น (cold pressing) ใช้แรงกดหรือแรงอัดไฮดรอลิกกดเมล็ดพืชทำให้เมล็ดแตกแล้วจึงบีบเอาน้ำมันออกมา มักเรียกน้ำมันที่ได้ว่า น้ำมันสกัดเย็น วิธีนี้มีข้อด้อยคือได้น้ำมันออกมาในปริมาณน้อยและมีน้ำมันตกค้างอยู่ในกากเมล็ดมาก ส่วนการบีบอัดแบบร้อน (hot pressing) ซึ่งจะใช้แรงบีบอัดร่วมกับการใช้ความร้อน

การสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชที่มีน้ำมันเป็น

องค์ประกอบ นอกจากใช้วิธีการสกัดเชิงกลแล้วยังนิยมใช้การสกัดด้วยตัวทำละลาย ซึ่งเป็นการนำตัวทำละลายอินทรีย์เติมลงไปในตัวอย่างสมุนไพรจะใช้ความร้อนช่วยในการสกัดหรือไม่ก็ได้ ให้สารจากสมุนไพรละลายออกมาอยู่ในตัวทำละลาย และอาจใช้ทั้งการสกัดเชิงกลร่วมกับตัวทำละลายด้วยก็ได้

3.2 วิธีสกัดแบบสมัยใหม่

วิธีสกัดแบบดั้งเดิมมักใช้ตัวทำละลายปริมาณมากและใช้เวลานานในการสกัด วิธีสกัดแบบสมัยใหม่ที่พัฒนาขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการสกัดสูงขึ้น ใช้ตัวทำละลายและเวลาในการสกัดน้อยลง แต่เครื่องมือสกัดจะมีราคาสูง ในบทความนี้จะนำเสนอวิธีสกัดที่

นิยมนำมาใช้ในการสกัดสารจากสมุนไพร ดังนี้

(1) การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction; MAE) ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง โดยมีความถี่ในช่วง 300 MHz ถึง 300 GHz คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้างี้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเซลล์สมุนไพร ความร้อนที่เกิดจากไมโครเวฟจะถ่ายเทเข้าสู่สมุนไพรผ่านตัวทำละลายที่ใช้สกัด ความร้อนที่สะสมมากขึ้นจะแผ่เข้าสู่เซลล์ทำให้น้ำหรือของเหลวในเซลล์สมุนไพรระเหยและเกิดความดันไอสูงขึ้นจนทำให้ผนังเซลล์แตก สารจะถูกปล่อยออกจากเซลล์ ซึ่งจะมีทั้ง

สารเป้าหมายที่ต้องการและสารอื่น ๆ ออกมาได้เช่นกัน ตัวทำละลายที่มีขั้วจะมีความสามารถในการดูดซับพลังงานไมโครเวฟได้ดีจะทำให้สกัดได้เร็วกว่าตัวทำละลายไม่มีขั้ว นอกจากนี้ตัวทำละลายที่ใช้สกัดจะถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์สมุนไพรโดยการแพร่ผ่าน (diffusion) สารจากสมุนไพรจะละลายในตัวทำละลายจนกระทั่งสารละลายอิ่มตัวและแพร่ออกมาอยู่บริเวณผิวของสมุนไพร^[10] พื้นที่ผิวของสมุนไพรที่สัมผัสกับตัวทำละลาย และปริมาณน้ำในสมุนไพรจึงมีผลต่อการสกัดด้วยวิธี MAE เครื่องสกัดสารด้วยวิธีนี้ (Figure 6)

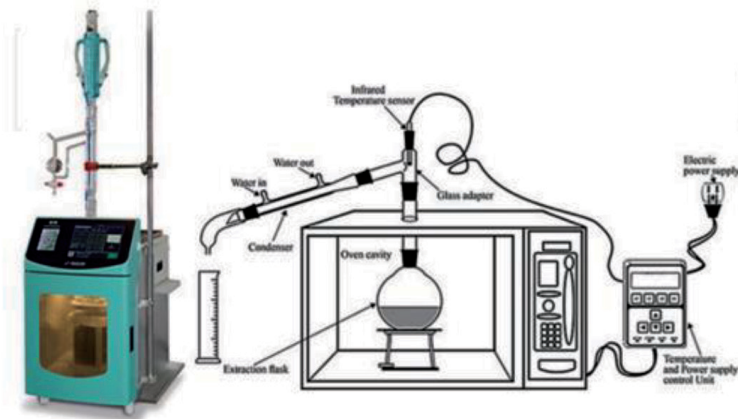


Figure 6 Microwave-assisted extraction^[8]

(2) การสกัดด้วยคลื่นอัลตราซาวด์ (ultrasound-assisted extraction; UAE) เป็นการสั่นด้วยคลื่นอัลตราซาวด์หรือคลื่นเหนือเสียงทำให้สารถูกปล่อยออกจากสมุนไพร คลื่นอัลตราซาวด์ที่ใช้ในการสกัดเป็นคลื่นอัลตราซาวด์ช่วงความถี่ต่ำ (20-100 kHz) ในขณะที่การตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์จะใช้ช่วงความถี่สูง (1-10 MHz) คลื่นอัลตราซาวด์จะเคลื่อนที่โดยอาศัยตัวกลางในการถ่ายเทพลังงาน อนุภาคตัวกลางจะเกิดการสั่นหรือย้ายตำแหน่งไปมา

ในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของพลังงานทำให้เกิดการสั่นสะท้อน เกิดส่วนอัด (compression) และส่วนขยาย (expansion) สลับไปมาในตัวกลาง โมเลกุลของตัวกลางจะถูกอัดเข้าหากันสลับกับการแยกตัวจากกัน เกิดฟองอากาศในตัวกลางของเหลว เกิดปรากฏการณ์ “คาวิเทชัน” (cavitation) โดยเมื่อฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก เกิดการหดและขยายตัวบริเวณผิวผนังเซลล์ของสมุนไพร ทำให้ฟองอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้นและหดตัวเล็กลงสลับกัน เกิดลักษณะคล้ายการ

กวนของเหลวอย่างรุนแรงและเพิ่มความสามารถในการแพร่ผ่านผนังเซลล์ วิธี UAE นี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ วิธี direct UAE โดยเป็นระบบที่มี ultrasonic probe และ วิธี indirect UAE โดยใช้ ultrasonic bath หรือ sonicator หรือเรียกวิธีสกัดนี้ว่า sonication extraction ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพ

การสกัดด้วยวิธีนี้ นอกจากสมุนไพรรักษาละลาย อุณหภูมิ อัตราส่วนระหว่างของเหลวและของแข็ง ยังมีปัจจัยอื่นอีก ได้แก่ พลังงาน ความถี่ ความเข้มของคลื่น (intensity) แอมพลิจูดของคลื่น (amplitude)^[10] (Figure 7)

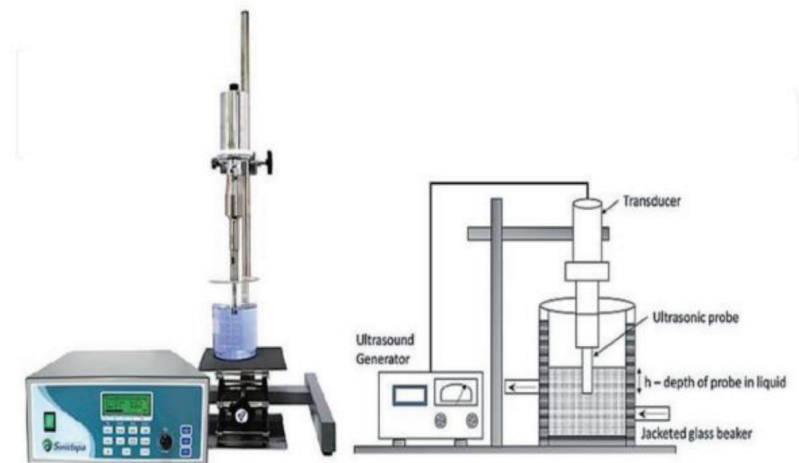


Figure 7 Ultrasound-assisted extraction^[8]

(3) การสกัดด้วยของไหลวิกฤตยิ่งยวด (supercritical fluid extraction; SFE) โดยใช้ของไหลวิกฤตยิ่งยวด (supercritical fluid) เป็นตัวทำละลายในการสกัด ของไหลวิกฤตยิ่งยวด คือ สสารที่อยู่ในสถานะที่ไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นก๊าซหรือของเหลว อธิบายด้วย pressure-temperature phase diagram (Figure 8)^[11] สถานะที่สสารอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ จะมีเส้นแบ่งระหว่างสถานะ จุดที่อยู่ระหว่าง 3 สถานะเรียกว่า “triple point” ก๊าซสามารถเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวได้ 2 วิธี โดยการเพิ่มความดันหรือการลด

อุณหภูมิ อุณหภูมิสูงสุดที่ก๊าซยังสามารถควบแน่นเป็นของเหลวได้ เรียกว่า “อุณหภูมิวิกฤต” (critical temperature, T_c) ดังนั้น ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤตแม้จะเพิ่มความดันเท่าไรก็ไม่สามารถทำให้ก๊าซควบแน่นเป็นของเหลวได้ ความดันที่อุณหภูมิวิกฤต เรียกว่า “ความดันวิกฤต” (critical pressure, P_c) และจุดที่อุณหภูมิและความดันเป็น T_c และ P_c เรียกว่า “จุดวิกฤต” (critical point) เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิวิกฤตและความดันสูงกว่าความดันวิกฤต สสารจะอยู่ในสถานะที่เรียกว่า “ของไหลวิกฤตยิ่งยวด” ไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นก๊าซหรือเป็น

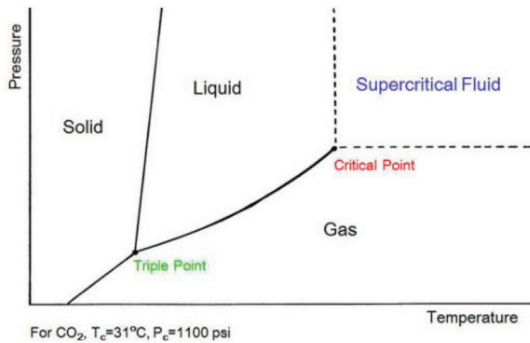


Figure 8 Pressure-temperature phase diagram for carbon dioxide

ของเหลว ค่า T_c และ P_c เป็นค่าคงที่และเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของสาร เช่น คาร์บอนไดออกไซด์มี T_c เท่ากับ 31.1 °ซ และ P_c เท่ากับ 1,100 ปอนด์ต่อตา

ร่างนี้ ของไหลวิกฤตยิ่งยวดมีคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์อยู่ระหว่างก๊าซและของเหลว มีความหนาแน่นใกล้เคียงของเหลวซึ่งเมื่อนำมาใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดจะล้อมรอบอนุภาคสมุนไพรทำให้สารจากสมุนไพรละลายออกมาได้ดี ในขณะที่ความหนืดและสัมประสิทธิ์การแพร่กระจายใกล้เคียงกับก๊าซสามารถแพร่เข้าไปในเนื้อเยื่อสมุนไพรได้ดี ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้จึงนิยมนำของไหลยิ่งยวดหรืออาจเรียกว่า “ตัวทำละลายยิ่งยวด” (super solvent) มาใช้ในการสกัดสารจากสมุนไพร

ตัวอย่างการสกัดสารจากสมุนไพรด้วยวิธีสกัดแบบสมัยใหม่ (Table 2)

Table 2 Innovative method for medicinal plant extraction

Chemical constituents	Plants	Extraction method
Marmelosin (imperatorin)	<i>Aegle marmelos</i> [Bael (fruit)]	MAE ^[12]
Curcumin	<i>Curcuma longa</i> L. [turmeric (rhizome)]	MAE ^[13]
Aloe emodin, kaempferol, Kaempferol 3- β -genitobioside	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	MAE ^[14]
Mitragynine	<i>Mitragyna speciosa</i> [Kra-tom (leaves)]	UAE ^[15]
Carotenoids	<i>Anacardium occidentale</i> L. [cashew apple (pseudo-fruit)]	UAE ^[16]
Caffeine, catechin	<i>Camellia sinensis</i> [green tea (leaves)]	SFE ^[17]
Caffeine	<i>Coffea arabica</i> var. <i>arabica</i> , [coffee bean] <i>Coffea canephora</i> var. <i>robusta</i>	SFE ^[18]
Colchicine	<i>Colchicum speciosum</i> Steven (seed)	SFE ^[19]

3.3 วิธีสกัดเพื่อเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์ (sample preparation)

การสกัดตัวอย่างก่อนเข้าสู่กระบวนการตรวจวิเคราะห์ เป็นการสกัดสารปริมาณไม่มาก เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลา ส่งผลต่อความแม่นยำและความเที่ยงตรงของผลการวิเคราะห์ ได้แก่

(1) liquid-liquid extraction (LLE) หรือ partition อาศัยหลักการกระจายของสารหรือตัวถูกละลายในระหว่างของเหลว 2 ชนิดที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำกับน้ำมัน มักใช้วิธีนี้สกัดสารที่ละลายอยู่ในสารละลายน้ำ (aqueous solution) โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดวิธีนี้คือ separatory funnel โดยเขย่าส่วนผสมทั้งหมดใน separatory funnel แล้วตั้งทิ้งไว้ให้สารละลายแยกชั้น สารที่สามารถละลายได้ดีกว่าในตัวทำละลายอินทรีย์ก็จะแพร่เข้าไปอยู่ในชั้นตัวทำละลายอินทรีย์ จากนั้นทำการไข stopcock ของ separatory funnel แยกสารละลายแต่ละชั้นออกจากกัน วิธี LLE เดิมเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดสำหรับแยกสาร/ส่วนสกัดที่ต้องการ หรือกำจัดสารที่ไม่ต้องการได้ในปริมาณมาก^[20] แต่ก็มีข้อจำกัดที่สำคัญ เช่น ใช้เวลานานในการสกัดเนื่องจากมักต้องสกัดซ้ำหลายครั้ง ปริมาณในการสกัดมากทั้ง ๆ ที่ในการวิเคราะห์ใช้สารละลายตัวอย่างน้อยมาก ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ปริมาณมาก และอาจเกิดอิมัลชัน (emulsion) ในขั้นตอนการสกัดซึ่งแก้ไขได้ยาก

(2) solid phase extraction (SPE) ด้วยข้อจำกัดของวิธี LLE จึงมีการพัฒนาวิธี SPE หรือ liquid-solid extraction (LSE) โดยอาศัยหลักการกระจายตัวระหว่างสารที่ต้องการวิเคราะห์ในตัวอย่างกับตัวดูดซับที่เป็นของแข็งซึ่งบรรจุอยู่ในหลอด SPE

สารมีความชอบจับ (affinity) กับตัวดูดซับของแข็ง การสกัดประกอบด้วย 2 กลไก คือ เริ่มจาก adsorption หรือ retention โดยสารจะถูกจับและหน่วง (retain) อยู่กับตัวดูดซับ จากนั้นจะเป็น desorption หรือ elution ใช้ตัวทำละลายชะสารออกมา โดยสารจะต้องมีความชอบกับตัวทำละลายนั้นมากกว่าตัวดูดซับของแข็ง ขั้นตอนการสกัดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ปรับสภาพตัวดูดซับ (activate) โดยผ่านตัวทำละลายที่เหมาะสมกับตัวดูดซับ เช่น ตัวดูดซับเป็นชนิดมีประจุให้ปรับสภาพด้วยน้ำตามด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ 2) ใส่สารตัวอย่าง (load sample) ด้วยปริมาณเหมาะสม หากใส่สารมากเกินไป ร้อยละการคืนกลับของสารจะลดลงเนื่องจากตัวดูดซับไม่มีพื้นที่พอที่จะจับสารที่ต้องการไว้ทั้งหมด สารบางส่วนอาจหลุดออกไปก่อน 3) ล้างสารปนเปื้อน (rinse) เนื่องจากสารปนเปื้อนบางอย่างสามารถจับกับตัวดูดซับได้ จึงต้องล้างออกก่อนโดยใช้ตัวทำละลายที่มีความแรงของขั้ว ความเป็นกรด-ด่าง และอัตราการไหลที่เหมาะสม ไม่ทำให้สารที่ต้องการวิเคราะห์ถูกล้างไปด้วย และ 4) ชะสารที่ต้องการออกจากพื้นผิวตัวดูดซับ (elute) โดยใช้ตัวทำละลายที่มีความแรงของขั้วมากพอ ปริมาตรและอัตราการไหลเหมาะสม จะได้ตัวอย่างที่สะอาด (Figure 9)^[21] ปัจจุบันมีการ

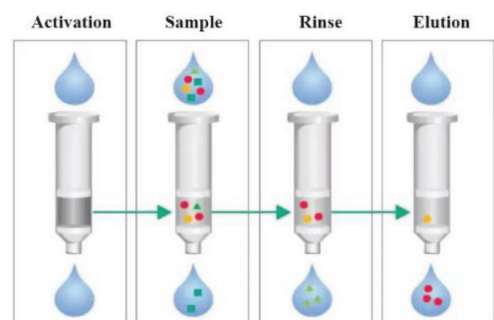


Figure 9 SPE extraction process

พัฒนาตัวดูดซับชนิดต่าง ๆ เช่น ตัวดูดซับชนิดไม่มีขั้ว [ออกตะเดซิลไซเลน (C_{18}) ออกทิลไซเลน (C_8) เอทิลไซเลน (C_2) เฟนิลไซเลน ไฮโคลเฮกซิลไซเลน] ตัวดูดซับชนิดมีขั้ว (ซิลิกา ไดออกไซด์ไซเลน อะมิโนโพรพิลไซเลน) ตัวแลกเปลี่ยนไอออนสำหรับสารที่มีประจุลบและสารประจุบวก (anion exchanger และ cation exchanger) ส่งผลให้เทคนิคการสกัดนี้สามารถใช้กับตัวอย่างได้หลากหลาย วิธี SPE นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์ทางโครมาโทกราฟี ใช้ตัวทำละลายน้อย สามารถต่อระบบอัตโนมัติกับเครื่องมือวิเคราะห์ได้ นอกจากนี้ยังอาจผสมผสานนำของไหลวิกฤตยิ่งยวดมาใช้ในขั้นตอน elution หรือมีการนำ thermal desorption มาใช้สำหรับสารระเหยง่ายที่ทนต่อความร้อน ซึ่งมักใช้ร่วมกับเทคนิค gas chromatography^[22]

(3) การสกัดด้วยตัวทำละลายในสภาวะเร่ง [accelerated solvent extraction (ASE) หรือ pressurized liquid extraction (PLE)]^[23] เป็นเทคนิคที่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ความดันและอุณหภูมิสูงเกินจุดเดือดมาสกัดสาร ตัวอย่างซึ่งเป็นของแข็งหรือของกึ่งแข็งจะถูกบรรจุอยู่ในเซลล์ (extraction cell) เติมตัวทำละลายอินทรีย์ลงไป ทำการสกัดภายใต้อุณหภูมิสูง (50-200 °C) ความดันสูง (500-3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ในเวลาช่วงสั้นๆ (5-10 นาที) จากนั้นใช้ก๊าซอัดไล่สารสกัดที่ได้ให้ลงไปอยู่ในภาชนะเก็บ (collection vial) พารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการสกัด เช่น อุณหภูมิ ความดัน ปริมาตรของตัวทำละลายที่ใช้ (Figure 10) ตัวอย่างการสกัดสารจากสมุนไพรด้วยวิธีนี้ เช่น การสกัด methylxanthines จาก cocoa shell (*Theobroma cacao* L.)^[24]

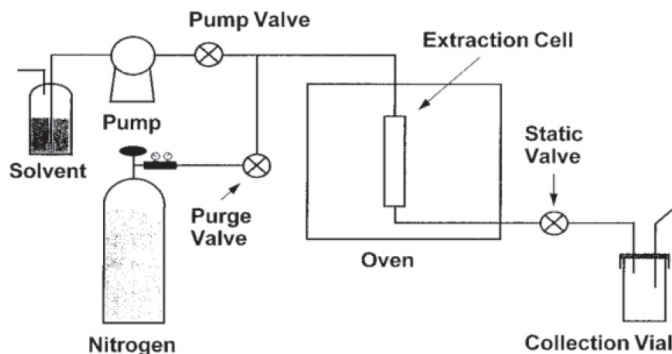


Figure 10 Accelerated solvent extraction

บทวิจารณ์

กระบวนการสกัดสารจากสมุนไพรเป็นเทคนิคที่มีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง การเลือกวิธีสกัดที่เหมาะสมต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านั้น และต้องมีการเตรียมการที่ดีเพื่อให้ได้สารสกัดตรงตามวัตถุประสงค์การนำไปใช้ ต้องพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนก่อนการสกัด

วัตถุดิบที่มีคุณภาพ แปรรูปอย่างเหมาะสม ไม่บดละเอียดจนเกินไปซึ่งจะทำให้กรองแยกสารสกัดได้ยาก ไม่ย่อยขนาดที่หยาบเกินไปเพราะจะทำให้พื้นที่ผิวในการสกัดน้อย การเลือกตัวทำละลายที่ใช้สกัดต้องสามารถสกัดสารออกฤทธิ์ที่ต้องการได้ สามารถกำจัดตัวทำละลายออกจากสารสกัดได้ไม่ยาก รวม

ถึงการพิจารณาด้านทุนและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เลือกวิธีสกัดที่มีประสิทธิภาพ สามารถสกัดสารที่ต้องการได้ในปริมาณมาก เวลาสกัดสั้น การปรับพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสมุนไพรแต่ละชนิดหรือแม้กระทั่งสมุนไพรชนิดเดียวกันแต่ต้องการสกัดสารออกฤทธิ์ต่างชนิดกัน นอกจากนี้เมื่อได้สารสกัดออกมาแล้วยังต้องมีการจัดการที่เหมาะสมสำหรับสารสกัดแต่ละชนิด เช่น การเก็บในอุณหภูมิที่ไม่สูงจนมีผลต่อความคงสภาพของสารสกัด การเก็บให้พ้นจากแสง ผู้ผลิตสารสกัดสมุนไพรยังต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างแต่ละครั้งที่ผลิตสารสกัดเพื่อให้ได้สารสกัดที่มีคุณภาพและมีความสม่ำเสมอในทุกกระบวนการผลิต

เทคโนโลยีการสกัดสารจากสมุนไพรมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง วิธีสกัดแบบสมัยใหม่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ใช้เวลาการสกัดลดลง ตระหนักในเรื่องความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังตัวอย่างการสกัดใบของ *Rosmarinus officinalis* น้ำหนัก 50 กรัม ด้วยเอทานอล 70% ปริมาตร 150 มิลลิลิตร พบว่าการสกัดด้วยวิธี MAE ได้สารสกัดปริมาณมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 7.67 เป็นวิธีสกัดแบบสมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับสมุนไพรชนิดนี้ ในขณะที่การแช่หมักเป็นเวลา 7 วัน และ 15 วัน การรีฟลักซ์ 1 ชั่วโมง การสกัดด้วยซอกท์เลต 2 ชั่วโมง ได้สารสกัดคิดเป็นร้อยละผลผลิตเท่ากับ 5.3, 5, 5.53 และ 5.47 ตามลำดับ^[25] อย่างไรก็ตาม เครื่องสกัดที่มีราคาสูงตามไปด้วย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกวิธีสกัดโดยเฉพาะสำหรับผู้ประกอบการรายย่อย

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งของผู้ผลิตผลิตภัณฑ์สมุนไพรของประเทศไทยคือ ต้องนำเข้าสารสกัดสมุนไพรจากต่างประเทศ ทั้งที่ ๆ ประเทศไทยมี

สมุนไพรที่มีความหลากหลายและมีคุณภาพ แต่การผลิตสารสกัดจากสมุนไพรยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ มูลค่าการนำเข้าของสารสกัดสมุนไพรสามารถพิจารณาจากข้อมูลของกรมการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ (<https://tradereport.moc.go.th>) โดยพิจารณาจากพิกัดศุลกากร (Harmonized Code; HS) ที่เกี่ยวข้อง เช่น HS 1302 กลุ่มน้ำเลี้ยงและสิ่งสกัดจากพืช มีการนำเข้าในช่วงปี พ.ศ. 2560-2564 ปริมาณ 9.61, 10.22, 11.95, 11.94 และ 14.43 ล้านกิโลกรัม ตามลำดับ คิดเป็นมูลค่า 3,279.5 3,513.5 3,668.8 3,806.2 และ 4,669.7 ล้านบาท ตามลำดับ HS 3301 กลุ่มน้ำมันระเหยง่าย รวมถึงเรซิน โอลีโอเรซิน มีการนำเข้าในช่วงปี พ.ศ. 2560-2564 ปริมาณ 1.25, 1.54, 1.55, 1.64 และ 1.58 ล้านกิโลกรัม ตามลำดับ คิดเป็นมูลค่า 999.5, 1,159.8, 1,081.9, 955.3 และ 1,595.3 ล้านบาท ซึ่งมูลค่าการนำเข้าดังกล่าวไม่สามารถแยกชนิดของสารสกัดที่นำเข้าได้อย่างชัดเจนว่ามาจากสมุนไพรชนิดใดหรือรูปแบบใด แต่สามารถแสดงให้เห็นทิศทางการนำเข้าของการนำเข้าของประเทศไทยได้ นอกจากนี้ การกำหนดมาตรฐานสารสกัดสมุนไพรในประเทศไทยยังมีไม่มากนักจึงเป็นสิ่งที่ต้องมีการพัฒนาต่อไป ซึ่งจะช่วยลดการนำเข้าสารสกัดของผู้ประกอบการลงได้ อีกทั้งเพิ่มศักยภาพการส่งออกสารสกัดจากสมุนไพรของไทย

บทสรุป

กระบวนการสกัดสารจากสมุนไพรเป็นกระบวนการที่ให้ได้มาซึ่งสารที่ต้องการหรือเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการจากวัตถุดิบสมุนไพรตั้งต้น ปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อคุณภาพของสารสกัด ได้แก่ วัตถุดิบ

สมุนไพร ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด และเทคนิคการสกัด บทความนี้ได้รับรวบรวมข้อมูลจากเอกสารหลายแห่ง นำมาเรียบเรียงและอธิบายถึงปัจจัยพื้นฐานดังกล่าวไว้ในบทความเดียว ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ประกอบการและผู้สนใจให้สามารถศึกษา ทำความเข้าใจได้โดยง่าย และนำไปประยุกต์ใช้ในการสกัดสารจากสมุนไพรเพื่อให้ได้สารสกัดที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

References

- Zhang Q-W, Lin L-G, Ye W-C. Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chin Med*. 2018;13(20):1-26.
- Pandey A, Tripathi S. Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug. *J Pharmacog Phytochem*. 2014;2(5):115-9.
- Hidayat R, Wulandari P. Method of extraction: maceration, percolation and decoction. *Eureka Harba Indones*. 2021;2:73-9.
- Shikov AN, Mikhailovskaya IY, Narkevich IA, Flisyuk EV, Pozharitskaya ON. Methods of extraction of medicinal plants. In: Mukherjee PK, editor. Evidence-based validation of herbal medicine. 2nd ed. India: Elsevier; 2022. p. 771-96.
- Kumar A, Nirmal P, Kumar M, Jose A, Tomer V, Oz E, Proestos C, Zeng M, Elobeid T, Sneha K, Oz F. Major phytochemicals: recent advances in health benefits and extraction method. *Molecules* [Open Access]. 2023;28:887. doi:10.3390/molecules28020887. PubMed PMID: 36677944.
- Abou Elfotouh MA, Shams KA, Anthony KP, Shahat AA, Ibrahim MT, Abdelhady NM, Abdel Azim NS, Hammouda FM, El-Missiry MM, Saleh MA. Lipophilic constituents of *Rumex vesicarius* L. and *Rumex dentatus* L. *Antioxidants* (Basel). 2013;2(3):167-80.
- Dabbs DM, Mulders N, Aksay IA. Solvothermal removal of the organic template from L3 (“sponge”) templated silica monoliths. *J Nanopart Res*. 2006;8:603-14.
- Stéphane FFY, Jules BKJ, Batiha GE-S, Ali I, Bruno LN. Extraction of bioactive compounds from medicinal plants and herbs. In *Pharmacognosy-Medicinal Plants* [Working Title]. London, UK: Intech Open; 2021. p.1-39.
- Silori GK, Kushwaha N, Kumar V. Essential oils from pines: chemistry and applications. In: Malik S. *Essential Oil Research, Trends in Biosynthesis, Analytics, Industrial Applications and Biotechnological Production*. 1st ed. Switzerland: Springer; 2019. p. 275-97.
- Nour AH, Oluwaseun AR, Nour AH, Omer MS, Ahmed N. Microwave-assisted extraction of bioactive compounds (review). In: Churyumov GI. *Microwave Heating*. Ed. BoD-Book on Demand. IntechOpen; 2021. p. 1-31. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.96092>.
- How flow chemistry can make processes greener. Supercritical fluid. Phase diagram for carbon dioxide [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 28]; Available from: <https://i0.wp.com/www.supercriticalfluids.com/wp-content/uploads/phase-diagram.jpg>
- Sonar MP, Rathod VK. Microwave assisted extraction (MAE) used as a tool for rapid extraction of marmelosin from *Aegle marmelos* and evaluations of total phenolic and flavonoids content, antioxidant and anti-inflammatory activity. *Chem Data Collect*. [Internet]. 2020 [cited 2023 Apr 20]; 20:100545. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cdc.2020.100545>.
- Wakte PS, Sachin BS, Patil AA, Mohato DM, Band TH, Shinde DB. Optimization of microwave, ultra-sonic and supercritical carbon dioxide assisted extraction techniques for curcumin from *Curcuma longa*. *Sep Purif Technol*. 2011;79(1):50-5.
- Yeong YL, Pang SF, Putranto A, Gimbin J. Optimisation of microwave-assisted extraction (MAE) of anthraquinone and flavonoids from *Senna alata* (L.) Roxb. *Nat Prod Res*. 2021;36(4):3756-60.
- Orio L, Alexandru L, Cravotto G, Mantegna S, Barge A. UAE, MAE, SFE-CO₂ and classical methods for the extraction of *Mitragyna speciosa* leaves. *Ultrason Sonochem*. 2012;19(3):591-5.
- Silva Coelho TL, Neri Silva DS, dos Santos Junior JM, Dantas C, de Araujo Nogueira AR, Lopes Júnior CA, Vieira EC. Multivariate optimization and comparison between conventional extraction (CE) and ultrasonic-assisted extraction (UAE) of carotenoid extraction from cashew apple. *Ultrason Sonochem*. [Internet] 2022 [cited 2023 Apr 26]; 84; 105980. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.105980>
- Sökmen M, Demir E, Alomar SY. Optimization of sequential supercritical fluid extraction (SFE) of caf-

- feine and catechins from green tea. *J Supercrit fluids*. 2018;133:171-6.
18. De Marco I, Riemma S, Iannone R. Life cycle assessment of supercritical CO₂ extraction of caffeine from coffee beans. *J Supercrit fluids*. 2018;133:393-400.
 19. Bayrak S, Sökmen M, Aytaç E, Sökmen A. Conventional and supercritical fluid extraction (SFE) of colchicine from *Colchicum speciosum*. *Ind Crops Prod*. 2019;128:80-4.
 20. Christian GD. *Analytical Chemistry*. 4th ed. Singapore: John Wiley & Sons; 1986. 676 p.
 21. Overview of solid phase extraction (SPE) process. [Internet]. [cited 2023 Apr 13]; Available from: <https://www.welch-us.com/wp-content/uploads/2021/11/1-2.jpg>
 22. Berrueta LA, Gallo B, Vicente F. A review of solid phase extraction: basic principles and new development. *Chromatographia*. 1995;40:474-83.
 23. Richter BE, Jones BA, Ezzell JL, Porter NL. Accelerated solvent extraction: a technique for sample preparation. *Anal Chem*. 1996;68:1033-9.
 24. Pagliari S, Celano R, Rastrelli L, Sacco E, Arlati F, Labra M, Campone L. Extraction of methylxanthines by pressurized hot water extraction from cocoa shell by-product as natural source of functional ingredient. *LWT [Internet]*. 2022 [cited 2023 Apr 26]; 170:114115. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114115>
 25. Mutalib LY. Comparison between conventional and modern methods for extraction of *Rosmarinus officinalis* leaves. *Zanco J Med Sci*. 2015;19:1029-34.