

CAFÉ TO BOTTLE 5.0

เทคโนโลยีไลน์บรรจุชา-กาแฟ
ล็อกกลิ่นรสสดใหม่ และการจัดการขยะเป็นศูนย์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ เชื่อมชัยตระกูล

สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ประวัติวิทยากร

Assist. Prof. Dr. Piyaporn Chueamchaitrakun

Affiliation

Lecturer, Food Science and Technology Program, Mae Fah Luang University

Education

2006 - 2011 Ph.D. (Agro-Industrial Product Development), Kasetsart University

1999 - 2002 MSc. (Agro-Industrial Product Development), Kasetsart University

1995 - 1999 BSc. (Food Industrial Technology), Maejo University

Executive Position

2013 - 2026 Head of Tea and Coffee Institute, Mae Fah Luang University

Research interested

Tea processing and Innovation

Sensory and Consumer study

Gluten free bakery product

Contact

e-mail: chueamchaitrakunp@gmail.com

Tel: 053-916-752





หัวข้อบรรยาย

- ลือกคุณค่าสารสำคัญ รักษาความสดและกลิ่นธรรมชาติให้ชาและกาแฟ
- Capturing Flavor & Freshnessเทคโนโลยีดักจับกลิ่นรสและลือกความสด
- Zero-Waste Processing การลดการสูญเสียในไลน์ผลิต และนวัตกรรมจัดการกากชา-กาแฟสู่เป้าหมายมลพิษเป็นศูนย์ (Zero-Landfill)

**"โจทย์ที่ยากที่สุดของตลาด RTD ในวันนี้ ไม่ใช่แค่การ
ทำเครื่องดื่มให้บรรจุอยู่ในขวดแล้วขายได้อีกต่อไป.."**

**พวกเขาไม่ได้มองหาแค่ 'ความสะดวกสบาย' (Convenience) ที่
เปิดขวดแล้วดื่มได้เลยอีกแล้ว แต่สิ่งที่พวกเขาคาดหวังคือ
รสชาติและประสบการณ์ระดับ 'Café-Quality'**

สถานการณ์ RTD ในปัจจุบัน

- ตลาด RTD COFFEE คาดว่าจะโตจนมีมูลค่าถึง 64,000 ล้านดอลลาร์ภายในปี 2032 (CAGR 8.54%) แต่การแข่งขันสูงมาก (เฉพาะปี 2023 มีสินค้าใหม่เปิดตัวกว่า 200 รายการ)
- ราคา C PRICE ผันผวนหนัก: ในเดือนกุมภาพันธ์ 2025 ราคาซื้อขายกาแฟอาราบิก้าโลก (C PRICE) พุ่งสูงเป็นประวัติการณ์ถึง \$4.30/LB
- RTD TEA (ชาพร้อมดื่ม): เป็นทางเลือกที่น่าสนใจที่สุดในตอนนี้ ต้นทุนชาเฉลี่ยต่ำกว่ากาแฟมาก (\$2.14 - \$3.05/LB) ราคาผันผวนน้อยกว่า

FUNCTIONAL & WELLNESS DRINKS (เครื่องดื่มฟังก์ชันเพื่อสุขภาพ): ตลาดกลุ่มนี้โตแรงถึง 8% ต่อปี (แซงหน้าทั้งชาและกาแฟ) โดยเฉพาะในกลุ่มคนรุ่นใหม่ (อายุ 18-34 ปี) ที่ต้องการเครื่องดื่มน้ำตาลน้อย ไม่มีสารสังเคราะห์ แต่ได้ประโยชน์เรื่องพลังงานและการฟื้นฟูร่างกาย



ภาพรวมตลาดชาพร้อมดื่ม (RTD TEA) ในไทย

3 ปัจจัยหลักในการเลือกซื้อของผู้บริโภค (CUSTOMER PREFERENCES)

- รักสุขภาพ (HEALTH-CONSCIOUS): มองหาเครื่องดื่มที่ดีต่อสุขภาพ ชา RTD ตอบโจทย์เพราะมีสารต้านอนุมูลอิสระและส่วนผสมจากธรรมชาติ
- เน้นความสะดวก (CONVENIENCE): ตอบโจทย์วิถีชีวิตที่เร่งรีบของคนไทย หาซื้อง่าย ดื่มได้ทุกที่ทุกเวลา (ทำงาน, เดินทาง, พักผ่อน)
- ชอบรสชาติที่แปลกใหม่ (UNIQUE FLAVORS): ผู้บริโภคไทยชอบรสชาติที่เด่นชัดและแปลกใหม่

เทรนด์สำคัญในตลาด (MARKET TRENDS)

- การพัฒนารสชาติท้องถิ่นและแปลกใหม่
- การเติบโตของตลาดพรีเมียมและออร์แกนิก: ผู้บริโภคยินดีจ่ายแพงขึ้นเพื่อคุณภาพและความเป็นธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดแบรนด์ NICHE MARKET มากขึ้น



Cafe Revolution

"Concept adapted from Trish Rothgeb (2002) & Allegra World Coffee Portal's 5th Wave Framework"

1.Consumer Perception & Behavior (มุมมองของผู้บริโภค):

ผู้บริโภคมองกาแฟเป็นอะไร? (ยุค 1 = ดื่มเพื่อตื่น, ยุค 3 = ดื่มเสพศิลปะ/รสชาติ, ยุค 5 = ดื่มโดยคำนึงถึงสุขภาพและโลก)

2.Industry Focus & Sourcing (จุดเน้นของอุตสาหกรรม):

เน้นอะไรในการขาย? (ยุค 1 = เน้นปริมาณ/ราคาถูก, ยุค 2 = เน้นแบรนด์/ไลฟ์สไตล์, ยุค 3 = เน้นแหล่งปลูกย้อนกลับได้/ความโปร่งใส)

3.Technology & Processing (เทคโนโลยีและการแปรรูป):

เครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนไปอย่างไร? (ยุค 1 = ถังสุญญากาศ/กาแฟผง, ยุค 4 = หุ่นยนต์/เครื่องชงอัจฉริยะ, ยุค 5 = วิศวกรรมโมเลกุลกลั่นรส/Zero-Waste)



Cafe Revolution

ยุค	ช่วงเวลา	จุดเน้น	บริบทและพฤติกรรม
Cafe 1.0: ยุคแห่งความสะดวกและมวลชน (Mass & Convenience)	ปลายศตวรรษที่ 19 – ทศวรรษ 1960	ความสะดวก รวดเร็ว และราคาถูกเพื่อตอบสนองต่อคนหมู่มาก	เป็นยุคที่กาแฟกลายเป็นสินค้าโภคภัณฑ์ (Commodity) ที่เข้าถึงทุกครัวเรือน เกิดนวัตกรรม "กาแฟสำเร็จรูป (Instant Coffee)" แบบผงหรือแบบเกล็ดที่ละลายน้ำร้อนได้ทันที ผู้บริโภคเน้นดื่มเพื่อความกระปรี้กระเปร่าและคาเฟอีนในการทำงาน
Cafe 2.0: ยุคแห่งการยกระดับรสชาติและแบรนด์แฟรนไชส์ (The Brand & Espresso Culture)	ทศวรรษ 1960 – ปลายทศวรรษ 1990	วัฒนธรรมเอสเพรสโซ, เมนูที่หลากหลาย และการสร้างประสบการณ์ "บ้านหลังที่สาม" (The Third Place)	การเติบโตอย่างก้าวกระโดดของเชนร้านกาแฟระดับโลกอย่าง Starbucks ผู้บริโภคเริ่มรู้จักกาแฟสดที่สกัดจากเครื่องเอสเพรสโซ เกิดเมนูยอดนิยมอย่าง Latte, Cappuccino, และ Mocha ร้านกาแฟถูกเปลี่ยนบทบาทจากที่ซื้อกลับบ้าน กลายเป็นสถานที่นัดพบ พักผ่อน และทำงาน นอกเหนือจากบ้านและออฟฟิศ รสชาติกาแฟเริ่มมีมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก
Cafe 3.0: ยุคกาแฟพิเศษและศิลปะแห่งบาริสต้า (Specialty Coffee & Craftsmanship)	ยุค 2000 – ปัจจุบัน (ยังคงมีบทบาทสูง)	คุณภาพระดับพรีเมียม (Specialty Grade), แหล่งปลูกเฉพาะ (Single Origin) และความโปร่งใส	ผู้บริโภคเริ่มมองหากาแฟที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวสูง (Craft) เกิดการให้ความสำคัญกับ Traceability หรือการสืบย้อนกลับไปถึงสายพันธุ์กาแฟ ระดับความสูงของแหล่งปลูก (Terroir) กระบวนการแปรรูป (Processing เช่น Washed, Natural, Honey) และโปรไฟล์การคั่ว บาริสต้ากลายเป็นผู้เชี่ยวชาญและนักเล่าเรื่อง มีการใช้วิธีการชงแบบดริป (Pour-over), Siphon หรือ Cold Brew เพื่อดึงกลิ่นรส (Flavor Profile) ตามธรรมชาติของเมล็ดกาแฟออกมาให้ชัดเจนที่สุด

Cafe Revolution

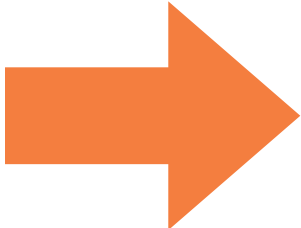
ยุค	ช่วงเวลา	จุดเน้น	บริบทและพฤติกรรม
Cafe 4.0: ยุคแห่งการขยายขีดจำกัดด้วยเทคโนโลยีและการบรรจุขวด (Smart Tech & Premium RTD)	ยุค 2010 – ปัจจุบัน	เทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ (Automation), ความสม่ำเสมอของรสชาติ และความสะดวกในรูปแบบพร้อมดื่ม (Premium Ready-to-Drink)	เป็นการนำเสนอกาแฟคุณภาพสูงระดับ Third Wave แต่เสิร์ฟด้วยความเร็วและความแม่นยำของระบบเทคโนโลยี เช่น เครื่องชงกาแฟอัจฉริยะที่ควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน, หุ่นยนต์บาริสต้า (Robotic Cafe) และที่สำคัญที่สุดคือการเติบโตของ Premium RTD ที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตขั้นสูงเข้ามาดักจับและล็อกกลิ่นรสสดใหม่ลงในขวดหรือกระป๋อง (เช่น การบรรจุแบบปลอดเชื้อ Aseptic Filling หรือการใช้ก๊าซไนโตรเจนช่วยรักษาความสด) เพื่อให้ผู้บริโภคดื่มกาแฟคุณภาพดีเยี่ยมได้ทุกที่ทุกเวลาโดยไม่ต้องรอชงสด
Cafe 5.0: ยุคแห่งความยั่งยืน ข้อมูลขั้นสูง และนวัตกรรมมูลค่าสูง (Data-Driven, Sustainability & High-Value Innovation)	ปัจจุบัน – อนาคต (ยุคแห่ง "Café to Bottle 5.0")	การจัดการขยะเป็นศูนย์ (Zero-Waste), ข้อมูลอัจฉริยะ (Data/AI) และการรักษาสารอาหารและกลิ่นรสขั้นสูงสุด	ในยุคนี้ กาแฟและอุตสาหกรรมกาแฟไม่ได้มองแค่เรื่องรสชาติและความสะดวกอีกต่อไป แต่ต้องตอบโจทย์ ความยั่งยืนในทุกมิติ (ESG & Circular Economy) และ สุขภาพเชิงฟังก์ชัน (Health & Wellness)

การแบ่งประเภทของชา

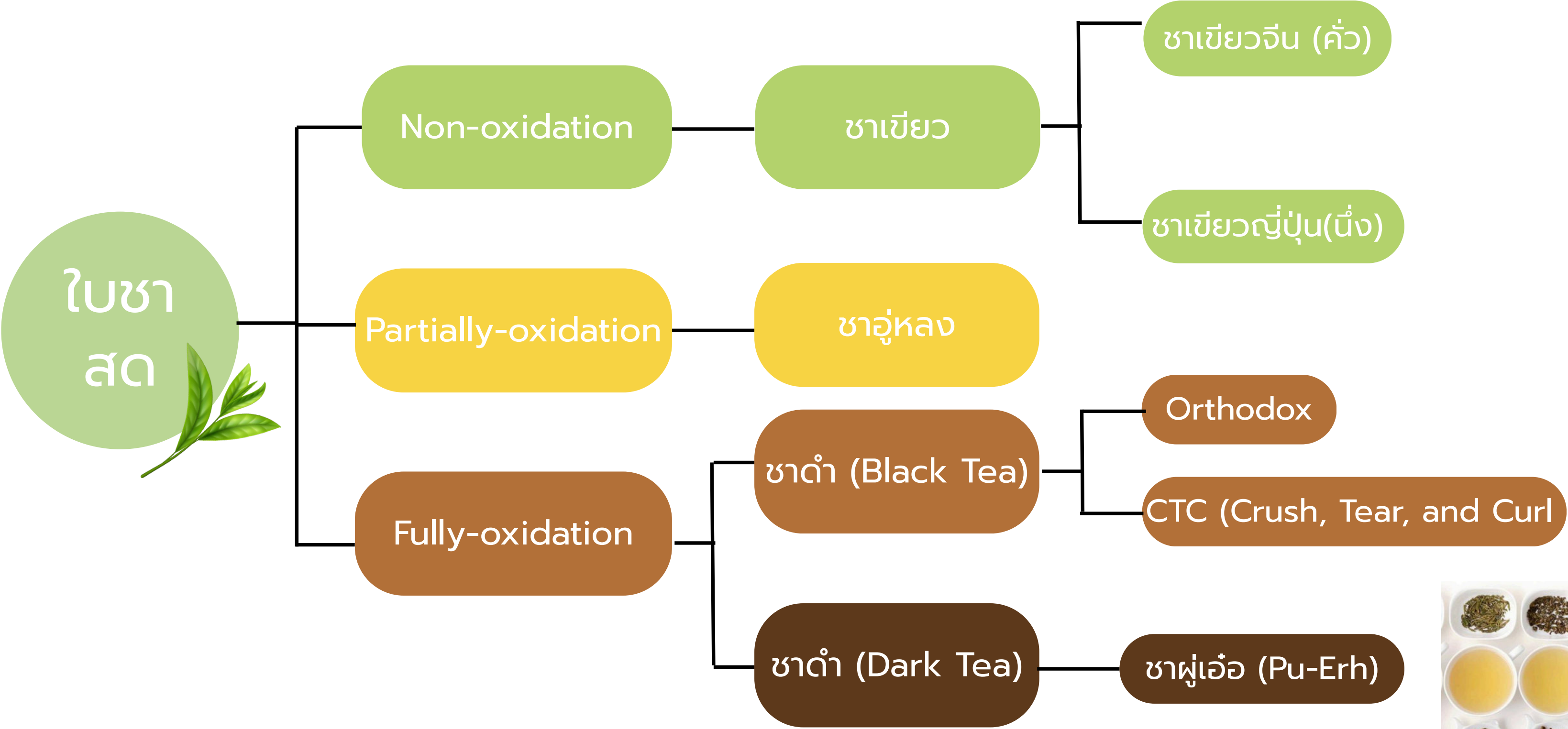
1. ชาที่ไม่ผ่านกระบวนการออกซิเดชัน (ชาเขียว)
2. ชาที่ผ่านการออกซิเดชันบางส่วน (ชาอู่หลง)
3. ชาที่ผ่านการออกซิเดชันอย่างสมบูรณ์ (ชาดำ)



การแบ่งประเภทชา

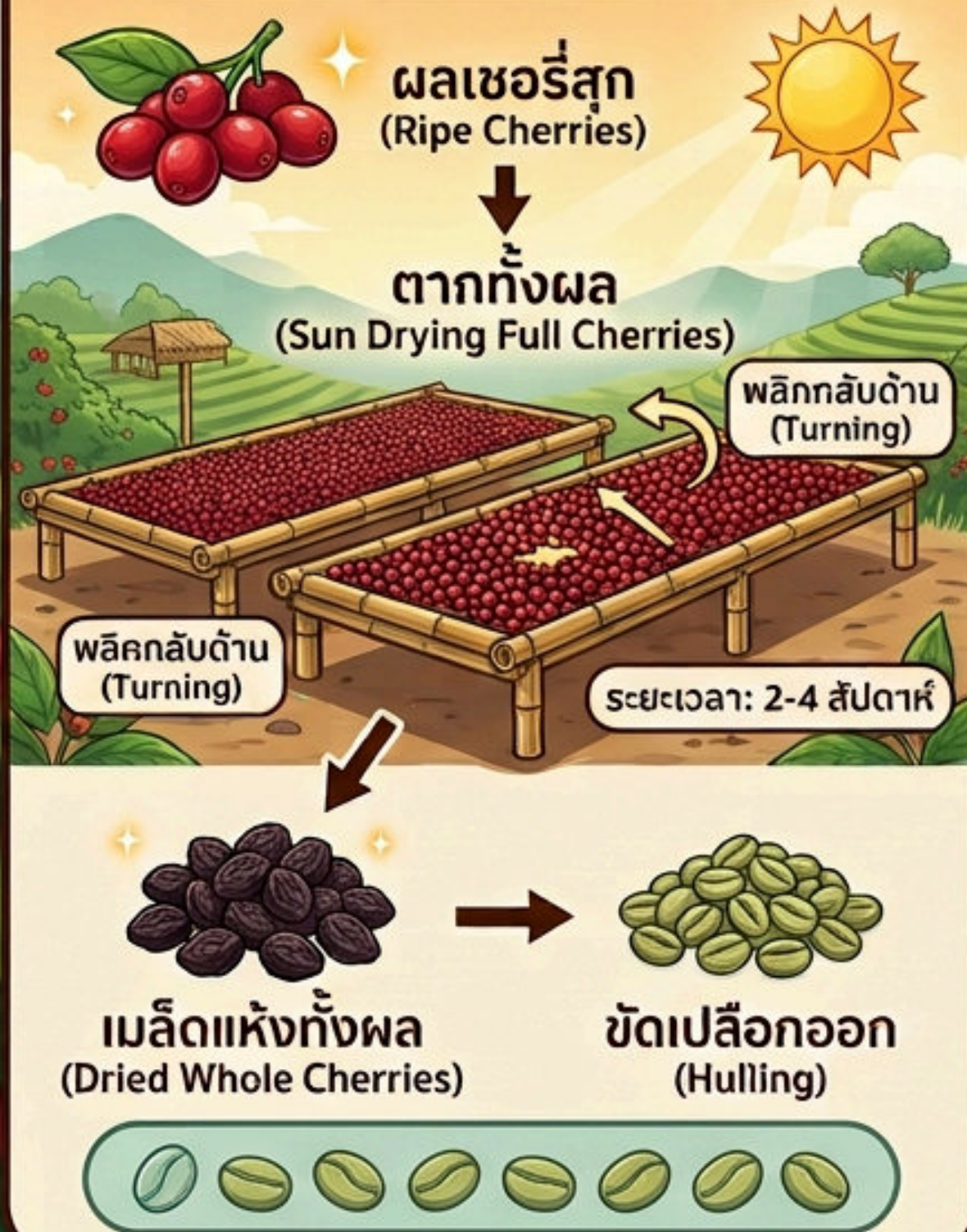


แบ่งตามระดับการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารโพลีฟีนอลที่มีอยู่ในชา
(Based on the oxidation of polyphenols present in tea during the different processing)



กระบวนการแปรรูปกาแฟ 3 ประเภท: DRY, WET, HONEY

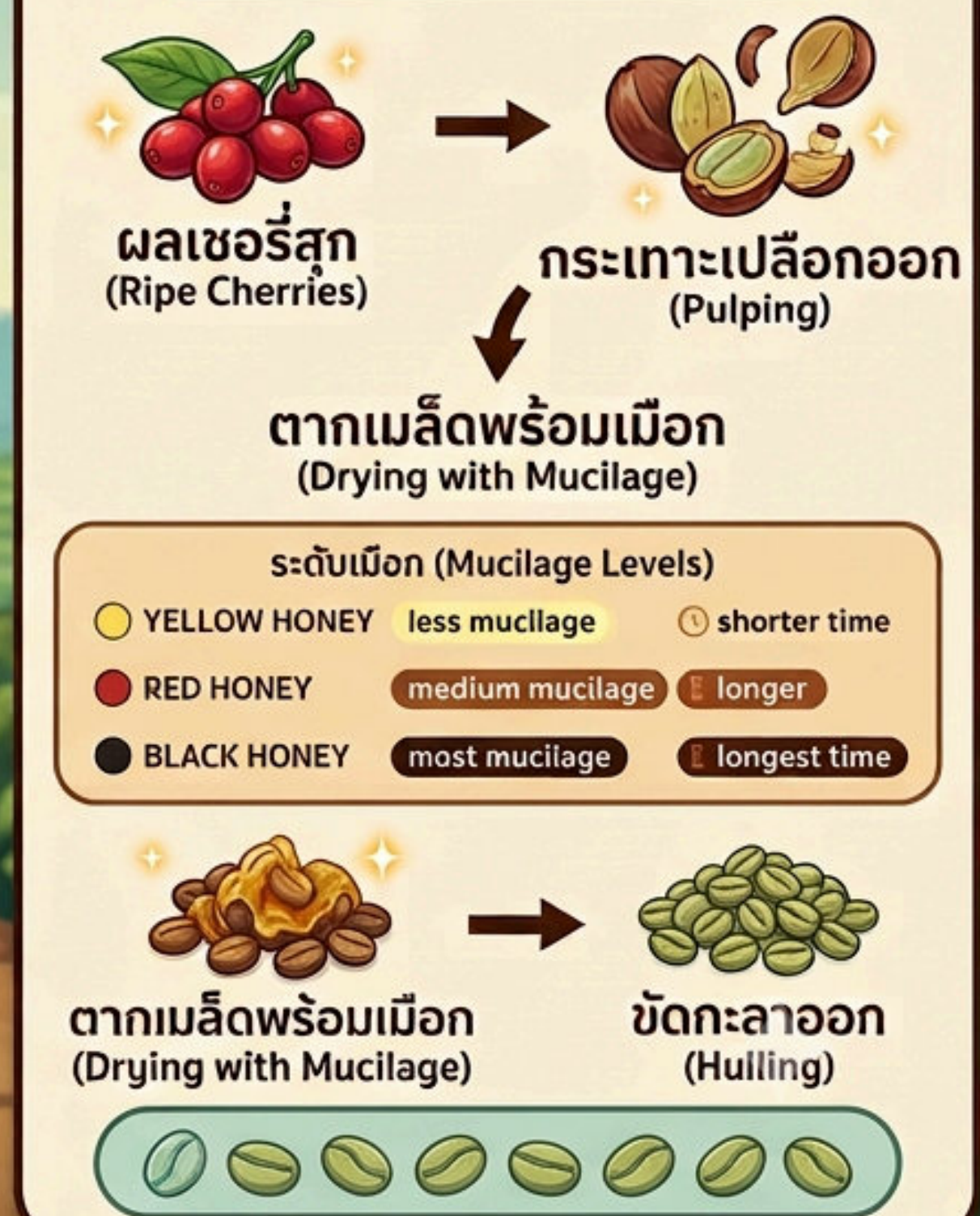
1. DRY PROCESS (แบบแห้ง หรือ NATURAL)



2. WET PROCESS (แบบเปียก หรือ WASHED)



3. HONEY PROCESS (แบบกึ่งแห้งกึ่งเปียก)



ชาพร้อมดื่ม (RTD Tea) คือ ชาที่ได้จากการนำใบชามาต้มสกัด กรองจนใส แล้วนำมาแต่งเติมรสชาติด้วย น้ำเชื่อม, น้ำผลไม้ หรือสมุนไพรต่างๆ เพื่อให้ดื่มง่ายและสดชื่นขึ้น โดยจุดเด่นคือยังคงรสชาติอันเป็นเอกลักษณ์ของชาเอาไว้ และอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (โพลีฟีนอล) ที่ดีต่อสุขภาพ

ประเภทของ RTD Tea

1. Pure RTD beverage
2. Fruit juice RTD tea beverage
3. Milk RTD tea beverage
4. Bubble tea drinks
5. Soda-type RTD tea beverage
6. Health-care functional RTD tea beverage
7. Fermented tea beverage
8. Instant tea beverage

กระบวนการผลิตชาพร้อมดื่ม: แปรรูปจากการนำใบชามาสกัด (Extraction), กรองแยกกาก (Filtration) และทำให้ใส (Clarification) การแต่งเติมรสชาติ: สามารถเติมน้ำ, น้ำเชื่อม, สารปรับกรด, สารแต่งกลิ่น, รสผลไม้ หรือสารสกัดจากพืชอื่นๆ เพื่อเพิ่มมิติของรสชาติ

ใบชา

การสกัด
(Extraction)

การกรองแยกกากและทำให้ใส
(Filtration & Clarification)

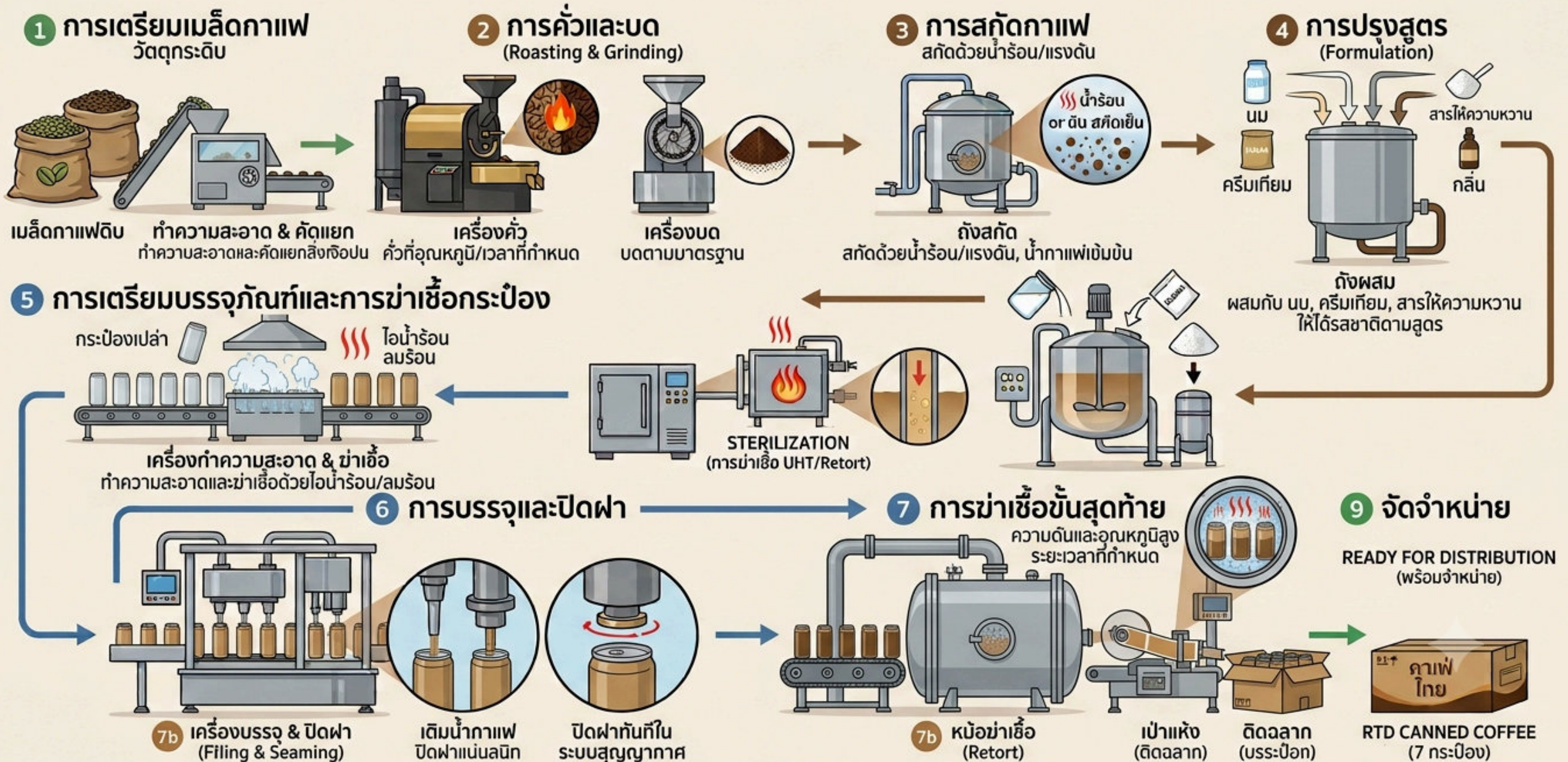
การผสมสูตร
(Formulation)

การฆ่าเชื้อ
(Pasteurization/Sterilization)

การบรรจุ
(Packaging)

กาแฟพร้อมดื่ม (RTD coffee) คือ นำเมล็ดกาแฟไปคั่วบด สกัดเป็นน้ำกาแฟเข้มข้น ผสมสูตร ข่าเชื่อมด้วยความร้อน ปิดผนึก

กระบวนการผลิตกาแฟ RTD บรรจุกระป๋อง (7 ขั้นตอนหลัก)



1. ขั้นตอนการสกัด (Extraction)

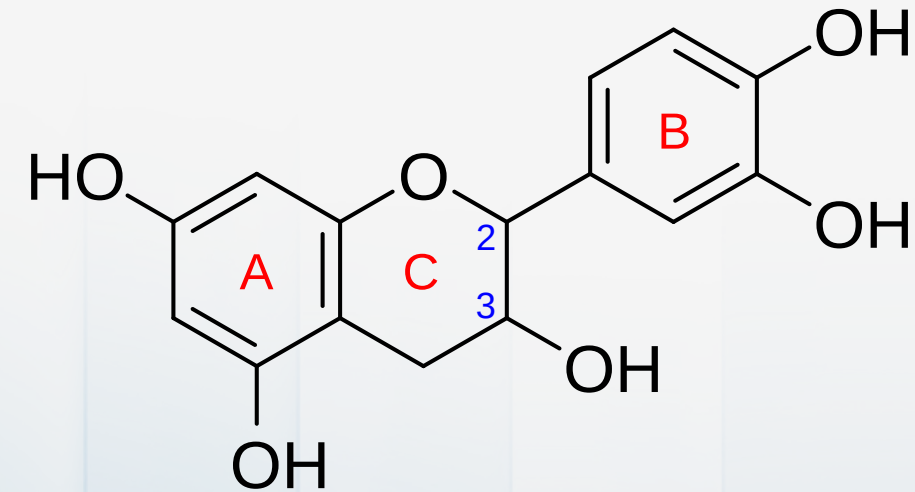
เป้าหมายคือการดึงสารสำคัญ เช่น คาเทชิน (Catechins) และธีอะนีน (L-Theanine) คาเฟอีน ออกมาให้ได้มากที่สุดโดยไม่ทำลายโครงสร้าง

ระบบสกัดใบชานี้ใช้กระบวนการแช่ใบชาแห้งในน้ำบริสุทธิ์เพื่อทำการสกัด โดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงประมาณ **55°C ถึง 95°C** ทั้งนี้จะแตกต่างกันไปตามเงื่อนไขที่กำหนดของแต่ละกระบวนการผลิต (Process Conditions)

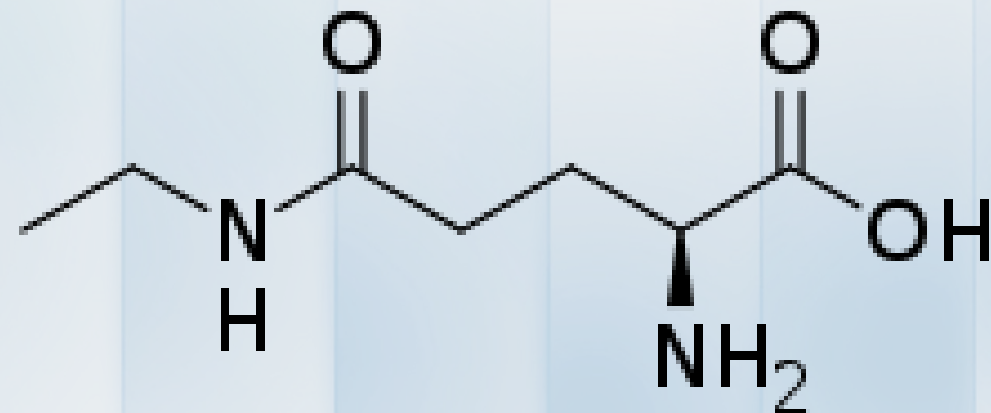


สารสำคัญในชาและกาแฟ

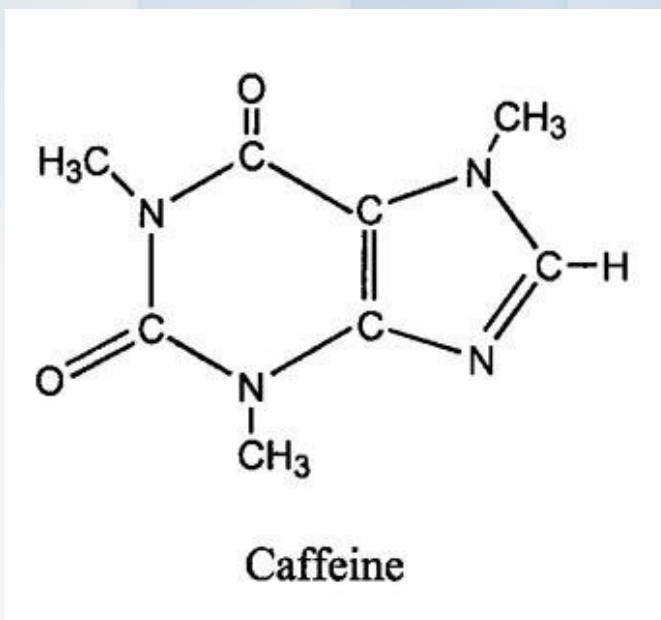
คาเทชิน



ธีอะนีน



คาเฟอีน



ถูกทำลายด้วยกระบวนการผลิต
“ความร้อน”

2. ขั้นตอนการกรองใสและป้องกันตะกอน (Clarification)

เมื่อน้ำชาเย็นลง สารโพลีฟีนอลและคาเฟอีนจะรวมตัวกันกลายเป็นตะกอนขุ่น (Tea Cream) ซึ่งทำให้รูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ไม่น่าดื่ม

- Non-thermal Membrane Filtration
- การกรองระดับไมโครและอัลตรา (Microfiltration / Ultrafiltration): ใช้แผ่นกรองที่มีรูพรุนละเอียดมากในระดับโมเลกุลเพื่อแยกสารที่ก่อให้เกิดความขุ่นและจุลินทรีย์ออกไปโดยไม่ต้องต้ม
- ผลลัพธ์: น้ำชาใสบริสุทธิ์อย่างยาวนาน คงกลิ่นหอมตามธรรมชาติ (Aroma Profile) เอาไว้ได้ครบถ้วน



3. ขั้นตอนการฆ่าเชื้อเพื่อบรรจุ (Sterilization & Packaging)

1) Thermal Option (มาตรฐานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน)

- ระบบ UHT (Ultra-High Temperature) แบบรวดเร็ว: ใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 135–140 องศาเซลเซียส เป็นเวลาสั้นๆ เพียง 2–5 วินาที แล้วลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว (Aseptic Filling)
- ผลลัพธ์: ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และสปอร์ได้ 100% เก็บชาในขวด PET หรือกระป๋องได้นานกว่า 6–12 เดือนโดยไม่ต้องแช่เย็น แต่อาจสูญเสียกลิ่นสดชื่นบางส่วนไป

2) Non-thermal Option (เทคโนโลยีมูลค่าสูง)

- กระบวนการใช้ความดันสูง (High Pressure Processing - HPP): บรรจุน้ำชาลงในขวดพลาสติกพิเศษแล้วนำไปผ่านแรงดันน้ำมหาศาล (ประมาณ 400–600 MPa) ที่อุณหภูมิห้อง
- ผลลัพธ์: จุลินทรีย์ตายทั้งหมดโดยที่ โมเลกุลของกลิ่นและรสชาติไม่ถูกทำลาย ชาจะมีรสชาติเหมือนเพิ่งชงสดใหม่ สีสันสดใส แต่มีข้อจำกัดคือต้องจัดเก็บและขนส่งในระบบแช่เย็น (Cold Chain) และบรรจุในกระป๋องโลหะไม่ได้



เทคโนโลยีการลือคความสดใหม่ด้วย Non thermal processing

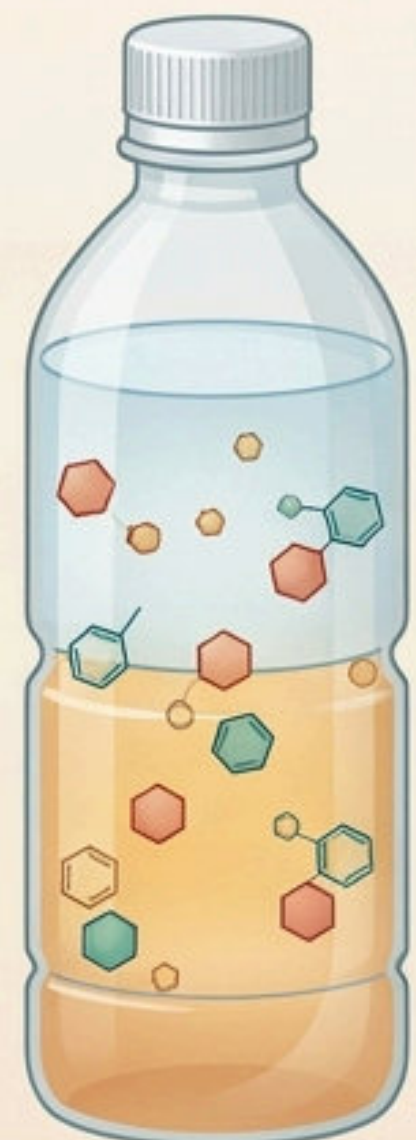
High Pressure Processing (HPP)

กระบวนการแปรรูปด้วยแรงดันสูง (High-Pressure Processing: HPP) คือ เทคโนโลยีการถนอมอาหารแบบไม่ใช้ความร้อน ซึ่งจะทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เป็นหลัก ผ่านการใช้แรงดันในทุกทิศทางที่สูง (extremely high isostatic pressure) โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 300 ถึง 600 MPa

โดย HPP จะสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ ในขณะที่ยังคงรักษาด้านประสาทสัมผัส (Sensory) รสชาติ สี กลิ่น, คุณค่าทางโภชนาการ (nutritional) รวมถึงคุณสมบัติเชิงฟังก์ชัน (functional characteristics) ของผลิตภัณฑ์อาหารไว้ได้

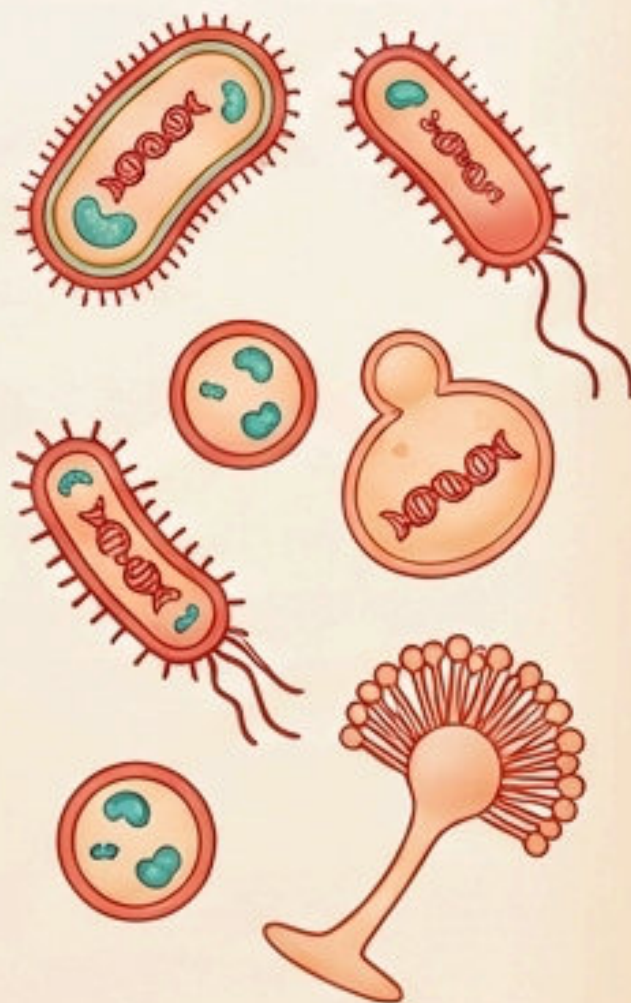
ก่อนกระบวนการ HPP กลไกการทำงานของ HPP ในการฆ่าเชื้อเครื่องดื่มชา หลังกระบวนการ HPP
(เครื่องดื่มชามีชีวิตและสารให้กลิ่นรสครบ) (เครื่องดื่มชาถูกทำลาย)

BEFORE HPP TREATMENT



สารให้กลิ่นรส
(Covalent compounds)

Microorganisms



Microorganisms
Bacteria, Yeast, Mold, Salmonella,
Saccharomyces, Aspergillus

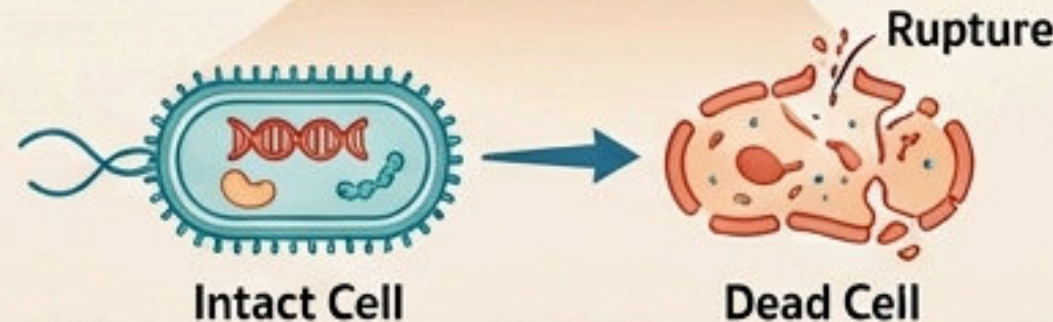
เครื่องดื่มชาไม่เปลี่ยนแปลง,
สารให้กลิ่นรสครบ

HIGH-PRESSURE VESSEL

เครื่องอัดความดันสูง



ความดันสูง
(e.g., 600 MPa / 87,000 psi)



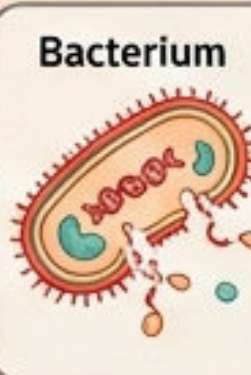
Intact Cell

Dead Cell

AFTER HPP TREATMENT



สารให้กลิ่นรส
(พันธะโควาเลนต์)
ไม่ถูกทำลาย



การทำลายเยื่อหุ้มเซลล์
(Cell Membrane Disruption)
- รั่วไหลและตาย



การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง
ทางกายภาพ
(Structural Deformation)
- เสียรูป



การเสียสภาพของโปรตีนและเอนไซม์
(Protein & Enzyme Denaturation)
- หยุดทำงาน



การยับยั้งการจำลองตัวเอง
ของ DNA
(DNA Replication Inhibition)

Key

- Tea Drink
- Bacteria
- Mold

Flavor Compounds

- Yeast
- Listeria
- Salmonella
- Membranes
- Saccharomyces
- Aspergillus

เปรียบเทียบเทคโนโลยีการฆ่าเชื้อสำหรับชา RTD

คุณสมบัติ	ระบบความร้อน (Thermal process)	ระบบ (Non-thermal process)
รสชาติและกลิ่น	กลิ่นหอมลดลง	รสชาติเหมือนชงสดใหม่ 100%
การเก็บรักษา	ตั้งบนชั้นวางในอุณหภูมิห้องได้ 6-12 เดือน	ต้องแช่เย็นตลอดเวลา เก็บได้ 1-3 เดือน
บรรจุภัณฑ์	ขวด PET, กระป๋องอลูมิเนียม, กล่อง Tetra Pak	ขวดพลาสติกยืดหยุ่นได้
ต้นทุนการผลิต	ต่ำ เหมาะกับการผลิตแบบ mass production	สูง เหมาะกับตลาดพรีเมียม

Capturing Flavor & Freshness

เทคโนโลยีดักจับกลิ่นรสและล็อกความสด





เจาะลึกถึงการสกัด (Brewing & Extracting)

Brewing กระบวนการนำวัตถุดิบที่เป็นของแข็ง (Solid matrix) มาสัมผัสกับตัวทำละลายที่เป็นของเหลว (Solvent) ภายใต้สภาวะควบคุมที่กำหนด เช่น อุณหภูมิ (Temperature), เวลา (Contact time), อัตราส่วนผสม (Solute-to-solvent ratio) และความดัน (Pressure) เพื่อวัตถุประสงค์ในการผลิตเครื่องดื่มพร้อมบริโภค

Extraction กระบวนการที่ตัวทำละลาย (Solvent) ซึมผ่านเข้าไปในโครงสร้างของแข็งเพื่อละลายและเคลื่อนย้ายสารประกอบเคมี (Chemical compounds) หรือสารสำคัญ (Active ingredients) ออกมาจากเซลล์พืช



Principles and Process of Tea Brewing

Solid-Liquid Extraction

Extraction of soluble compounds

Polyphenols
Caffeine
Amino acids
Sugar
Volatile compounds



Factors affecting tea brewing

Water quality
Water temperature
Brewing time
Tea leaf particle size
Leaf-to-Water Ratio

Tea brewing process



ปัจจัยที่มีผลต่อการชงชา: Factors affecting tea brewing

1.คุณภาพของน้ำ (Water quality)

- ควรใช้น้ำอ่อน มีแร่ธาตุน้อย
- Mg, Ca (น้ำกระด้าง) มีผลต่อรสชาติและสี

2.อุณหภูมิของน้ำ (Water temperature)

- ชาเขียว 70-80 C
- ชาดำ 90-100 C
- ชาอู่หลง 80-95 C

3.เวลาในการชง (Brewing time)

- 2-5 นาที เวลาสั้นรสชาติเบา
- เวลานาน รสชาติขมและฝาด เนื่องจากสารกลุ่มโพลีฟีนอลและคาเฟอีน

ปัจจัยที่มีผลต่อการชงชา: Factors affecting tea brewing

4.ขนาดของใบชา (Tea leaf size)

- ใบชาขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวที่สัมผัสน้ำมาก ทำให้สกัดได้เร็ว
- ใบใหญ่ ใช้เวลาในการสกัดนาน

5.อัตราส่วนใบชา:น้ำ (Leaf-to water ratio)

- ใบชา 2 - 2.5 กรัม ต่อน้ำ 100 ml



ประเภทของการ Brewing

1. การสกัดชาแบบร้อน (Hot Brewing)

คือ วิธีการใช้น้ำร้อน ในการละลายสารสำคัญออกจากใบชาอย่างรวดเร็ว ด้วยความร้อนที่สูง โมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนและเข้าไปจับกับสารในใบชาได้ดีมาก เวลาที่ใช้ประมาณ 1–5 นาที ขึ้นอยู่กับชนิดชา

2. การสกัดชาแบบเย็น (Cold Brewing)

คือ การใช้น้ำอุณหภูมิห้องหรือน้ำเย็น ในการสกัดชา โดยปล่อยให้สารต่างๆ ละลายออกมาอย่างช้าๆ ในตู้เย็น เนื่องจากไม่มีความร้อนมาเร่งกระบวนการ เวลาที่ใช้ประมาณ 8–12 ชั่วโมง



เปรียบเทียบการสกัดร้อนและการสกัดเย็น

การสกัด	ข้อดี (Advantage)	ข้อเสีย (Disadvantage)
การสกัดร้อน (Hot Extraction / Brewing)	1. High Efficiency & Kinetic Rate: อุณหภูมิที่สูงช่วยเพิ่มพลังงานจลน์ ทำให้โมเลกุลน้ำแพร่ซึมได้เร็ว สกัดสารสำคัญออกมาได้ในเวลาอันสั้น (High Mass Transfer Rate) 2. Volatile Flavor Profile: ไอความร้อนช่วยกระตุ้นการระเหยของสารประกอบอะโรมาติก (Volatile compounds) ทำให้มีกลิ่นหอมฟุ้งกระจายเด่นชัด 3. Thermal Microbial Control: ความร้อนช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ในเบื้องต้นได้ดี	1. Thermal Degradation: สารเคมีที่ไวต่อความร้อน (Heat-sensitive compounds) เช่น วิตามินซี หรือกรดอะมิโนบางชนิด จะถูกทำลายหรือลดปริมาณลง 2. High Bitter/Astringent Extract: อุณหภูมิที่สูงจะดึงสารกลุ่มโพลีฟีนอล โมเลกุลใหญ่ (เช่น Tannins) และ Alkaloids (เช่น Caffeine) ออกมามากเกินไป จนเกิดรสขมและฝาดจัด (Over-extraction)

เปรียบเทียบการสกัดร้อนและการสกัดเย็น

การสกัด	ข้อดี (Advantage)	ข้อเสีย (Disadvantage)
การสกัดเย็น (Cold Extraction / Brewing)	1. Preservation of Heat-Sensitive Compounds: เนื่องจากไม่ใช้ความร้อน สารฟลูเคเคมิ (Phytochemicals) และกรดอะมิโน (L-Theanine) จึงคงสภาพสมบูรณ์ ไม่ถูกทำลาย 2. Selective Dissolution: สารที่ให้รสขมฝาด (Tannins/Caffeine) ละลายได้น้อยในน้ำเย็น ผลลัพธ์จึงได้สารละลายที่มีความนุ่มนวล มีความหวานกลมกล่อมทางธรรมชาติสูง	1. Low Kinetic Rate (Time Consuming): พลังงานจลน์ในระบบต่ำมาก อัตราการแพร่ของสาร (Diffusion Rate) จึงช้า จึงจำเป็นต้องใช้เวลาในการบ่ม (Steeping time) ยาวนานหลายชั่วโมงเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ 2. Lower Volatile Release: กลิ่นหอมระเหย (Aroma) จะไม่ฟุ้งกระจายในอุณหภูมิต่ำ สัมผัสกลิ่นได้เฉพาะตอนบริโภคเท่านั้น 3. Microbial Risk: สภาพที่อุณหภูมิต่ำและใช้เวลานาน หากควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์ไม่ดี อาจเสี่ยงต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ปนเปื้อน

Flavor & Freshness: การล็อคความสด ให้เหมือนดื่มสดหน้าร้าน

หัวใจคือ การควบคุม “Volatile compounds” ไม่ให้หายไป
ในระหว่างกระบวนการและป้องกันการเกิดออกซิเดชัน

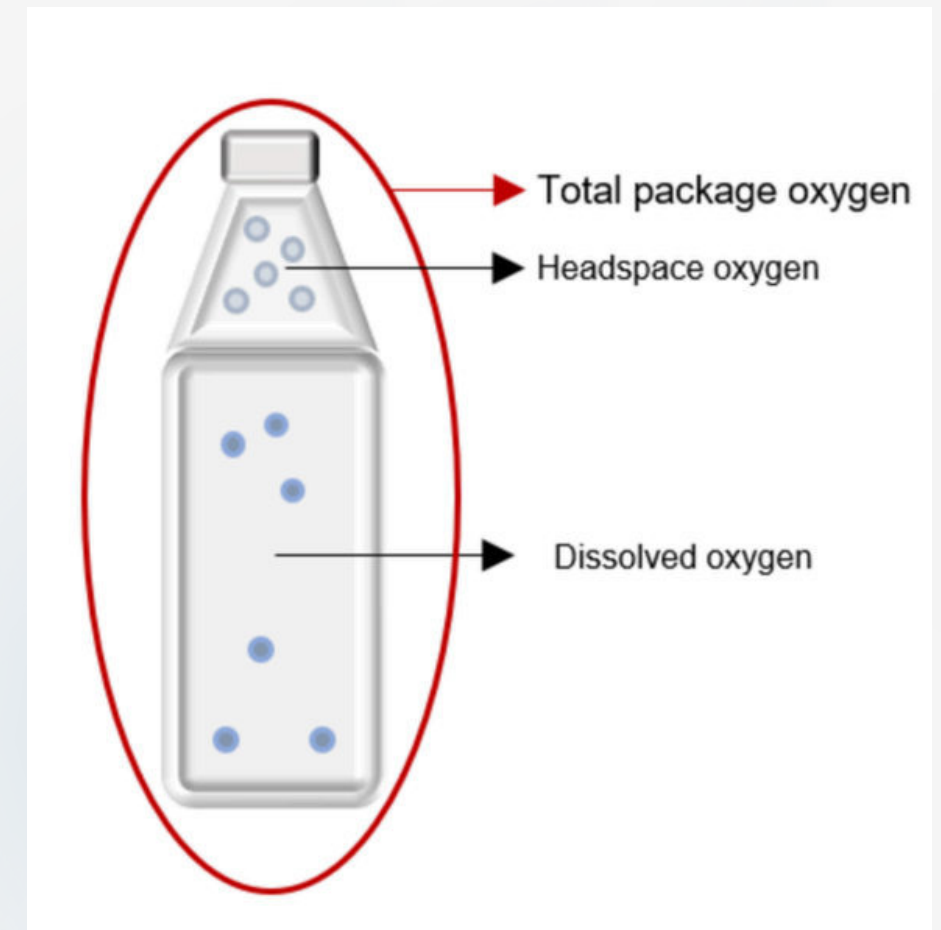
- Oxygen management
- Aroma recovery
- Barrier packaging material



Oxygen management: การจัดการออกซิเจน

การจัดการออกซิเจนในเครื่องดื่มชาและกาแฟบรรจุขวด

มีเป้าหมายหลักเพื่อ ป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ซึ่งทำให้รสชาติเปลี่ยน สีคล้ำลง และเกิดกลิ่นหืน โดยนิยมใช้ การไล่อากาศ/แทนที่ด้วยก๊าซเฉื่อย (Gas Flushing / Nitrogen Dosing) ร่วมกับการควบคุมอุณหภูมิและบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิท



Schematic of a bottle indicating headspace oxygen, dissolved oxygen and total package oxygen

Deaeration: การไล่อากาศและออกซิเจนจากน้ำชาและกาแฟ ก่อนบรรจุ

Nitrogen flushing/dropping: การเติมก๊าซออกซิเจนในช่องว่างเหนือขวด (headspace)



วิธีการกำจัดออกซิเจน

1. การไล่อากาศด้วยไนโตรเจน (Nitrogen Flushing / Dosing)

การแทนที่อากาศ: มีการพ่นก๊าซไนโตรเจน (Liquid Nitrogen หรือ Nitrogen Gas) ลงไปในขวดทันทีหลังจากเติมชาหรือกาแฟ เพื่อไล่อากาศหรือก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ในช่องว่างเหนือขวด (Headspace) ออกไป

การปกป้องรสชาติ: ไนโตรเจนเป็นก๊าซเฉื่อยที่ไม่ทำปฏิกิริยากับเครื่องดื่ม ช่วยรักษากลิ่นหอมรสชาติ และสีของชาหรือกาแฟไว้ได้นานขึ้น

2. การควบคุมออกซิเจนในน้ำ (Deaeration of Water)

การกำจัดก๊าซในน้ำ (Deaerated Water): น้ำที่ใช้ในการผลิตจะผ่านกระบวนการลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ (Dissolved Oxygen - DO) โดยการใช้ความร้อนร่วมกับระบบสุญญากาศ (Vacuum Deaeration) ก่อนนำไปสกัดชาหรือกาแฟ



การควบคุมค่า DO (Dissolved Oxygen) ในขั้นตอนการสกัดกาแฟ

- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen หรือ DO) เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้สารประกอบที่ให้กลิ่นรส (Aroma & Flavor Compounds) ในกาแฟเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะใน กาแฟสกัดเย็น (Cold Brew) ที่ไม่มีความร้อนมาช่วยไล่อากาศ
- เป้าหมายในอุตสาหกรรม: ควบคุมให้ค่า DO ในน้ำก่อนสกัดและในน้ำกาแฟหลังสกัด ต่ำกว่า 0.5 - 1.0 ppm (mg/L) (ในน้ำประปาทั่วไปจะมี DO อยู่ที่ประมาณ 7-8 ppm)
- การเตรียมน้ำ (Pre-treatment): น้ำที่ใช้สกัดจะผ่านเครื่อง Vacuum Deaerator (หอสุญญากาศ) หรือ Membrane Degasser เพื่อดึงออกซิเจนออกจากน้ำให้เหลือใกล้ศูนย์ก่อนนำไปผสมกับผงกาแฟ
- การสกัดในระบบปิด (Closed-System Extraction): ถังสกัดกาแฟจะถูกเติมก๊าซไนโตรเจนเพื่อไล่อากาศออกไปก่อน (Blanketing) และทำการสกัดภายใต้สภาวะที่มีไนโตรเจนปกคลุมตลอดเวลาเพื่อไม่ให้ผงกาแฟและน้ำสัมผัสกับออกซิเจนในอากาศเลย

ผลลัพธ์: ป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันกาแฟ (Coffee Lipids) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้กาแฟบรรจุขวดมีกลิ่นหืน (Rancid) และรสชาติเปรี้ยวแบบหม่นหมอง (Stale Acid) หลังจากเก็บไว้ระยะหนึ่ง

วิธีการกำจัดออกซิเจน

3. การควบคุมอุณหภูมิ (Thermal Management)

การบรรจุแบบร้อน (Hot Fill): เป็นการบรรจุเครื่องดื่มที่อุณหภูมิสูง (มักจะอยู่ระหว่าง 85 - 95 C ซึ่งความร้อนนี้จะช่วยลดปริมาณก๊าซที่ละลายอยู่ในของเหลว และเมื่อปิดฝาขวดทันทีขณะที่เครื่องดื่มยังร้อน จะเกิดสุญญากาศเล็กน้อยภายในขวดเมื่ออุณหภูมิลดลง ช่วยป้องกันอากาศภายนอกรั่วไหลเข้า

4. การเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ (Packaging Selection)

การใช้วัสดุกันก๊าซ: ขวดที่ใช้ต้องป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนจากภายนอกได้ดี (Low Oxygen Transmission Rate) โดยขวดพลาสติกมักจะมีการเคลือบสารพิเศษ เช่น ขวด PET เคลือบซิลิกา (Silica) หรือใช้วัสดุหลายชั้น

ฝาปิดสนิท (Tight Sealing): ระบบการปิดฝาต้องมีความแม่นยำและแน่นหนา เพื่อไม่ให้อากาศภายนอกเล็ดลอดเข้าไปในขวดได้



วิธีการทำ Hot Fill เทียบกับ Cold Fill (Aseptic)



คุณลักษณะ	การบรรจุแบบร้อน (Hot Fill)	การบรรจุแบบเย็น / ปลอดเชื้อ (Cold Fill / Aseptic)
อุณหภูมิขณะบรรจุ	85°C – 95°C	20°C – 30°C (อุณหภูมิห้อง)
กระบวนการ	ต้มเครื่องดื่มให้ร้อน บรรจุลงขวด ปิดฝาทันที แล้วคว่ำขวดเพื่อให้ความร้อนฆ่าเชื้อที่ฝา จากนั้นจึงนำไปผ่านอุโมงค์ลดอุณหภูมิ	เครื่องดื่มผ่านการฆ่าเชื้อแบบ UHT (อุณหภูมิสูงในเวลาสั้นๆ) แล้วทำให้อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็ว จากนั้นนำไปบรรจุลงขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ในห้องสะอาดปลอดเชื้อ (Cleanroom)
ผลกระทบต่อรสชาติ	ความร้อนสะสมเป็นเวลานานอาจทำให้กลิ่นหอมระเหย (Aroma) ของชาและกาแฟลดลง รสชาติเปลี่ยนไปเล็กน้อย (Cooked flavor)	รักษารสชาติและกลิ่นหอมสดใหม่ ได้ดีเยี่ยม เหมาะมากสำหรับกาแฟพรีเมียม ชาหอม หรือกาแฟสกัดเย็น

Aroma Recovery เทคโนโลยีการกักเก็บกลิ่น

การทำ Aroma Recovery (การกักเก็บและดึงกลิ่นหอมกลับคืน) เป็นหัวใจสำคัญในอุตสาหกรรม
การผลิตชาและกาแฟพร้อมดื่ม (RTD) รวมถึงผลิตภัณฑ์ประเภทสารสกัดเข้มข้น (Extracts)
และผงสำเร็จรูป (Instant Powder)

1.Aroma Stripping & Condensation:

ในขั้นตอนการต้มหรือเคี่ยวน้ำชา ไอน้ำที่ระเหยออกมาซึ่งอบอวลไปด้วยกลิ่นหอมจะถูกดัก
จับและส่งผ่านเข้าเครื่องควบแน่น (Condenser) เพื่อเปลี่ยนกลับเป็นของเหลวเข้มข้น
(Aroma Essence)

2.Restoration (การเติมกลับ):

นำสารเข้มข้นกลิ่นหอมที่ดักจับได้นี้ มาผสมกลับลงไปในน้ำชาก่อนเข้าสู่กระบวนการบรรจุใน
ระบบปิด เพื่อให้ชามีกลิ่นหอมธรรมชาติโดยไม่ต้องพึ่งพาสารแต่งกลิ่นสังเคราะห์



1. หลักการทำงานพื้นฐาน (Fundamental Principles)

ระบบ Aroma Recovery อาศัยหลักการทางกายภาพเคมี (Physicochemical properties) ของสารให้กลิ่น 3 ประการหลัก:

- **Volatility (ความระเหยง่าย):** สารให้กลิ่นในชาและกาแฟ (เช่น Aldehydes, Pyrazines, Esters, Terpenes) มีจุดเดือดต่ำกว่าน้ำและระเหยได้ง่ายมากที่อุณหภูมิสูง
- **Vapor-Liquid Equilibrium (สมดุลระหว่างไอและของเหลว):** เมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลว สารระเหยง่ายจะแพร่เข้าสู่สถานะไอในสัดส่วนที่สูงกว่าสารที่ระเหยยาก
- **Condensation & Concentration (การควบแน่นและการทำเข้มข้น):** ไอระเหยที่พาเอาสารให้กลิ่นออกมาจะถูกทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็วเพื่อเปลี่ยนสถานะกลับเป็นของเหลวเข้มข้น (Aroma Concentrate)



ขั้นตอนการทำ Aroma Recovery ในกระบวนการผลิต

1.Extraction (การสกัด)

นำใบชาหรือเมล็ดกาแฟคั่วบดมาสกัดด้วยน้ำร้อนตามอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม ได้เป็นน้ำชาหรือน้ำกาแฟดิบ (Raw Extract)



2.Aroma Stripping & Recovery (การแยกกลิ่น)

ส่งน้ำสกัดเข้าเครื่อง SCC หรือระบบ Flash Evaporation ภายใต้สุญญากาศ เพื่อแยกเอาส่วนที่เป็นสารระเหยง่าย (Aroma Essence) ออกมาเก็บไว้ในถังแช่เย็น (Chilled Storage) ป้องกันการสลายตัว



3.Concentration / Processing (การแปรรูปหลัก)

การทำเข้มข้นหรือทำแห้ง

นำของเหลวที่ถูกแยกกลิ่นออกแล้ว (Stripped Liquid) ไปผ่านเครื่อง Evaporator เพื่อระเหยน้ำออกจนได้ความเข้มข้นที่ต้องการ (Concentrate) หรือนำไปเข้ากระบวนการ Spray Drying / Freeze Drying เพื่อทำเป็นผง



4.Add-back / Standardisation (การเติมกลิ่นกลับคืน)

นำสารหอมเข้มข้น (Aroma Essence) ที่เก็บแยกไว้ในขั้นตอนที่ 2 มาผสมกลับคืนเข้ากับน้ำสกัดเข้มข้น หรือฉีดพ่นกลับเข้าสู่ผงชากาแฟก่อนบรรจุ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม撲鼻ธรรมชาติเหมือนเพิ่งชงสดใหม่



เทคโนโลยี Spinning Cone Column (SCC)

SCC เป็นระบบกลั่นลำดับส่วนแบบฟิล์มบางภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum Thin-film Fractional Distillation) ที่นิยมใช้แพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมชากาแฟระดับพรีเมียม

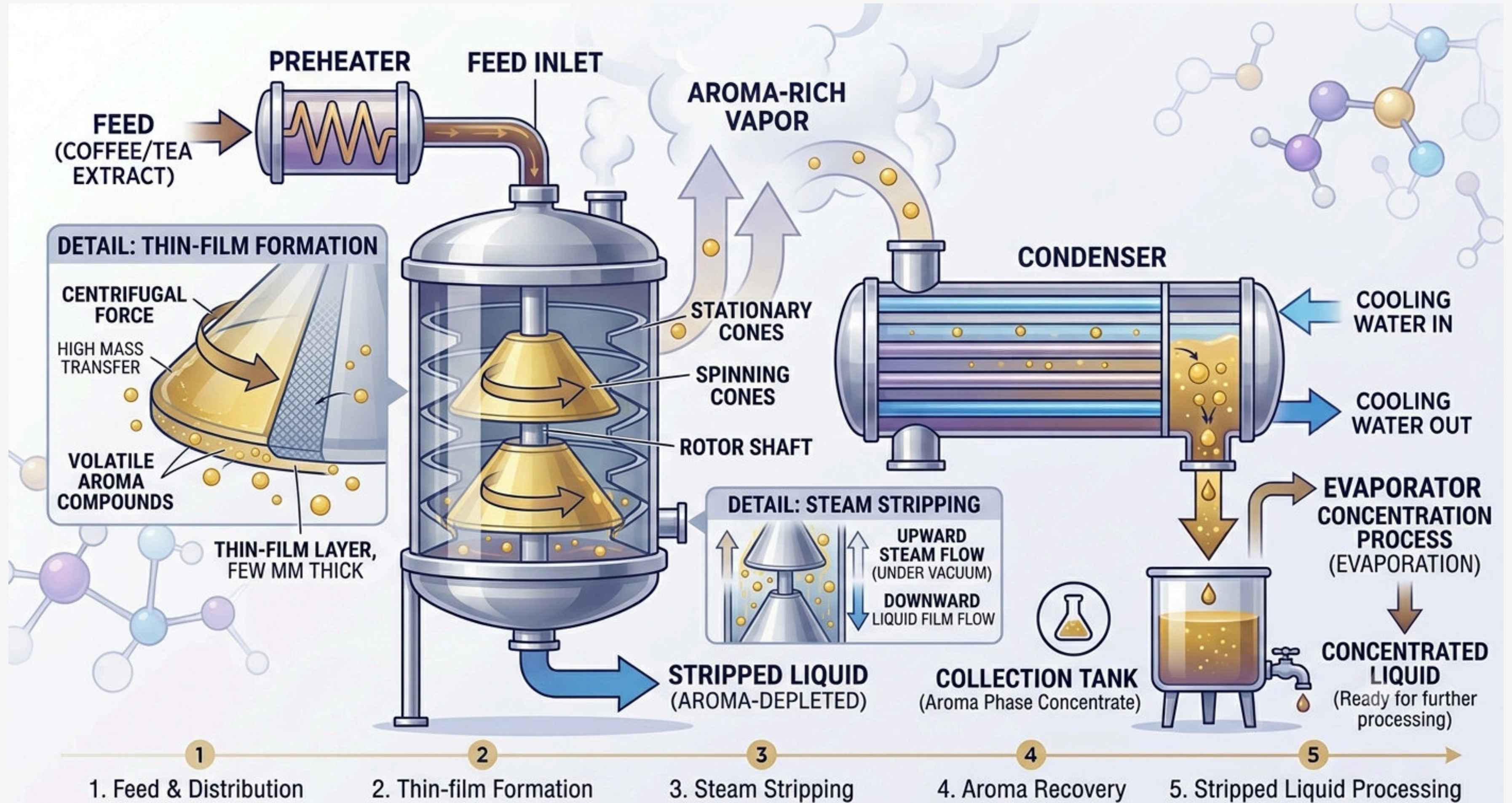
กระบวนการทำงาน: ของเหลว (น้ำชาหรือน้ำกาแฟสกัด) จะถูกป้อนเข้าทางด้านบนของหอกลั่น ภายในหอจะมีกรวยสองชุดสลับกัน คือ กรวยหมุน (Spinning Cones) ที่ติดอยู่กับแกนหมุนตรงกลาง และ กรวยคงที่ (Stationary Cones) ที่ติดอยู่กับผนังหอ

การสร้างฟิล์มบาง: แรงหนีศูนย์กลางจากกรวยหมุนจะสลัดของเหลวให้กระจายเป็นฟิล์มบางมาก ๆ (ความหนาไม่กี่มิลลิเมตร) ไหลลงด้านล่าง ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูงมหาศาล

การstrippingด้วยไอน้ำ (Steam Stripping): ไอน้ำอุณหภูมิต่ำภายใต้สุญญากาศจะถูกพ่นสวนทิศทางขึ้นมาจากด้านล่าง ไอน้ำนี้จะเข้าตึง (Strip) เอาเฉพาะสารระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสออกมาจากฟิล์มของเหลวอย่างรวดเร็วภายในเวลาไม่กี่วินาที โดยที่ตัวน้ำชา/กาแฟไม่ถูกความร้อนทำลาย (Thermal Degradation น้อยมาก)

การควบแน่น: ไอระเหยที่จับสารหอมไว้จะถูกส่งไปที่ชุดควบแน่น (Condenser) กลายเป็น Aroma Phase ที่มีความเข้มข้นสูง ส่วนน้ำชา/กาแฟที่ถูกดึงกลิ่นออกไปแล้ว (Stripped Liquid) จะถูกส่งไปเข้ากระบวนการทำความเข้มข้น (Evaporation) ต่อไป

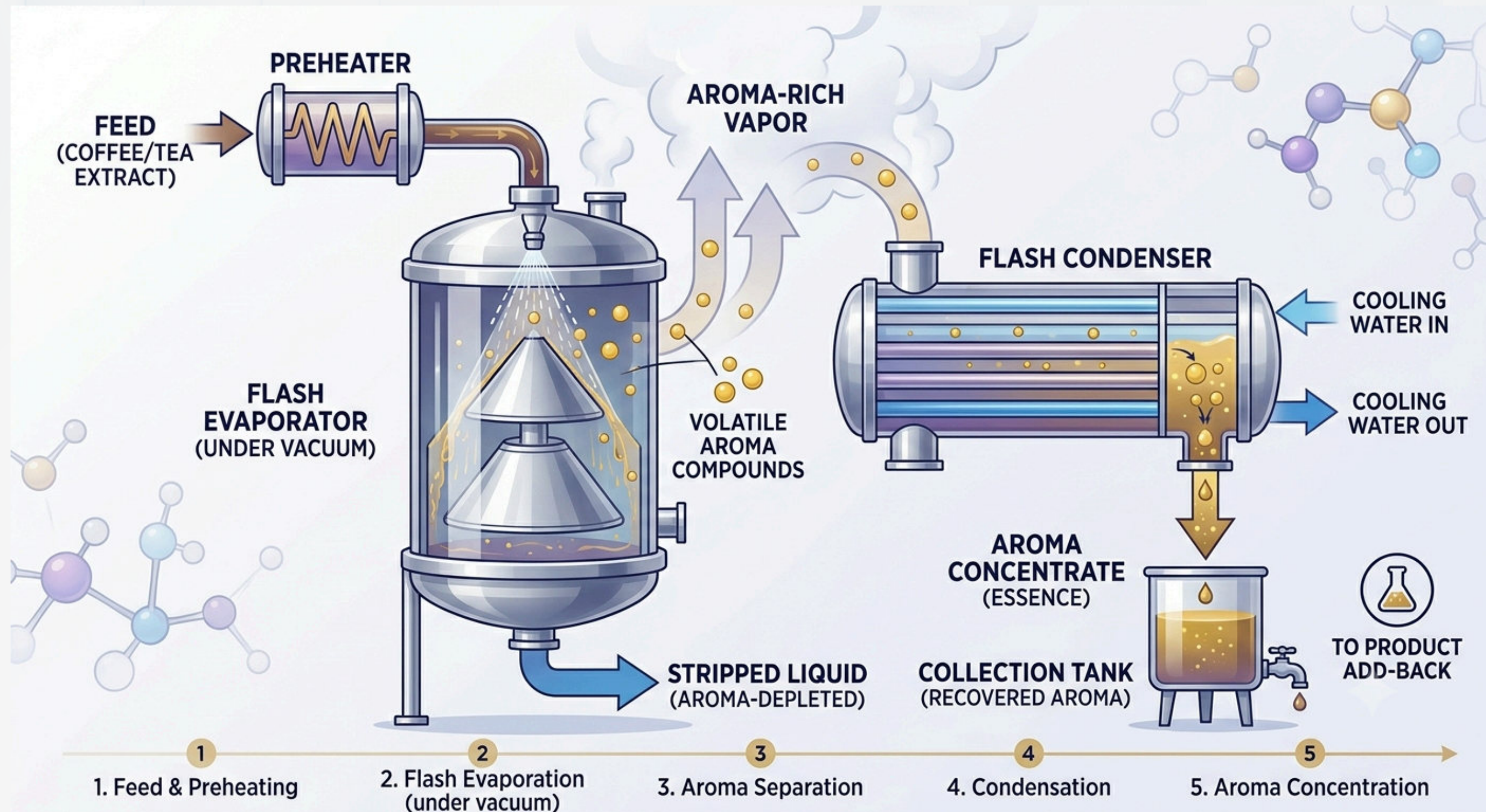




Iulua Spinning Cone Column (SCC)

เทคโนโลยี Flash Evaporation / Flash Condensation

เป็นระบบที่ใช้ร่วมกับเครื่องระเหยขึ้น (Evaporator) โดยลดความดันในระบบลงอย่างรวดเร็ว (Flash) ทำให้เกิดการเดือดที่อุณหภูมิต่ำ ให้น้ำส่วนแรกที่ระเหยออกมา (มักเป็นส่วน 10-15% แรกของปริมาตรทั้งหมด ซึ่งมีความเข้มข้นของกลิ่นสูงสุด) จะถูกแยกออกไปควบแน่นเป็นสารตั้งกลิ่นเก็บไว้ ก่อนที่น้ำส่วนที่เหลือจะถูกเคี้ยวจนเข้มข้น



ความแตกต่างเชิงเคมีระหว่าง "ชา" และ "กาแฟ" ในระบบ Recovery



ปัจจัย	เครื่องดื่มชา (Tea)	เครื่องดื่มกาแฟ (Coffee)
กลุ่มสารกลิ่นหลัก	มักเป็นกลุ่มเบา ละลายน้ำได้ดี เช่น Linalool, Geraniol, Phenylacetaldehyde (ให้กลิ่นดอกไม้ ผลไม้ เขียวสด)	มักเป็นกลุ่มซับซ้อน ได้จากการคั่ว เช่น Pyrazines, Furans, Thiazoles (ให้กลิ่นคั่ว ถั่ว คาราเมล กลิ่นรมควัน)
ความไวต่อความร้อน	ไวต่อความร้อนสูงมาก หากอุณหภูมิสูงเกินไป กลิ่นสดชื่นจะเปลี่ยนเป็นกลิ่นต้ม (Cooked flavor) ทันที	ไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) และมีองค์ประกอบของไขมันกาแฟ (Coffee Oil) ร่วมด้วย
เทคนิคการกักเก็บ	นิยมใช้สภาวะสุญญากาศสูง อุณหภูมิต่ำมาก (~40-50°C) ในการลือกกลิ่น	ต้องระวังการสูญเสียกลิ่นกลุ่ม Sulfur compounds ที่ระเหยง่ายมาก มักต้องใช้ระบบแก๊สไนโตรเจน (Nitrogen Blanketing) ช่วยปกคลุม

Barrier packaging material

การเลือกวัสดุทำขวดและฝาต้องเน้นคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ (Gas Barrier) และป้องกันแสง (Light Barrier) เป็นหลัก

1.การเลือกวัสดุขวด

- ขวด PET หลายชั้น (Multilayer PET): หากใช้ขวดพลาสติกใสทั่วไป (Mono-layer PET) ออกซิเจนจะซึมผ่านได้ง่าย จึงต้องใช้เทคโนโลยีขวดหลายชั้น โดยมีชั้นตรงกลางเป็น EVOH (Ethylene Vinyl Alcohol) หรือ Nylon (Polyamide) ซึ่งมีความสามารถบล็อกรอกซิเจนได้ดีเยี่ยม
- ขวดแก้ว (Glass Bottles): เป็นวัสดุระดับ Premium Barrier ที่สมบูรณ์แบบที่สุด เพราะก๊าซและไอน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ 100%



Barrier packaging material

2.การป้องกันแสง (Light Barrier):

- แสง (โดยเฉพาะ UV) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีในน้ำชา
- หากใช้ขวดพลาสติกหรือแก้ว ควรเลือก สีชา (Amber) หรือ สีเขียว เพื่อกรองแสง
- หากจำเป็นต้องใช้ขวดใส ต้องออกแบบขวดให้เป็น ขวดฟิล์มหดเต็มขวด (Full-body Shrink Sleeve) ที่มีคุณสมบัติป้องกันรังสี UV เพื่อปกป้องน้ำชาด้านใน

3.ฝาปิด (Closure):

- ต้องเป็นฝาพลาสติกหรือฝาโลหะที่มีชั้น Liner หยาและแน่นหนา ป้องกันการซึมผ่านของอากาศตรงบริเวณเกลียวคอขวด



Zero-Waste Processing: จากไลน์ผลิต สู่एकाชา-กาแฟมูลค่าสูง

1. การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและมูลค่าสูง (Food & High-Value Applications)

- แหล่งสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive Compounds) สารต้านอนุมูลอิสระ กลุ่มโพลีฟีนอล (Polyphenols) คาเฟอีน และกรดคลอโรจีนิค (Chlorogenic Acid) หลงเหลืออยู่ สามารถนำมาสกัดเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Supplements) หรือเครื่องสำอางลดริ้วรอยและกระชับผิว
- ส่วนผสมอาหารสัตว์โปรตีนสูง (Animal Feed): นำกากชาหรือกากกาแฟไปผ่านกระบวนการหมักหรือตากแห้ง เพื่อผสมในอาหารสัตว์ (เช่น โคเนื้อ หรือไก่) ช่วยเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระในระบบทางเดินอาหารของสัตว์

2. อุตสาหกรรมวัสดุศาสตร์และบรรจุภัณฑ์รักษ์โลก (Materials & Packaging)

- บรรจุภัณฑ์ชีวภาพ (Bioplastics & Eco-Packaging): นำกากกาแฟหรือกากชามาบดละเอียดผสมกับพอลิเมอร์ชีวภาพ (เช่น PLA) เพื่อขึ้นรูปเป็นแก้วกาแฟรักษ์โลก ถาดหลุมใส่อาหาร หรือจานชามย่อยสลายได้ ซึ่งช่วยเพิ่มความแข็งแรงและให้กลิ่นหอมธรรมชาติ
- วัสดุดูดซับกลิ่นและสารพิษ (Bio-Sorbents): กากกาแฟที่มีรูพรุนสูงเมื่อนำไปผ่านกระบวนการกระตุ้นด้วยความร้อน (Activated Carbon) จะกลายเป็นสารดูดซับกลิ่นในตู้เย็น หรือนำไปใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานเพื่อดูดซับโลหะหนักได้

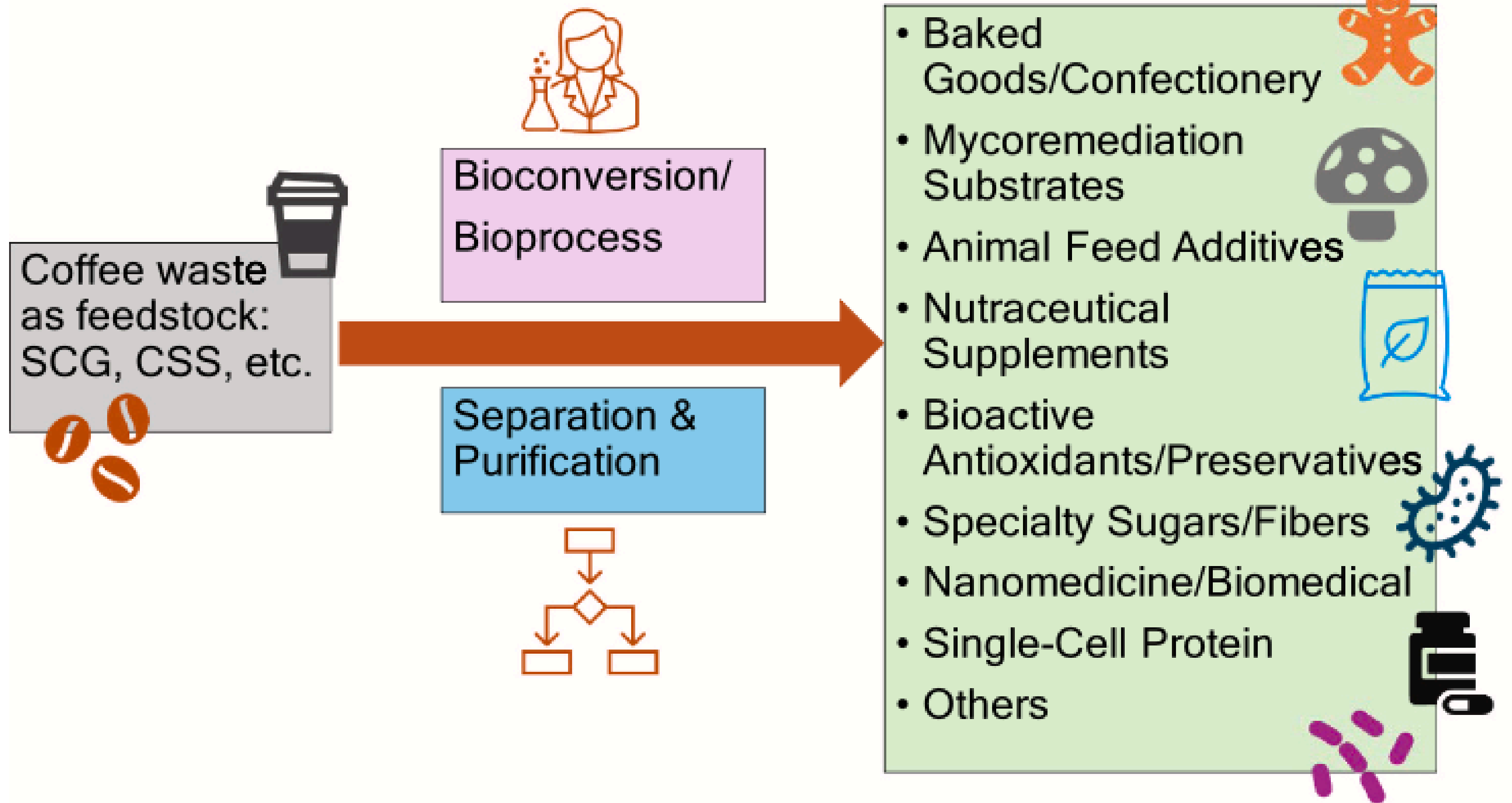
Zero-Waste Processing: จากไลน์ผลิต สู่एकाชา-กาแฟมูลค่าสูง

3. พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy)

- เชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass Pellets)
- การผลิตก๊าซชีวภาพ (Biogas)

4. เกษตรกรรมยั่งยืน (Sustainable Agriculture)

- ปุ๋ยหมักอินทรีย์คุณภาพสูง (Organic Compost): กาแฟกาแฟอุดมไปด้วยไนโตรเจน (Nitrogen) ส่วนกากชาที่มีโพแทสเซียมและฟอสฟอรัส เมื่อนำมาหมักรวมกับเศษใบไม้จะช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน เพิ่มการอุ้มน้ำ และกระตุ้นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดิน



Food, nutrition and health application of coffee waste

การประยุกต์ใช้ในอาหาร

Spent coffee grounds (SCG) มีความแปรผันขององค์ประกอบทางเคมีสูงมาก (สารกลุ่ม Polysaccharides 30-50%, Lipids 10-20%, และ Polyphenols) ซึ่งขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (Arabica มี Lipid สูงกว่า Robusta)

Functional & Therapeutics Properties

- กรดคลอโรเจนิค (Chlorogenic acids)
- คาเฟอีน (Caffeine)
- เมลาโนอิดิน (Melanoidins)

ประโยชน์ต่อสุขภาพ

- ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)
- ต้านการอักเสบ (Anti-inflammatory)
- ต้านการเจริญของจุลินทรีย์ (Antimicrobial)
- ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด
- ต้านโรคอ้วน (Anti-obesity)



Food, nutrition and health application of coffee waste

Innovative Food Formulations

1. Direct Ingredient Incorporation

การประยุกต์ใช้โดยตรงในผลิตภัณฑ์กลุ่มเบเกอรี่ เช่น คูกี้ บิสกิต และโคนไอศกรีม โดย SCG จะเข้าไปทำหน้าที่เป็นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber) ช่วยลดอัตราการย่อยแป้ง (Low Starch Digestibility) ทำให้อาหารมีค่าดัชนีน้ำตาล (GI) ต่ำลง

2. Prebiotic Oligosaccharides

การใช้เอนไซม์จำเพาะ (เช่น Mannanase) ย่อยสลายโครงสร้าง Hemicellulose ใน SCG เพื่อผลิต Mannooligosaccharides (MOS) ซึ่งเป็นพรีไบโอติกคุณภาพสูงที่มีคุณสมบัติกระตุ้นการเจริญเติบโตของโพรไบโอติกในลำไส้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. Bioactive Peptides via Enzymatic Hydrolysis

การสกัดโปรตีนที่เหลืออยู่ใน SCG (โดยเฉพาะโปรตีนกลุ่ม 11S globulin) มาผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์โปรตีเอส เพื่อให้ได้สายเปปไทด์ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive peptides) ซึ่งมีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase (ช่วยชะลอการดูดซึมน้ำตาล) และยับยั้งเอนไซม์ ACE (Angiotensin-I Converting Enzyme) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการลดความดันโลหิตสูง

Food, nutrition and health application of coffee waste



BIOECONOMY: TRANSFORMING TEA WASTE INTO HIGH-VALUE PREBIOTICS (CELLO-OLIGOSACCHARIDES)



CONCEPT: TEA WASTE AS A BIOMASS RESOURCE
(Rich in Cellulose, Hemicellulose, Lignin)

RAW MATERIAL: TEA WASTE (BTW)

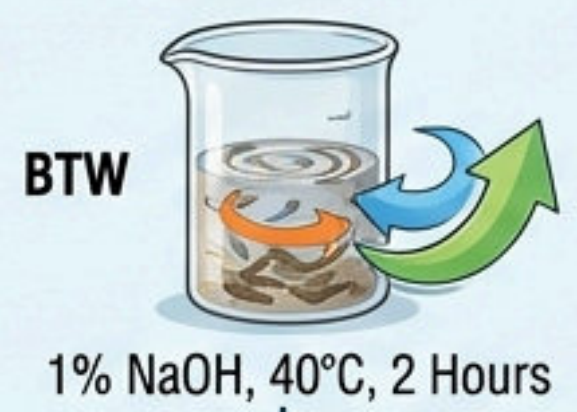


High Mountain Oolong (HMOTL) Red Oolong (ROTL)



PROCESS

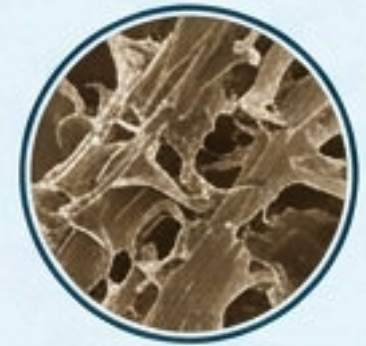
1 ALKALINE PRETREATMENT



1% NaOH, 40°C, 2 Hours



Untreated Waste



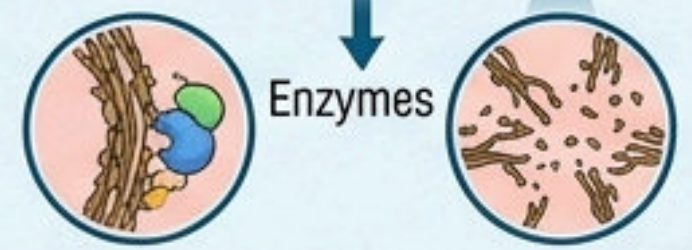
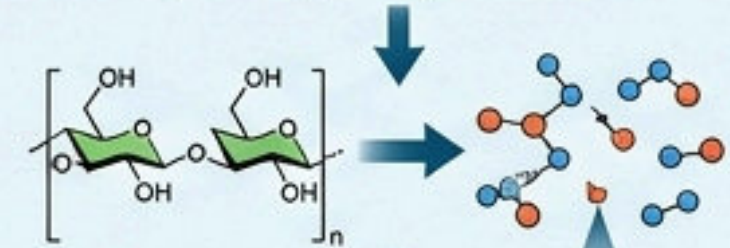
Alkaline Pretreatment

- Destroys Lignin Structure
- Pore Formation on Surface
- Increases Surface Area for Enzymes

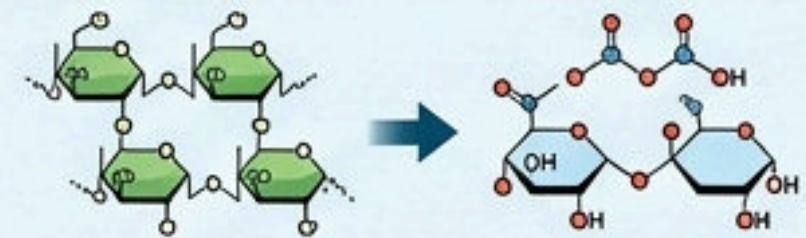
2 ENZYMATIC HYDROLYSIS



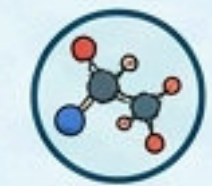
Cellulase : Hemicellulase (4:1 Ratio)
: Hemicellulase
pH 4.5, 50°C, 3 Hours



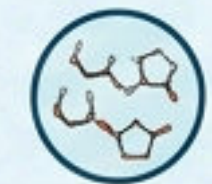
RESULTS (HYDROLYSIS PRODUCTS)



Carbohydrates: Small Sugars & Short-chain Oligosaccharides

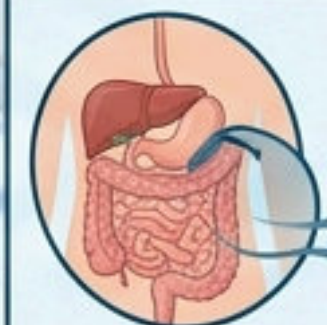


FOUND SUGARS:
Xylo-triose, Maltose, Glucose



POTENTIAL PREBIOTICS (CELLO-OLIGOSACCHARIDES):
Cello-tetraose (from HMOTL),
Cello-pentose (from ROTL)

GOAL: HUMAN HEALTH BENEFITS



CELLO-OLIGOSACCHARIDES (OS)



Prebiotics:
Boost Gut Microbe Activity



Improve Human Health

.Reference: Yun-Ting L., Ping-Hsiu H., Jin-Yi W. and Wen-Chang C. 2026. Valorization of brewed tea waste into functional cello-oligosaccharides via alkaline pretreatment and enzymatic-high-pressure processing. Food Research International 237 (2026) 119357

บทสรุป

- 1.Better-for-Me (insuredสุขภาพ):** การส่งมอบ "สารอาหารธรรมชาติ" ตอบโจทย์ผู้บริโภคที่มองหาเครื่องดื่มฟังก์ชันนัล และต้องปลอดภัย
- 2.Experiential Premium (insuredเสพประสบการณ์):** เทคโนโลยี Aroma Recovery ที่ช่วยทำให้กลิ่นรสในเครื่องดื่มเหมือนชงสดหน้าร้าน
- 3.Better-for-Planet (insuredยั่งยืน):** การเปลี่ยนผ่านสู่ Zero-Waste ไม่ใช่ทางเลือกเพื่อสิ่งแวดล้อมอีกต่อไป แต่เป็นกลยุทธ์ทางธุรกิจเพื่อรองรับมาตรฐานความยั่งยืนระดับสากล และชนะใจผู้บริโภคยุค Eco-Conscious

"เครื่องดื่มที่ดีในอนาคต ต้องไม่ได้มีดีแค่รสชาติที่ยอดเยียมข้างใน แต่ต้องมีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อโลกตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำอย่างแท้จริง"



References



- 1) Allegra World Coffee Portal. (2019). The 5th Wave: The Future of the Global Coffee Industry. London: Allegra Strategies.
- 2) Donlao N., Chhoryi S., Jaspreet S., Lovedeep K., Jinhu L., Suphat P., Yardfon T., Utthapon I., Chanthima P., Wirongrong T. and Saranchanok W. 2026. Comparative evaluation of high-pressure processing and conventional pasteurization in cold brew green tea: In vitro digestibility, bioavailability, and nutrient stability. Food Chemistry X33 (2026) 103473.
- 3) Finlay, J. (2022). What are Coffee Waves? Finlays Global Beverage Insights.
- 4) Joanna O., Kamil K. Edyta K and Dorota Z. 2025. Optimizing brewing conditions for low-temperature green tea infusions: Insights into functional and nutritional properties. Food Chemistry 474 (2025) 143241.
- 5) Mehmet M. (2025). Coffee waste valorization: A comprehensive review of recent advancements and future directions for a circular bioeconomy. Food Chemistry 497 (147004)
- 6) Rothgeb, T. (2002). "Norway and Coffee." The Flamekeeper (The Official Newsletter of the Roasters Guild), Spring Issue, 2002.
- 7) Shuang L., Daniel G., Chun Z., Ying G., Yan Z., Liang Z., Jun-Feng Y., Weibiao Z and Yong-Quan X. 2021. Processing technologies for manufacturing tea beverages: From traditional to advanced hybrid processes. Trend in Food Science & Technology 118: 431-446.
- 8) Yong-Quan X., Chun Zou., Ying G. Jian-Xin C., Fang W., Gen-Sheng C. and Jun-Feng Y. 2017. Effect of the type of brewing water on the chemical composition, sensory quality and antioxidant capacity of Chinese teas. Food Chemistry 236 (2017) 142-151.
- 9) Yun-Ting L., Ping-Hsiu H., Jin-Yi W. and Wen-Chang C. 2026. Valorization of brewed tea waste into functional cello-oligosaccharides via alkaline pretreatment and enzymatic-high-pressure processing. Food Research International 237 (2026) 119357
- 10) Yutong Y., Lingfei J. and Yiyang Y. 2026. Effects of different types of water on the sensory and physicochemical properties of cold - brewed green tea. Food Chemistry x 37 (2026) 104090





สถาบันชาและกาแฟ
Tea and Coffee Institute

Tea and Coffee Institute, Mae Fah Luang University
Floor 3 ,333 Moo 1 Tasud Sub District,
Muang District, Chiang Rai 57100

Tel. +66(0)-5391-6253

e-mail: teacoffee@mfu.ac.th

<http://teacoffee.mfu.ac.th>