

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 องุ่น (*Vitis vinifera* L.)

องุ่นเป็นพืชชนิดที่มีการกระจายพันธุ์มากที่สุดชนิดหนึ่ง ซึ่งในแต่ละพันธุ์ย่อมมีลักษณะปลีกย่อยแตกต่างกันออกไป ทั้งในลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะทางเกษตรกรรม แต่โดยส่วนรวมองุ่นมีส่วนประกอบต่าง ๆ ของลำต้นที่คล้ายคลึงกัน ตามหลักวิชาพฤกษศาสตร์ องุ่นจัดอยู่ในวงศ์ (family) *Vitaceae* สกุล (genus) *Vitis* ซึ่งมีชนิด (species) อยู่มากมาย ทั้งชนิดที่ปลูกเพื่อใช้ผลรับประทานและชนิดที่เป็นไม้ป่า ซึ่งมีรสเปรี้ยว ฝาดจัด เนื้อผลน้อย ไม่เหมาะสำหรับใช้รับประทาน แต่ใช้ประโยชน์ในแง่อื่น เช่น ใช้เป็นต้นตอ (stock) ทั้งนี้องุ่นชนิดที่ปลูกเพื่อใช้ผลรับประทาน ซึ่งปลูกกันมากที่สุด ได้แก่ *Vitis vinifera* ซึ่งให้ผลดก คุณภาพของผลสูง รสดี ซ่อใหญ่ ผลมีสีและรูปร่างต่าง ๆ กันออกไป (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2542)

องุ่นแดงสายพันธุ์แบลคควีน (Black queen) ดังภาพ 2.1 เป็นองุ่นทานผลสดมีเมล็ด ทรงผลยาวรีขนาดใหญ่ สีม่วงแดง ผิวดำ ผิวบาง แดงง่ายเมื่อโดนฝน มีพวงช่อขนาดใหญ่ (นันทกร, 2546) โดยองุ่นแดงชนิดนี้เป็นอีกหนึ่งพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งเรียกกันว่า "ป๊อคดำ" โดยเป็นสายพันธุ์ที่แยกมาจากพันธุ์แบลคควีน อันเป็นพันธุ์ผสมระหว่างโกลเด้นควีน (Golden queen) และมูสกาทเบลลี่ (Muscat bailey) โดยปัจจุบัน ป๊อคดำ มีอัตราการปลูกร้อยละ 8 และมีชื่อในภาษาญี่ปุ่นว่า ปิโอะเน่ และเป็นที่ยอมรับกันว่า เหมาะสำหรับทำไวน์แดงที่ให้รสชาติดี (ปณิญา, 2550)

โดยองุ่นเป็นหนึ่งในผลไม้ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุด มีผลผลิตทั่วโลกรวม 60 ล้านตัน และส่วนใหญ่ปลูกเพื่อการผลิตไวน์ ซึ่งจากองุ่นที่ได้จากกระบวนการผลิตไวน์นั้นประกอบด้วยเมล็ดและเปลือกองุ่น เป็นสำคัญ สามารถคิดเป็นน้ำหนักได้ประมาณร้อยละ 13 ขององุ่นที่ใช้ในกระบวนการผลิตไวน์ (Ruberto *et al.*, 2008) ทั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในกากองุ่น คือ สารประกอบฟีนอล สารให้กลิ่น และสารตั้งต้นต่าง ๆ จะกระจายตัวอยู่ที่ส่วนต่าง ๆ ขององุ่น (Pinelo *et al.*, 2006)



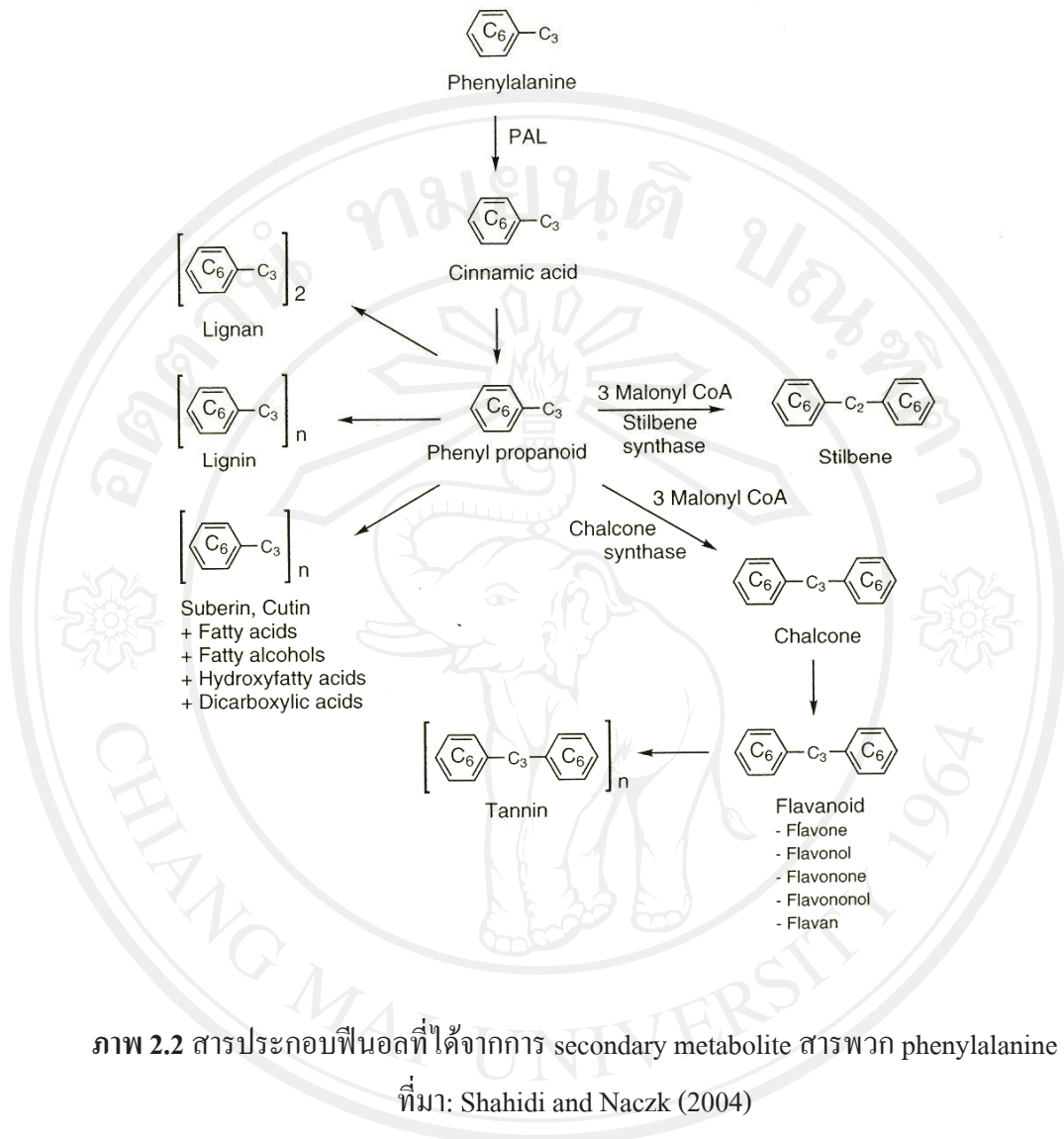
ภาพ 2.1 องุ่นพันธุ์แบลคควีน

ที่มา: นันทกร (2546)

2.2 สารประกอบฟีนอล

สารประกอบฟีนอล (phenolic compounds) เป็นสารที่พบได้ในพืชทั่วไปมีคุณสมบัติเป็นสารอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็น Aromatic ring ที่มีจำนวน Hydroxyl substituents อย่างน้อย 1 กลุ่มหรือมากกว่านั้น สามารถละลายได้ในน้ำ ในพืชมักพบอยู่ร่วมกับโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (glycosides) และพบได้ในส่วนของช่องว่างภายในเซลล์ สารประกอบกลุ่มนี้ที่พบในธรรมชาติ มีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีต่างกัน เท่าที่ศึกษาพบแล้วขณะนี้มากกว่า 8,000 ชนิด กลุ่มใหญ่ที่สุดที่พบจะเป็นกลุ่ม สารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoids) นอกจากนี้ยังมีสารประกอบต่างๆ ดังนี้ คือ simple monocyclic phenols, phenyl propanoids, phenolic quinines และ polyphenolic ซึ่งได้แก่พวก lignins, melanins และ tannin รวมทั้งยังมีสารประกอบที่มีกลุ่มฟีนอล (phenolic units) รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีน (protein) อัลคาลอยด์ (alkaloids) และเทอร์ปีนอยด์ (terpinoids) เป็นต้น (Shahidi and Naczki, 2004; Webb, 2006)

สารประกอบฟีนอลที่พบในพืชและผลไม้ ได้จากการ secondary metabolite ของสารพวก phenylalanine (ภาพ 2.2) ที่พบได้เล็กน้อยในพืช ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟีนอล ที่เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ aromatic ring โดยมีพันธะต่อกับหมู่ไฮดรอกซิลตั้งแต่หนึ่งหมู่หรือมากกว่า รวมกับหมู่อ่อนๆอื่น ๆ (Shahidi and Naczki, 2004)



ภาพ 2.2 สารประกอบฟีนอลที่ได้จากการ secondary metabolite สารพวก phenylalanine
ที่มา: Shahidi and Naczk (2004)

Shahidi and Naczk (2004) ได้รายงาน ปริมาณสารประกอบฟีนอลที่พบในองุ่นแดง แบ่งเป็น ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด อยู่ระหว่าง 131.9 – 361.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณ ฟลาโวนอล อยู่ระหว่าง 12.8 – 61.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแอนโทไซยานิน อยู่ระหว่าง 69.5 – 150.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งสำหรับกากองุ่นที่ประกอบด้วยเปลือก เมล็ด และก้านจะ ประกอบด้วยสารสำคัญจำพวก ฟลาโวนอยด์ โดยมีกลุ่มโพรแอนโทไซยานินเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้ จะพบโพรไซยานิดินในเมล็ดองุ่น อยู่ระหว่าง 33,200 – 50,700 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ สารจำพวกสติลบิน ซึ่งพบในเปลือกองุ่น โดยมี เรสเวอราทรอล เป็นตัวหลักสำคัญจะพบ อยู่ระหว่าง 28.0 – 39.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักสด

Antolovich *et al.* (2000) ได้ทำการจำแนกกลุ่มสารประกอบฟีนอลตามโครงสร้างหลัก และจำนวนคาร์บอน พร้อมแสดงตัวอย่างผลไม้ที่พบสารประกอบนั้น ๆ แสดงดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 สารประกอบฟีนอลตามโครงสร้างหลักพร้อมแสดงตัวอย่างผลไม้ที่พบ

Basic skeleton	Class	Common fruit source	Examples
C ₆	Simple phenols		Catechol, hydroquinone, resorcinol
	Benzoquinones		
C ₆ -C ₁	Phenolic acids	Widely distributed	<i>p</i> -Hydroxybenzoic acid, salicylic acid
C ₆ -C ₂	Phenylacetic acids		<i>p</i> -Hydroxyphenylacetic acid
C ₆ -C ₃	Cinnamic acids	Widely distributed	Caffeic acid, ferulic acid
	Phenylpropenes		Eugenol, myristicin
	Coumarins	Citrus	Umbelliferone, aesculetin, scopolin
	Chromones		Eugenin
C ₆ -C ₄	Naphthoquinones	Walnut	Juglone
C ₆ -C ₁ -C ₆	Xanthones	Mango	Mangostin, mangiferin
C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbenes	Grape	Resveratrol
	Anthraquinones		Emodin
C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoids		
	Flavones	Citrus	Sinensetin, nobiletin, tangeretin, isosinensetin, various polymethoxylated flavones
	Flavonols	Apple	Quercetin, kaempferol
		Pear	Quercetin, kaempferol
	Flavonol glycosides	Widely distributed	Rutin
	Flavanonols	Grape	Dihydroquercetin and dihydrokaempferol glycosides
	Flavanones	Usually found in citrus	Hesperitin, naringenin
		Tomato	Naringenin
	Flavanone glycosides	Citrus	Hesperidin, neohesperidin, narirutin, naringin, eriocitrin
		Strawberry	Naringin

ที่มา : Antolovich *et al.* (2000)

ตาราง 2.1 (ต่อ)

Basic skeleton	Class	Common fruit source	Examples	
$C_6-C_3-C_6$	Flavonoids			
		Anthocyanins	Apple	Cyanidin glycosides including acylated derivatives
			Sweet orange	Glycosides of pelargonidin, peonidin, delphinidin, petunidin
			Grape	Glycosides of cyanidin, peonidin, delphinidin, petunidin, malvidin including acylated forms
			Pear	Cyanidin glycosides
			Cherry	Cyanidin 3-glucoside and 3-rutinoside
			Peach	Cyanidin glycosides
			Plum	Glycosides of cyanidin, peonidin
			Sweet cherry	Cyanidin glycosides
		Flavanols (catechins)	Apple	(+)-Catechin, (-)-epicatechin
			Grape	(+)-Catechin, (-)-epicatechin, (+)-gallocatechin, (-)-epigallocatechin
			Pear	(+)-Catechin, (-)-epicatechin
			Peach	(+)-Catechin, (-)-epicatechin
		Chalcones	Apple	Phloretin derivatives, notably phloridzin
		Pear	Arbutin, phloretin glucoside	
		Tomato	Chalconaringenin	
$(C_6-C_3)_2$	Lignins		Pinoresinol	
$(C_6-C_3-C_6)_2$	Biflavonoids		Agathisflavone	

ที่มา : Antolovich *et al.* (2000)

กล่าวคือในองุ่นจะพบสารสำคัญหลัก ๆ อยู่ในกลุ่มสารประกอบสติลเบนอยด์ (stilbenoid) ประกอบด้วยวงอะโรมาติก 2 วง เชื่อมต่อผ่านด้วยคาร์บอนอะตอม 2 ตัว เป็น $C_6-C_3-C_6$ เช่น resveratrol, lunularin, orchinol, isobatatasin เป็นต้น (ตรีเพชร, 2552) และกลุ่มสารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid) โดยมีจำนวนอะตอมคาร์บอน 15 ตัว โครงสร้างพื้นฐานเป็น $C_6-C_3-C_6$ ซึ่งแบ่งได้เป็นในกลุ่มย่อยดังนี้ (สรศักดิ์, 2531; ตรีเพชร, 2552)

กลุ่มฟลาโวนอล (flavonol) เช่น kaempferol, quercetin เป็นต้น และ myricetin จะพบ
น้อยและ galangin พบได้น้อยมาก ทั้งนี้ตำแหน่งการเกาะของน้ำตาลที่ต่างไปเกิดเป็น ไกลโคไซด์
ฟลาโวนอยด์ ตัวอย่างเช่น astragalol rutin gossypitrin และ myricitrin เป็นต้น

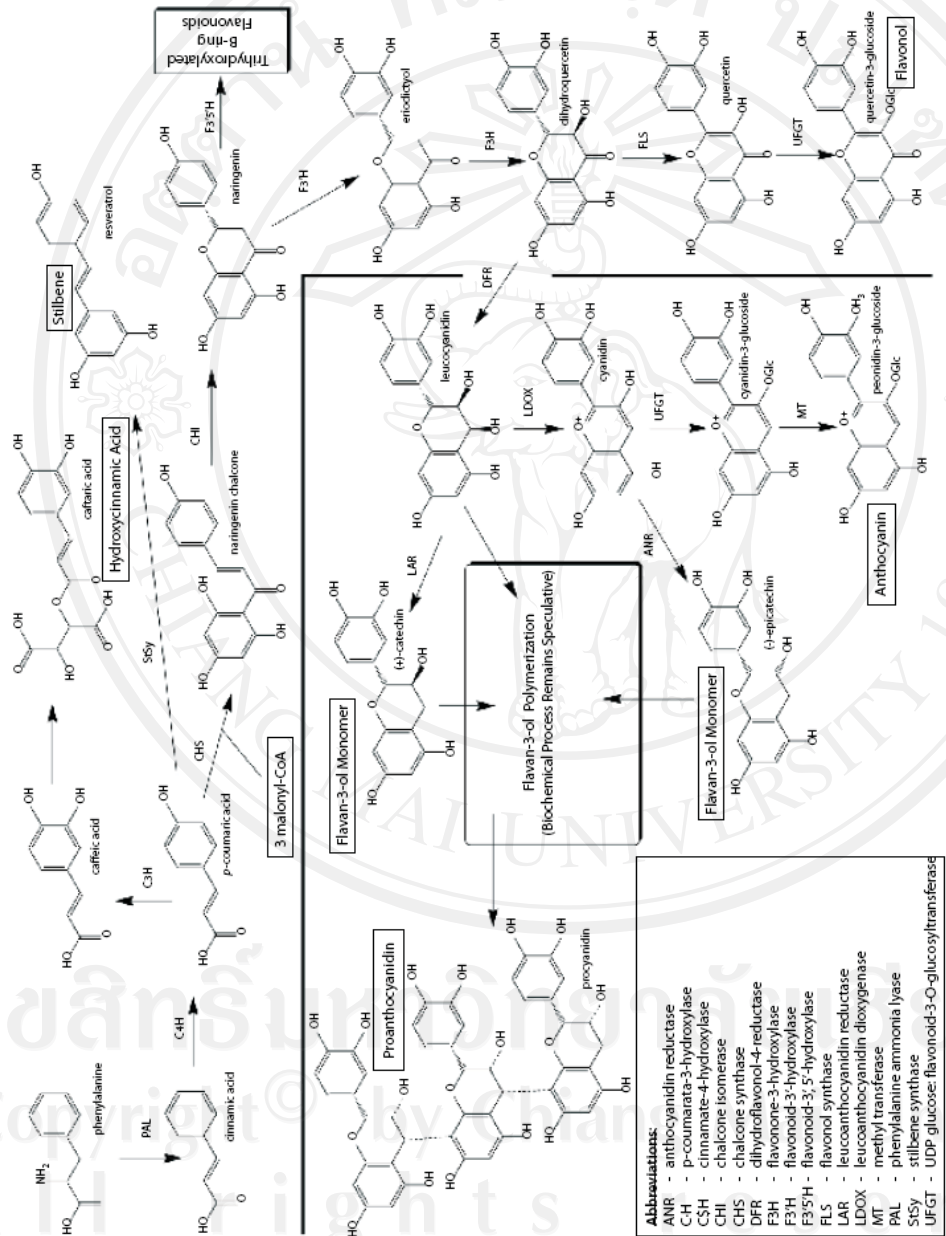
กลุ่มฟลาวาโนน (flavanone) เช่น naringenin, hesperetin เป็นต้น สามารถเกิดปฏิกิริยา
เปลี่ยนไปเป็นสารประกอบ flavones และเปลี่ยนต่อไปเป็น flavonols จนเป็นสารประกอบ
anthocyanidins

กลุ่มฟลาวานอล (flavanol) เช่น afzelechin, (+)-catechin เป็นต้น

กลุ่มฟลาเวนไดโอด (flavandiol) เช่น leucopelargonidin, leucocyanidin เป็นต้น
จัดเป็นหนึ่งในกลุ่มที่เรียกว่า proanthocyanidins คือเมื่อต้มกับกรดจะให้พวก anthocyanidins โดยมี
โครงสร้างเป็นสารประกอบ flavan 3,4-diols เป็นหลัก และค่อนข้างอยู่ในรูปไกลโคไซด์น้อยมาก
สิ่งที่น่าสนใจคือเป็น precursor ของสารประกอบ tannins ชนิด condensed tannins

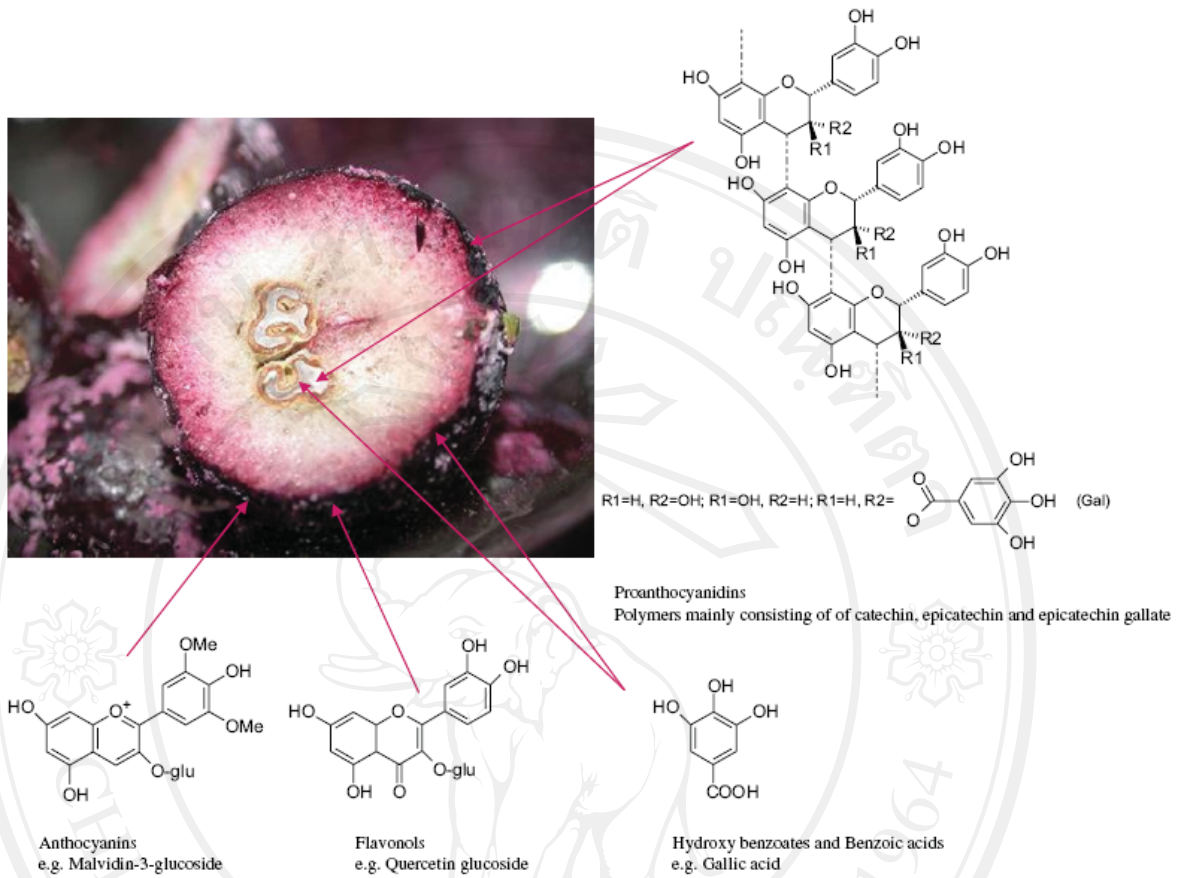
กลุ่มแอนโทไซยานิดิน (anthocyanidin) เช่น pelargonidin cyanidin peonidin
delphinidin petunidin และ malvidin ทั้งนี้เมื่อสารประกอบ anthocyanidins อยู่ในสภาพ
ไกลโคไซด์เป็นส่วนใหญ่เรียกว่า anthocyanins

ทั้งนี้ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณสารสำคัญที่พบในองุ่น คือ สายพันธุ์ ตำแหน่งและ
สถานที่เพาะปลูก รวมถึงสภาพอากาศ โดยพบว่าปริมาณ เรสเวอราทรอล จะพบในองุ่นที่ปลูกใน
พื้นที่หนาวและชื้น มากกว่าองุ่นที่ปลูกในเขตอบอุ่น (Lachman *et al.*, 2009) นอกจากนี้ยังต้อง
คำนึงถึงปัจจัยด้านขนาดของผลองุ่น และระดับการสุกขององุ่นอีกด้วย (Montealege *et al.*, 2006)
โดย Kennedy (2008) ได้อธิบายกลไกการสังเคราะห์กลุ่มสารสำคัญที่พบเฉพาะในองุ่น แสดงดัง
ภาพ 2.3 สรุปได้ว่าการสังเคราะห์สารสำคัญนั้นวิถีการสังเคราะห์และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องที่
แตกต่างกันจะให้สารสำคัญที่แตกต่างกันในแต่ละขั้นตอนการสังเคราะห์ ทั้งนี้ตามส่วนต่าง ๆ ขององุ่น
แดงจะมีสารประกอบฟีนอลที่สำคัญดังแสดงในภาพ 2.4 สามารถสรุปได้ว่าในส่วนของเปลือกองุ่น
จะพบสารกลุ่มแอนโทไซยานิน โพรแอนโทไซยานิน และสารให้กลิ่นรส ส่วนของเนื้อองุ่น จะพบ
น้ำ น้ำตาล กรดอินทรีย์ และสารให้กลิ่นรส ในส่วนเมล็ดจะพบสารสำคัญกลุ่มโพรแอนโทไซยา-
นิน



ภาพ 2.3 วิถีการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลในองุ่น

ที่มา : ตัดแปลงจาก Kennedy (2008)



ภาพ 2.4 ภาพตัดขวางขององุ่นแดงและสารสำคัญที่พบในแต่ละส่วน

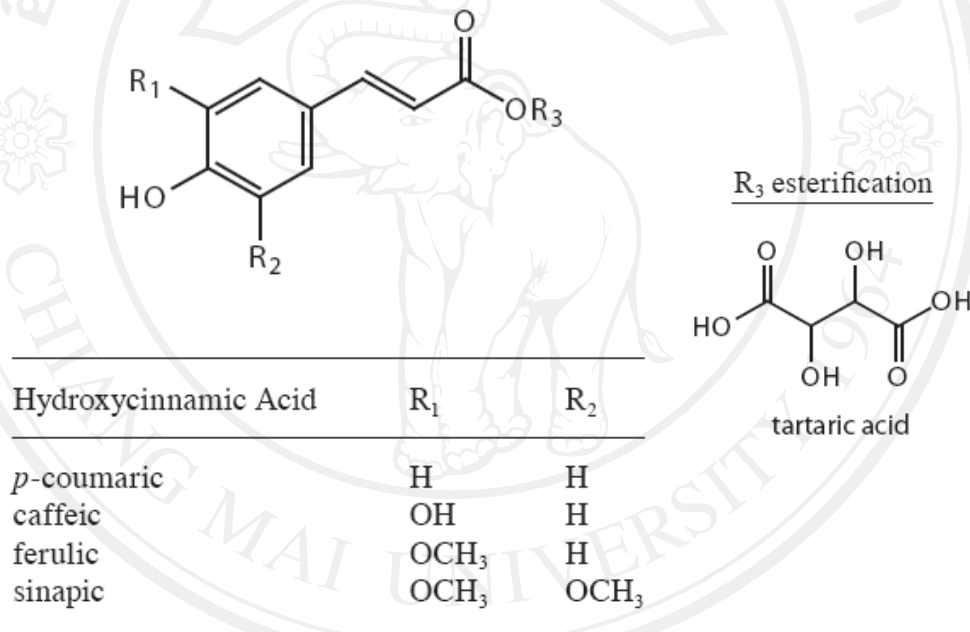
ที่มา: Pinelo *et al.* (2006)

2.3 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามแหล่งที่มา ได้แก่ สารต้านอนุมูลอิสระแบบสังเคราะห์ และสารต้านอนุมูลอิสระแบบธรรมชาติ ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่พบในผักและผลไม้ต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มของวิตามินอี สารประกอบฟลาโวนอยด์ และสารประกอบฟีนอล เป็นต้น โดยกลุ่มของสารประกอบฟลาโวนอยด์ จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากที่สุดในผักและผลไม้ ประกอบด้วยกลุ่มของ ฟลาโวน (flavone) ฟลาโวนอล (flavonol) ไอโซฟลาโวน (isoflavone) ฟลาโวนอน (flavonone) ฟลาโวน-3-อล (flavan-3-ol) และแอนโทไซยานิดิน (anthocyanidin) ในกลุ่มของกรดฟีนอลิกที่สำคัญ ได้แก่ *p*-hydroxybenzoic acid, 3,4-dihydroxybenzoic, vanillic, syringic, *p*-coumaric, caffeic, ferulic, sinapic, chlorogenic

และ rosmarinic acid ส่วนใหญ่อยู่ในรูปเอสเทอร์ของกรดอินทรีย์ หรือในรูปไกลโคไซด์ (Gao *et al.*, 2000; Gordon, 2001; Webb, 2006)

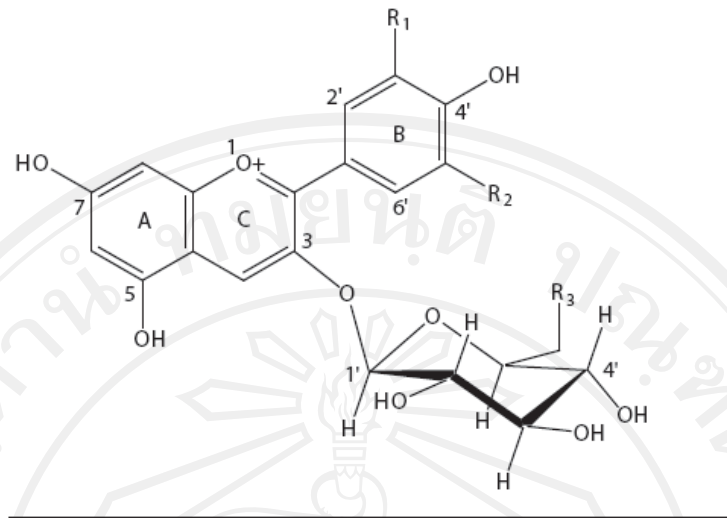
สารประกอบฟีนอลหลักที่พบในองุ่นแดง คือ กลุ่ม hydroxycinnamic acids, anthocyanidins, procyanidin, flavanol, flavonol และ resveratrol ดังภาพ 2.5 – 2.9 ได้แสดงโครงสร้างหลักของสารแต่ละกลุ่มพร้อมทั้งการจัดเรียงตัวของหมู่พันธะที่แตกต่างกันซึ่งจะได้เป็นสารประกอบที่มีชื่อเรียกต่างกัน สอดคล้องกับสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในองุ่นที่ Lachman *et al.* (2009) ได้สรุปไว้ ดังตาราง 2.2



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © Chiang Mai University
All rights reserved

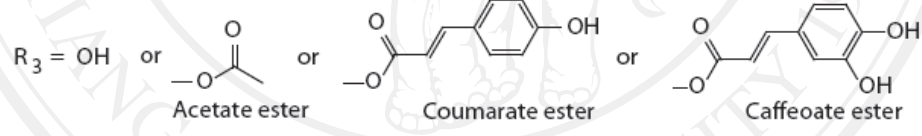
ภาพ 2.5 โครงสร้างสารประกอบกลุ่ม Hydroxycinnamic acids ในองุ่น

ที่มา : Kennedy (2008)

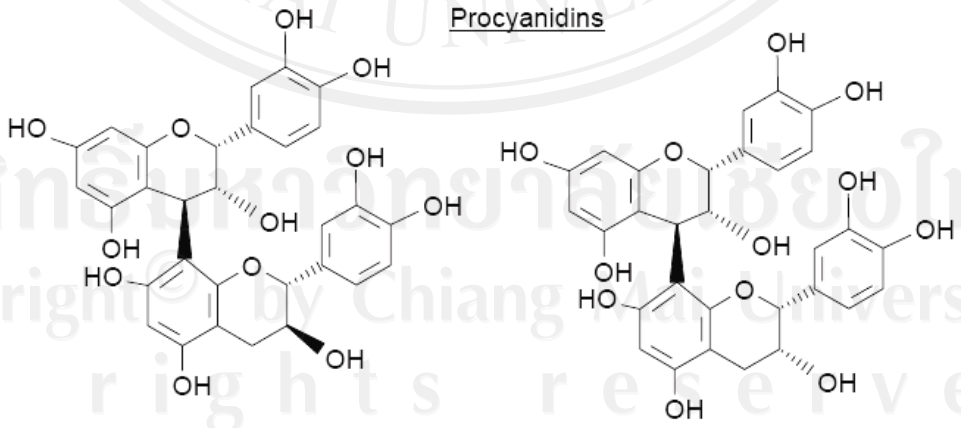


Anthocyanidin Moiety	R ₁	R ₂
cyanidin	OH	H
peonidin	OCH ₃	H
delphinidin	OH	OH
petunidin	OCH ₃	OH
malvidin	OCH ₃	OCH ₃

R₃ substituents:



Procyanidins

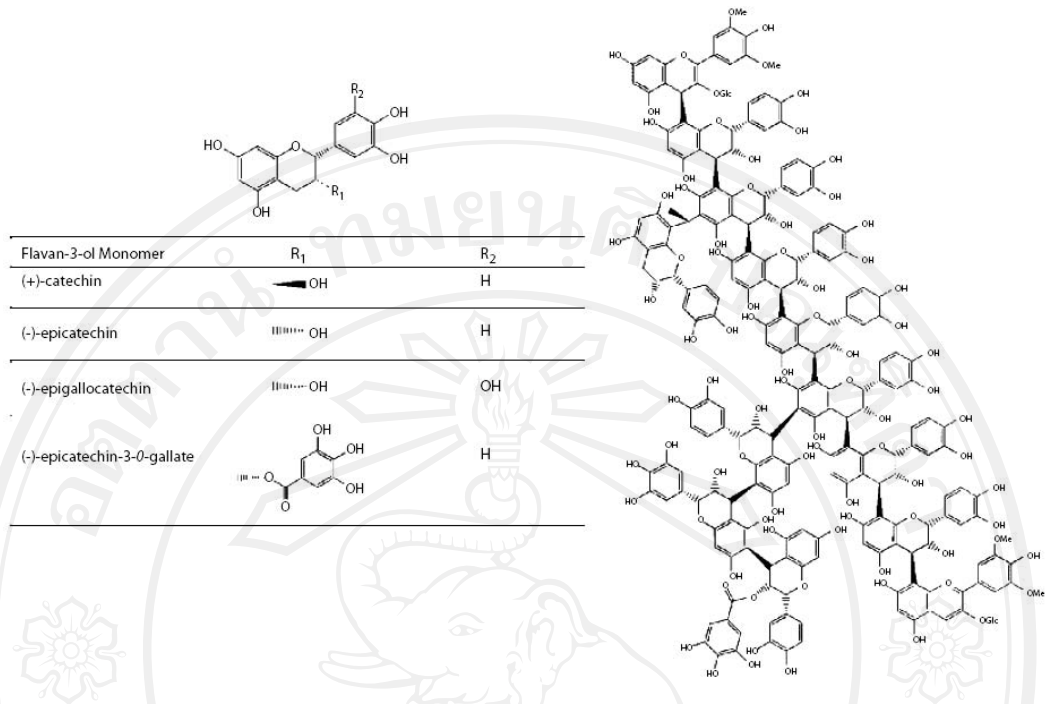


procyanidin B1
[epicatechin-(4β→8)-catechin]

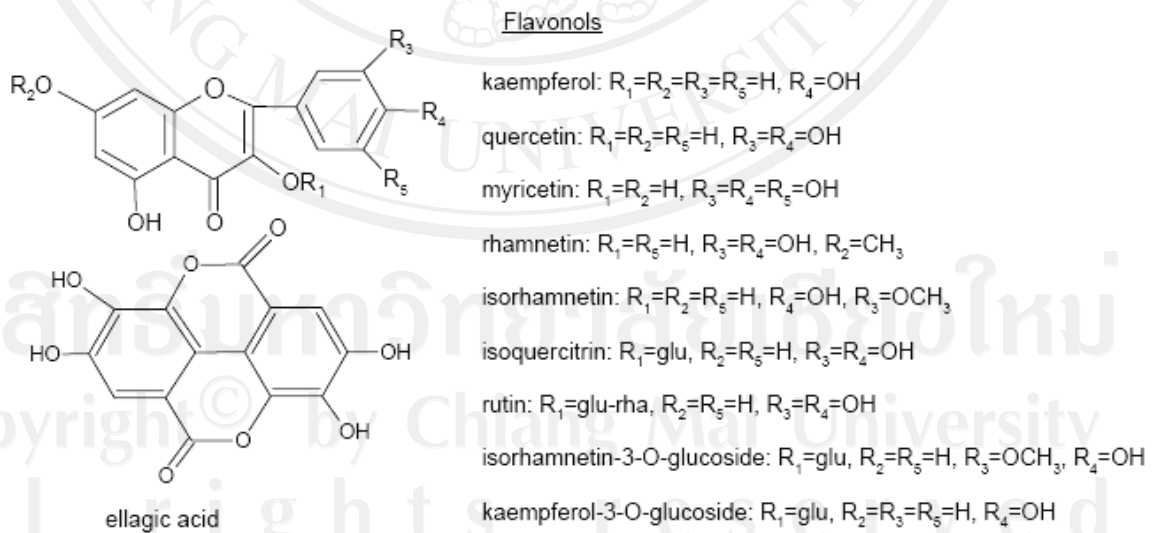
procyanidin B2
[epicatechin-(4β→8)-epicatechin]

ภาพ 2.6 โครงสร้างสารประกอบกลุ่ม Anthocyanidins และ Procyanidin ในองุ่น

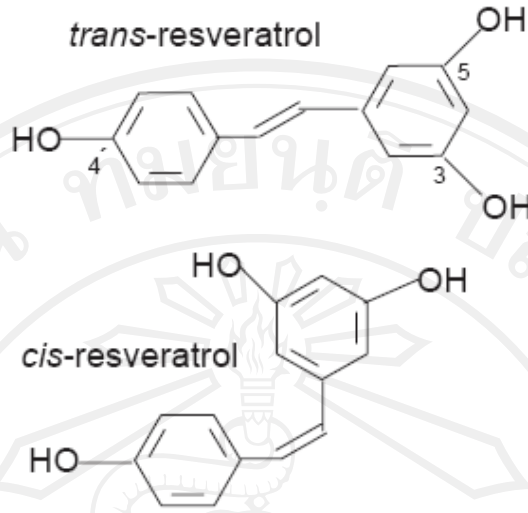
ที่มา : Kennedy (2008) and Lachman *et al.* (2009)



ภาพ 2.7 โครงสร้างสารประกอบกลุ่ม Flavan-3-ol และการจัดเรียงตัวกันระหว่างสารกลุ่ม Flavonoid ในองุ่น
ที่มา : Kennedy (2008)



ภาพ 2.8 สารประกอบกลุ่ม Flavonol ในองุ่น
ที่มา : Lachman *et al.* (2009)



ภาพ 2.9 โครงสร้างสารประกอบ Resveratrol ในองุ่น
ที่มา : Lachman *et al.* (2009)

ตาราง 2.2 สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในองุ่น

Class of grape antioxidants	Compound	
Flavonols	(+)-catechin	
	(-)-epicatechin	
Hydroxybenzoic acid	Gallic acid	
	protocatechuic acid	
	syringic acid	
	vanillic acid	
	ethyl gallate	
	ellagic acid	
	Hydroxycinnamic acid	<i>p</i> -coumaric acid
		<i>o</i> -coumaric acid
		caffeic acid
		ferulic acid

ที่มา : Lachman *et al.* (2009)

ตาราง 2.2 (ต่อ)

Class of grape antioxidants	Compound
Tartaric acid derivatives	caftaric acid
	(2-O-caffeoyl-(2R,3R)-(+)-tartaric acid)
	fertaric acid
	(2-O-feruloyl-(2R,3R)-(+)-tartaric acid)
	coutaric acid
	(2-O-p-coumaryl-(2R,3R)-(+)-tartaric acid)
Proanthocyanidins	Procyanidin B1
	Procyanidin B2
Phenols	Tyrosol
	hydroxytyrosol
	4-ethylguaiacol
	tryptophol
Flavonols	Kaempferol
	quercetin
	rhamnetin
	isorhamnetin
	myricetin
	kaempferol-3-O glucoside
	isorhamnetin-3-O-glucoside
	isoquercitrin
rutin	

ที่มา : Lachman *et al.* (2009)

ตาราง 2.2 (ต่อ)

Class of grape antioxidants	Compound
Anthocyanins (coumaroylated, acylated, pyranoanthocyanins)	cyanidin-3-O-glucoside
	delphinidin-3-O-glucoside
	peonidin-3-O-glucoside
	petunidin-3-O-glucoside
	malvidin-3-O-glucoside
	vitisin A
Resveratrols	vitisin B
	cis-resveratrol
	trans-resveratrol
	trans-piceid
	cis-piceid
	trans- ϵ -viniferin
	α -viniferin

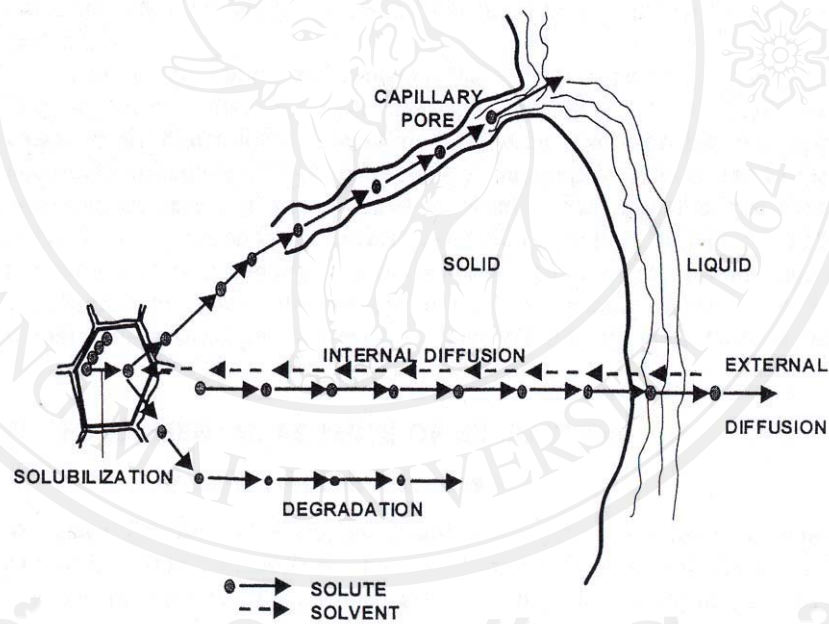
ที่มา : Lachman *et al.* (2009)

2.4 กระบวนการสกัดสารสำคัญ

การได้มาซึ่งสารสำคัญที่มีอยู่ในพืช โดยทั่วไปนิยมใช้วิธีการสกัด (extraction) ซึ่งเป็นการแยกสารที่ต้องการออกจากวัตถุดิบธรรมชาติ เรียกการสกัดแบบนี้ว่า Solid-liquid extraction ดังภาพ 2.10 โดยอาศัยคุณสมบัติพื้นฐานในการละลายและความมีขั้ว (polarity) ของตัวทำละลาย (solvent) และตัวถูกละลาย (solute) อาศัยกฎทั่วไปว่า สิ่งที่มีเหมือนกันย่อมละลายในกันและกัน (like dissolve like) โดยทั่วไปตัวทำละลายที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ น้ำ แอลกอฮอล์ และน้ำยาผสมแอลกอฮอล์ โดยน้ำยาผสมแอลกอฮอล์เป็นน้ำยาที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถละลายสารสำคัญได้ใกล้เคียงกับแอลกอฮอล์ แต่ราคาถูกลงกว่า สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และป้องกันการแยกตัวของสารต่าง ๆ ในการสกัดเมื่อตั้งทิ้งไว้ ซึ่งมักเกิดขึ้นในกรณีที่ใช้ น้ำอย่างเดียวในการสกัด

การเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการสกัด ตัวทำละลายที่ดีจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่ต้องการสกัด สามารถแยกออกหรือกำจัดออก

ได้ง่ายหลังจากการสกัด เช่น มีจุดเดือดต่ำ นอกจากนั้นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่อการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นสารที่รับรองโดยทั่วไปว่าปลอดภัย (generally recognized as safe; GRAS) ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย สารสกัดที่ได้จะถูกนำมาระเหยเพื่อกำจัดตัวทำละลายออกให้เหลือแต่สารสกัดหยาบ (crude extract) และทำให้สารสกัดเข้มข้นขึ้นด้วยเครื่องระเหยแบบหมุน (rotary evaporator) เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้ต่อไป ส่วนกากที่เหลืออาจนำไปสกัดซ้ำ นอกจากนั้น การสกัดสารสำคัญยังสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของพืชที่ต้องการสกัด ความสามารถในการละลายของสารสำคัญในน้ำยาสกัด ชนิดของสารสำคัญที่ต้องการสกัด คุณสมบัติของสารสำคัญ ความคงทนต่อความร้อน ชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ ค่าใช้จ่ายในการสกัด และความต้องการที่จะให้ได้การสกัดที่สมบูรณ์ ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป (รัตนนา, 2547; สุทัศน์, 2550)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2.10 วิธีการสกัดสารสำคัญออกจากเซลล์

ที่มา : Tzia and Liadakis (2003)

ปัจจัยเบื้องต้นที่มีผลต่ออัตราการสกัด (Tzia and Liadakis, 2003; Angela and Meireles, 2009) มีดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบที่ใช้สกัด เป็นปัจจัยสำคัญที่จำเป็นจะต้องพิจารณาเมื่อต้องการสกัด โดยกระบวนการทำให้มีขนาดเล็กหรือการบด ซึ่งพบว่าการบดวัตถุดิบก่อนการเติมน้ำยาสกัดมีส่วนสำคัญทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับน้ำยาสกัด และช่วยในการทำลายเนื้อเยื่อของเซลล์ทำให้น้ำยาสกัดสามารถแทรกเข้าไปสกัดสารที่ต้องการได้ง่ายขึ้น ในบางกรณีจะใช้การหั่นเป็นชิ้นเล็ก เพื่อไม่ให้สกัดได้สารที่ไม่ต้องการออกมาด้วยในสารสกัดนั้น
2. อัตราการแพร่ผ่าน ระหว่างตัวทำละลายกับวัตถุดิบ
3. อุณหภูมิ ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิจะช่วยเสริมความสามารถในการละลายให้กับตัวทำละลาย ทำให้อัตราการแพร่ผ่านสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มอุณหภูมิจะเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเสื่อมเสียในบางผลิตภัณฑ์
4. การเลือกตัวทำละลาย ส่วนใหญ่ขึ้นกับ ราคา ความคงตัว และความเป็นพิษ
5. ความชื้นของวัตถุดิบ โดยน้ำที่มีในวัตถุดิบจะลดความสามารถการละลายของตัวทำละลายลง แต่ในบางกรณีน้ำจะช่วยให้การขนส่งสารที่ถูกละลายออกมาได้เช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของสารสำคัญที่สนใจ
6. ระยะเวลาในการสกัด เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพิจารณากระบวนการผลิตที่จะใช้จริงในระดับอุตสาหกรรม โดยปกติไม่ควรเกิน 3 ชั่วโมง
7. ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย โดยพบว่า ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างสูงเกิน 3.0 จะทำให้ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลลดลง เป็นต้น

ในการศึกษาของ Gomez-Plaza *et al.* (2006) ได้ศึกษาถึงผลของการสกัดกากองุ่นแดงด้วยน้ำ โดยใช้ระยะเวลาตามกระบวนการผลิตในวันที่ 6 ชั่วโมง, 4 8 และ 12 วัน พบว่าที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง จะให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด แต่ในส่วนของปริมาณสารประกอบฟีนอลไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Pinelo *et al.* (2007) ได้เปรียบเทียบการสกัดด้วยตัวทำละลายกับการสกัดแบบ Supercritical fluid extraction ในการสกัดกากองุ่นเขียว พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการสกัดทั้งสองวิธีคือ อุณหภูมิ เวลา และอัตราส่วนของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด

โดยจากการศึกษาของ Drewnowski and Gomez-Carneros (2000) พบว่าสารประกอบฟีนอลในอาหารจะให้รสขมและความฝาดเผื่อนเป็นส่วนใหญ่ โดยได้แสดงตัวอย่างและปริมาณที่พบไว้ ดังตาราง 2.3 กล่าวคือ ผลไม้แต่ละสายพันธุ์ อาหารแต่ละชนิดจะมีปริมาณสารประกอบ

ฟีนอลในปริมาณที่แตกต่างกัน ในส่วนขององุ่นแดงที่ทำเป็นไวน์ พบว่า สารกลุ่มฟลาโวน โดยเฉพาะ catechin และ epicatechin จะพบในปริมาณ 11.1 และ 7.7 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ อีกทั้งกลุ่มฟลาโวนอยด์ จะพบตั้งแต่ 200 ถึง 3,500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 2.3 ตัวอย่างปริมาณสารประกอบฟีนอลที่พบในอาหารจำพวกผักและผลไม้

Phenolic-compounds	Typical component	Taste quality	Food source	Amount present		
Flavanones	Naringin	Bitter	Grapefruit, flavedo	2,701–4,319 mg/kg		
			Grapefruit, albedo	1,301–15,592 mg/kg		
			Grapefruit, pith	13,285–17,603 mg/kg		
			Grapefruit, seeds	295–2,677 mg/kg		
			Immature grapefruit	97,920–144,120 mg/kg ²		
			Grapefruit juice	300–750 mg/L		
			Oroblanco juice	346–489 mg/L		
			Melogold juice	413–580 mg/L		
			Flavones	Tangeretin	Bitter	Orange fruit
Orange juice	0.6 mg/L					
Juice from concentrate	0.2–0.5 mg/L					
Nobiletin	Bitter	Orange fruit		14–112 mg/kg ¹		
		Orange juice		2.7–2.9 mg/L		
		Juice from concentrate		1.8–2.3 mg/L		
		Sinensetin		Bitter	Orange fruit	14–46 mg/kg ¹
					Orange juice (fresh)	0.1 mg/L
					Juice from concentrate (frozen)	0.5–2.9 mg/L
Juice from concentrate	1.7–1.8 mg/L					
Pure juice	2.7–2.9 mg/L					

¹DW, dry weight; ²FW, fresh weight

ที่มา : ดัดแปลงจาก Drewnowski and Gomez-Carneros (2000)

ตาราง 2.3 (ต่อ)

Phenolic- compounds	Typical component	Taste quality	Food source	Amount present			
Flavonols	Quercetin	Bitter	Grapefruit juice	4.9 mg/L			
			Lemon juice	7.4 mg/L			
			Endive	1.3 mg/kg ²			
			Fresh hops	700 mg/kg ²			
			Wine	4.1–16 mg/L			
			Black tea infusion	10–25 mg/L			
			Oolong tea infusion	13 mg/L			
			Green tea infusion	14–23 mg/L			
			Flavans	Catechin	Bitter	Red wine	11.1 mg/L
						Green tea infusion	13.0–19.1 mg/L
Oolong tea infusion	6.0–6.4 mg/L						
Black tea infusion	9.2–15.6 mg/L						
Epicatechin	Bitter	Red wine				7.7 mg/L	
		Low-fat cocoa powder				940–2,470 mg/kg	
		Instant cocoa powder				180–320 mg/kg	
		Green tea infusion				105.0–118.0 mg/L	
		Oolong tea infusion				63.5–68.0 mg/L	
		Black tea infusion				16.8–35.0 mg/L	
Epicatechingallate	Bitter and astringent	Green tea infusion	152.2–223.0 mg/L				
		Oolong tea infusion	182.8–227.2 mg/L				
		Black tea infusion	114.0–168.0 mg/L				

¹DW, dry weight; ²FW, fresh weight

ที่มา : ดัดแปลงจาก Drewnowski and Gomez-Carneros (2000)

ตาราง 2.3 (ต่อ)

Phenolic- compounds	Typical component	Taste quality	Food source	Amount present
Flavans	Epigallocatechin	Bitter with sweet aftertaste	Green tea infusion	186.0–257.0 mg/L
			Oolong tea infusion	182.4–242.0 mg/L
			Black tea infusion	17.0–50.0 mg/L
	Epigallocatechin gallate	Bitter with sweet aftertaste	Green tea infusion	237.2–330.8 mg/L
			Oolong tea infusion	251.2–307.6 mg/L
			Black tea infusion	96.8–110.8 mg/L
Flavonoids	Catechin mono polymers MW < 500	Bitter	Red wine	1,000–3,500 mg/L
			Rosé wine	200 mg/L
	Catechin mono polymers MW > 500 (tannins)	Astringent	Red wine	
			Apple cider	
Polyphenols	Astringent and bitter	Low-fat cocoa power	8,380–31,000 mg/kg	
		Instant cocoa powder	1,370–4,460 mg/kg	

¹DW, dry weight; ²FW, fresh weight

ที่มา : ดัดแปลงจาก Drewnowski and Gomez-Carneros (2000)

ตาราง 2.3 (ต่อ)

Phenolic- compounds	Typical component	Taste quality	Food source	Amount present
Isoflavones	Genistein and daidzein	Bitter or astringent	Soybeans	24–40 mg/kg
			Toasted, defatted soy flakes	51 mg/kg
			Textured soy protein	67 mg/kg
			Breakfast patties	14 mg/kg
			Tofu	29–78 mg/kg
	Genistin	Astringent	Soy seeds	280–2,780 mg/kg seed meal
	Daidzin			120–940 mg/kg seed meal

¹DW, dry weight; ²FW, fresh weight

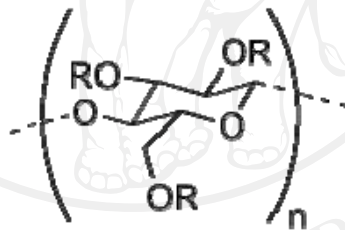
ที่มา : ดัดแปลงจาก Drewnowski and Gomez-Carneros (2000)

โดยรสขมของสารประกอบฟีนอลที่พบมากในอาหารจำพวกผักและผลไม้ในนี้เองในการใช้สารประกอบฟีนอลจำเป็นต้องใช้การทดลองเพื่อให้ได้ส่วนผสมที่เหมาะสมหรือทดสอบปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับในการเติมสารสำคัญต่าง ๆ ลงไปในผลิตภัณฑ์อาหารหรือเครื่องดื่ม ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีวิธีการกลบรสขมที่แน่นอน โดยในการกลบรสขมอาจทำได้ในหลายลักษณะ เช่น กำจัดสารที่ก่อให้เกิดรสขมนั้นออกไป ซึ่งทำให้คุณค่าเสียไปด้วย การใช้สารอื่นที่มีคุณสมบัติเข้าจับกับสารที่ก่อให้เกิดรสขมหรือขัดขวางกลไกการรับรู้รสขม แต่กลไกการรับรู้รสขมก็ยังไม่เป็นที่แน่ชัด หรือการเติมสารให้กลิ่นรส (tastants) อื่น ๆ เพื่อกลบรสที่ไม่ต้องการ แต่การใช้ยังอยู่ในปริมาณที่จำกัด อีกทั้งส่งผลกระทบต่อกรยอมรับของผู้บริโภค การลดปริมาณสารที่ทำให้เกิดรสขม หรือการใช้การเอนแคปซูเลชัน เป็นต้น (Ley, 2008)

ทั้งนี้จากการศึกษาเปรียบเทียบผลของไฮโดรคอลลอยด์ประเภท กวักัม แซนแทนกัม กัมอะราบิก และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส พบว่า คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดในการลดความฝาดเคี้ยว (Troszynska *et al.*, 2010) และในบางผลิตภัณฑ์ที่มีรสขมพบว่า การเพิ่มความหนืดส่งผลให้การรับรู้รสขมลดลง (Noble and Lesschaeve, 2005)

2.5 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose; CMC)

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (ภาพ 2.11) จัดเป็นหนึ่งในกลุ่มของไฮโดรคอลลอยด์กึ่งสังเคราะห์โดยเป็นอนุพันธ์ของสารประกอบที่ได้จากธรรมชาติ โดยคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เป็นอนุพันธ์เซลลูโลสอีเทอร์ที่อยู่ในรูปเกลือ โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส อาจเรียกว่า เซลลูโลสกัม (cellulose gum) หรือใช้ชื่อย่อว่า CMC เป็นพอลิเมอร์ชนิดประจุลบที่ละลายได้ในน้ำ เนื่องจากการเตรียม CMC ทำได้โดยใช้เซลลูโลสบริสุทธิ์มาทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้เส้นใยเซลลูโลสพองตัวได้เป็นสารละลายเซลลูโลสในด่าง แล้วทำปฏิกิริยาต่อกับโซเดียมโมโนคลอโรอะซิเตต ทำให้บริสุทธิ์ ล้าง และทำแห้งได้เป็นคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (นิธิยา, 2545; Hoefler, 2003) ดังสมการ



ภาพ 2.11 โครงสร้างคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

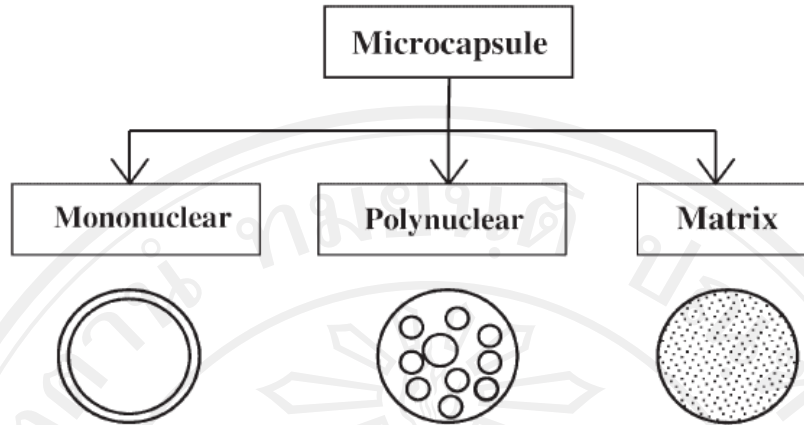
ที่มา : คัดแปลงจาก สุกิจ (2548)

ประโยชน์ของ CMC นอกจากจะละลายได้ดีในน้ำเย็น เป็นสารให้ความหนืด เพิ่มความคงตัว โดยทั่วไปแล้วนั้นยังพบว่าการใช้ CMC ในการทำแห้งน้ำผลไม้สำเร็จรูปจะช่วยเพิ่มความรู้สึกเนื้อสัมผัสในปาก และช่วยให้เครื่องดื่มมีการกระจายตัวที่ดี (Nussinovitch, 2003)

2.6 ไมโครเอนแคปซูลชั้น (Microencapsulation)

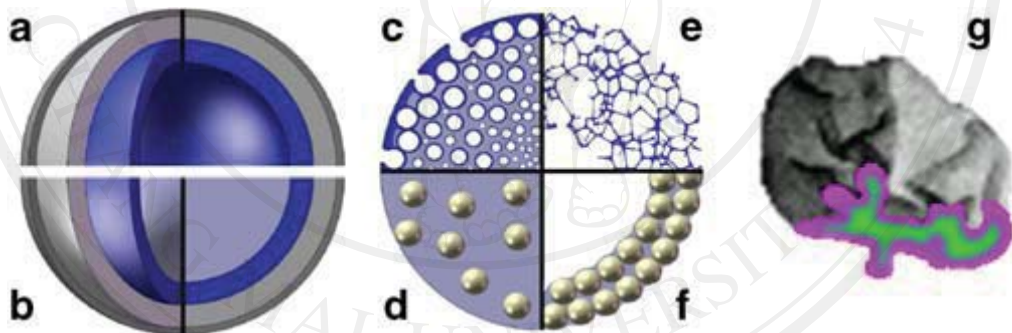
ไมโครเอนแคปซูลชั้น คือ กระบวนการในการผลิตไมโครแคปซูล (microcapsules) ไมโครแคปซูล คือ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเคลือบอนุภาคขนาดเล็ก เช่น ตัวยา สารให้กลิ่น หรือ สารสำคัญ อื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ด้วยสารเคลือบพอลิเมอร์ (polymer) ซึ่งอาจได้จากธรรมชาติหรือได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมา ผลิตภัณฑ์ที่ได้นี้มีผนังที่บาง แต่แข็งแรงพอที่จะป้องกันสารภายในหรือสารแกน (core) เอาไว้ ความหนาของผนังนี้สามารถผลิตให้มีความหนาบางต่าง ๆ กันได้ตามจุดประสงค์ เช่น ถ้าต้องการเพียงแค่อุปสรรคสารแกน ผนังก็ไม่จำเป็นต้องหนามาก แต่ถ้าต้องการให้ผนังเป็นตัวควบคุมอัตราการปลดปล่อยตัวสารให้ช้าลงก็ต้องผลิตให้ได้ไมโครแคปซูลที่มีผนังหนา เป็นต้น แต่ขนาดของไมโครแคปซูลส่วนใหญ่มีตั้งแต่ 5-500 ไมโครเมตร (micron) ทั้งนี้ Benita (2005) ได้จำแนกขนาดของแคปซูลที่ได้ดังนี้คือ หากแคปซูลมีขนาด น้อยกว่า 1 ไมโครเมตร จัดเป็น นาโนแคปซูล (nanocapsules) ถ้ามีขนาดระหว่าง 3-800 ไมโครเมตร จัดเป็น ไมโครแคปซูล (microcapsules) และขนาดใหญ่กว่า 1,000 ไมโครเมตร จัดเป็น แมโครแคปซูล (macrocapsules) ไมโครแคปซูลเป็นของแข็งที่ลื่นไหลได้สะดวก (free flowing) เพราะส่วนใหญ่มีรูปร่างกลม มองดูภายนอกไม่แตกต่างจากผงยาหรือแกรนูลมากนัก แต่เมื่อนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์จะมองเห็นความแตกต่าง โดยที่ จะเห็นมีผนังหุ้มรอบสารแกนอยู่ สามารถนำไปตอกเป็นยาเม็ด (tablet) บรรจุแคปซูล (capsule) แขนงตะกอนในน้ำ (suspension) หรือผสมในตำรับขี้ผึ้ง (ointment) หรือครีม (cream) ก็ได้ (พิมพร, 2534)

โครงสร้างของไมโครแคปซูลสามารถแบ่งได้ 3 แบบใหญ่ ๆ ตามลักษณะของสารแกน ภายใน คือ เป็นสารเดี่ยว (mono-nucleous or mononuclear) หลายอนุภาค (multi-nucleous or polynuclear) หรือเป็นอนุภาคขนาดเล็กกระจายอย่างสม่ำเสมอ (matrix) ดังแสดงในภาพ 2.12 และ ไมโครแคปซูลอาจมีรูปร่างได้หลายแบบ เช่น ทรงกลม หรือมีลักษณะเป็นก้อน ซึ่งภายในหรือสารแกน อาจเป็นสารเดี่ยว หรือหลายอนุภาค ส่วนผนังที่เคลือบอาจเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้น (พิมพร, 2534; Ghosh, 2006; Vehring, 2008) ดังแสดงในภาพ 2.13 จะเห็นได้ว่าไมโครแคปซูลมีรูปร่างลักษณะต่างกันเช่น มีและไม่มีสารแกนเป็นของเหลวภายใน มีหลายอนุภาคคล้ายฟองมีผนังและไม่มีผนัง ลักษณะคล้ายโพรงอากาศ หรือมีผนังผนังหลายชั้นและลักษณะเป็นก้อนแต่ไม่เป็นทรงที่แน่นอน



ภาพ 2.12 โครงสร้างหลักของไมโครแคปซูล

ที่มา : Ghosh (2006)



ภาพ 2.13 รูปร่างลักษณะของไมโครแคปซูลต่าง ๆ a) มีสารแกนเป็นของเหลวภายใน, b) ไม่มีสารแกนเป็นของเหลวภายใน, c) หลายอนุภาคคล้ายฟองมีผนัง, d) หลายอนุภาคคล้ายฟองไม่มีผนัง, e) โพรงอากาศ, f) ผนังหลายชั้น, g) ลักษณะเป็นก้อนไม่เป็นทรง

ที่มา : Vehring (2008)

ไมโครแคปซูลมีหน้าที่หรือประโยชน์หลายประการ (พิมพ์, 2534) ดังนี้

1. เปลี่ยนจากของเหลวเป็นของแข็ง

ซึ่งจะรักษาสารสำคัญให้สามารถเก็บได้ในระยะเวลานานขึ้น ในลักษณะผง แต่สารแกนยังคงเป็นของเหลว เมื่อบดขยี้หรือละลายจะได้สารสำคัญออกมา

2. ลดการระเหยของสาร

ทำให้สามารถเก็บสารที่ระเหยง่ายไว้ในไมโครแคปซูล โดยใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อรักษากลิ่น และรส ที่ต้องการให้นานขึ้น เช่น ผลิภัณฑ์หมากฝรั่ง ลูกอม

3. ควบคุมการปลดปล่อยตัวยา

มีประโยชน์มากสำหรับอุตสาหกรรมยา และอุตสาหกรรมเคมีทางการเกษตร ปุ๋ย และยาฆ่าแมลง การนำตัวยาเคลือบด้วยพอลิเมอร์ ให้เป็นไมโครแคปซูลนั้น การเลือกเทคนิคที่เหมาะสม การเลือกสารเคลือบที่เหมาะสม การปรับความหนา ความแข็งแรง และโครงสร้างของผนัง ของไมโครแคปซูล ตลอดจนการควบคุมการผลิตให้ได้ไมโครแคปซูลที่มีขนาดตามที่ต้องการ สามารถใช้เป็นปัจจัยในการกำหนดอัตราการปลดปล่อยตัวยาภายในผ่านผนัง ซึ่งทำหน้าที่เป็น semipermeable membrane ได้โดยกระบวนการการแพร่ผ่าน (diffusion)

4. ป้องกันปฏิกิริยาเคมี

ไมโครแคปซูลป้องกันสารแกนจากสภาวะแวดล้อม เช่น ความชื้น ออกซิเจน และแสง ทำให้มีความคงตัวดีขึ้น นอกจากนี้สามารถป้องกันปฏิกิริยาเคมีระหว่างตัวยา 2 ชนิดในตำรับเดียวกันได้ โดยนำสารตัวหนึ่งมาเคลือบให้เป็นไมโครแคปซูล แล้วจึงนำไปผสมกับตัวยาอีกชนิดหนึ่งในตำรับ

5. กลบรสที่ไม่พึงปรารถนา

ตัวยา หรือเครื่องดื่มนั้น บางชนิด มีกลิ่นรสที่ไม่ชวนรับประทานเมื่อนำมาเคลือบเป็นไมโครแคปซูลจะแก้ปัญหานี้ได้

6. ลดความเป็นพิษของยา

ยาบางชนิดมีฤทธิ์เป็นกรด เมื่อรับประทานแล้วเกิดความระคายเคืองเฉพาะที่ต่อกระเพาะอาหาร เช่น แอสไพริน เพรดนิโซโลน อินโดเมธาซิน เป็นต้น การเตรียมในรูปของไมโครแคปซูล ทำให้ตัวยาสัมผัสผนังของกระเพาะอาหารน้อยลง จึงลดความเป็นพิษลงได้

2.6.1 วิธีการผลิตไมโครแคปซูล (Microencapsulation process)

การผลิตไมโครแคปซูลมีหลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัดหรือความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้ต่าง ๆ กัน การเลือกวิธีการผลิตจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงจุดประสงค์ในการนำไมโครแคปซูลไปใช้ คุณสมบัติที่สารจะถูกเคลือบหรือสารแกนและคุณสมบัติของสารที่ใช้เคลือบหรือผนัง เพื่อนำมาพิจารณาประกอบกันในการผลิตไมโครแคปซูลที่มีคุณสมบัติที่ต้องการได้ (พิมพร, 2534)

วิธีการผลิตไมโครแคปซูล แบ่งได้ 3 พวกใหญ่ ๆ คือ

1. วิธีการเคมีกายภาพ (physicochemical process) ได้แก่

- 1.1 โคอาเซอร์เวชันหรือการแยกวัฏภาค (coacervation or phase separation) อาจเป็น
 - การแยกวัฏภาคจากน้ำ (phase separation from aqueous solution)
 - การแยกวัฏภาคจากสารละลายอินทรีย์ (phase separation from organic solution)
 - การดึงตัวทำละลายในของเหลว (desolvent in liquid vehicle or complex emulsion)
 - การแขวนกระจายและการทำให้แข็ง (meltable dispersion and solidifying)
- 1.2 เพาเวอร์เบด (powder bed)

2. วิธีการเคมี (chemical process) อาศัยปฏิกิริยาเคมีของสารที่ใช้เคลือบทำให้เกิดเป็นผนังหุ้มรอบสารแกน ได้แก่

- 2.1 การเกิดพอลิเมอร์ที่ผิวประจัน (interfacial polymerization)
- 2.2 การเกิดพอลิเมอร์ภายในหรือภายนอกสารแกน (in situ polymerization)
- 2.3 การเกิดพอลิเมอร์โดยผ่านรู (rapid insolubilization of polymer or orifice method)

3. วิธีการกล (mechanical process) อาศัยความรู้ด้านเครื่องกล วิธีการคล้ายกับการเคลือบยาเม็ด ได้แก่

- 3.1 แอร์ซัสเพนชัน (air suspension coating or Wurster)
- 3.2 สเปรย์ครายอิงและสเปรย์คอนจิลลิ่ง (spray drying and spray congealing)
- 3.3 การเคลือบด้วยสุญญากาศ (vacuum coating)
- 3.4 การเคลือบด้วยไฟฟ้าสถิตย์ (electrostatic aerosol coating)
- 3.5 การเคลือบโดยใช้หม้อเคลือบ (pan coating)
- 3.6 มัลติออริฟิซ-เซนตริฟิวเกชัน (multiorifice centrifugation)

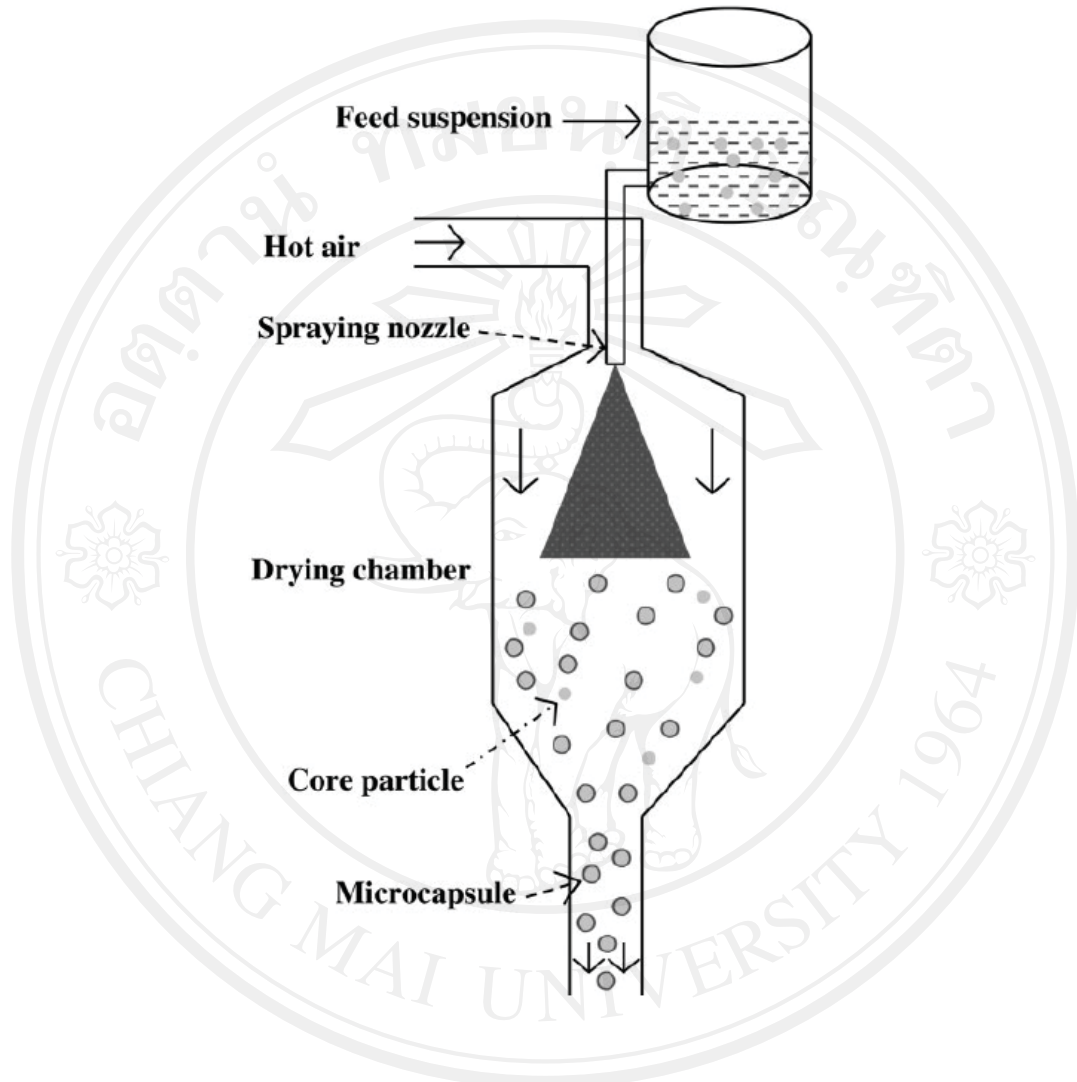
2.6.2 การผลิตไมโครแคปซูลโดยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

วิธีนี้นิยมใช้เตรียมผลิตภัณฑ์อาหารและยา รวมถึงเครื่องอุปโภค เช่น นมผง กาแฟผงสำเร็จรูป ยาและผงซักฟอก ซึ่งโดยทั่วไปแต่ก่อนนี้ทำได้โดยการกรองสารแขวนตะกอน (ซึ่งอาจเป็นซัสเพนชันหรืออิมัลชัน) โดยผ่านเครื่องกรองหรือแยกโดยแรงเหวี่ยง จากนั้นนำไปทำแห้งบดเพื่อลดขนาด แล้วผ่านแรงเพื่อเลือกขนาดที่ต้องการ แต่ปัจจุบันใช้วิธีสเปรย์ดรายอิง ซึ่งทำได้ในปริมาณมาก สะดวกรวดเร็ว และค่าใช้จ่ายน้อย นอกจากนี้ใช้เตรียมไมโครแคปซูลได้อีกด้วย

โดยหลักการ สเปรย์สารแขวนตะกอนของสารแกนในสารละลายของสารเคลือบโดยใช้ atomizer ทำให้เป็นฝอยผ่านเข้าไปในกระแสดอากาศร้อน น้ำ หรือ solvent ระเหยออกไปโดยเกิดการถ่ายเทความร้อน เหลือไว้แต่สารเคลือบหุ้มรอบสารแกนเป็นลักษณะผงแห้งออกมา แสดงดังภาพ 2.14 วิธีนี้ระบบการส่งผ่านความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็ว จึงเหมาะสำหรับสารแกนที่ทนความร้อนสูงไม่ได้ ไมโครแคปซูลที่เตรียมโดยวิธีนี้มักเป็นชนิด multinucleus ที่มีขนาดตั้งแต่ 1 ไมครอนขึ้นไป ลักษณะผิวไม่ค่อยเรียบ มีรูพรุน คุณสมบัติของผนัง เช่น ความแข็ง ความพรุน ขึ้นกับคุณสมบัติทางกายภาพของสารเคลือบ เช่น การเป็น hydrophilic หรือ hydrophobic และขึ้นกับอุณหภูมิของลมร้อนซึ่งมีผลต่ออัตราการระเหยออกของ solvent ด้วย

การออกแบบเครื่องมือให้เหมาะสมก็มีความสำคัญ เช่น รูปร่างของ drying drum รูปแบบการไหลของลมร้อน อัตราเร็วการไหลของลมร้อน อุณหภูมิที่ทำให้แห้ง และแบบของส่วนเก็บผล (collector) เครื่องมือที่ใช้เตรียมไมโครแคปซูลมี 2 แบบ คือแบบ high-speed rotary disk และแบบ two-fluid nozzle

การเตรียมไมโครแคปซูลวิธีนี้สารเคลือบอาจเป็นได้ทั้งชนิดละลายน้ำและพอลิเมอร์ที่ละลายในสารอินทรีย์ การใช้พอลิเมอร์เป็นสารเคลือบมักได้ผนังที่บาง เพราะ มีรูพรุนมาก อาจแก้ไขได้โดยเพิ่มปริมาณสารเคลือบ ลดปริมาณสารแกน แต่จะมีปัญหาเรื่องการทำให้แห้ง ซึ่งต้องใช้เวลานานขึ้น ทั้งนี้ความเข้มข้นของพอลิเมอร์และความหนืดของสารละลายมีผลต่อขนาดไมโครแคปซูล โดยเมื่อใช้อัตราส่วนสารแกนต่อสารเคลือบที่เท่ากัน การเพิ่มความเข้มข้นของสารเคลือบทำให้ขนาดไมโครแคปซูลใหญ่ขึ้น และการเพิ่มความหนืด ทำให้ขนาดอนุภาคลดลง (พิมพร, 2534; Lakkis, 2007)



ภาพ 2.14 การผลิตไมโครแคปซูลโดยวิธีสเปรย์ดรายอิง

ที่มา : Ghosh (2006)

2.7 มอลโตเด็กทรีน (Maltodextrin)

มอลโตเด็กทรีนเป็นของผสมแซ็กคาไรด์ที่ได้จากการย่อยแป้งบางส่วน (Low-conversion product) มีค่า DE ต่ำกว่า 20 ผลิตได้ทั้งของแข็งและของเหลว (Khadem, 1988) โดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis reaction) ซึ่งจะใช้น้ำในหมู่ไฮโดรเลส (Hydrolase) คือ

แอลฟา-เอมิเลส (α -amylase) กลูโคเอมิเลส (glucoamylase) หรือเบตา-เอมิเลส (β -amylase) ที่ผลิตได้จากแบคทีเรีย เชื้อราและพืช (ชาตรี, 2538)

ผลิตภัณฑ์มอลโตเด็กทรีนจะนำไปใช้ในอาหาร โดยไม่ใช่เป็นสารให้ความหวาน เนื่องจากมีค่า DE ต่ำ ส่วนใหญ่ประกอบด้วย ดี-กลูโคส (D-glucose) และ โอลิโกเมอร์ของกลูโคส (glucose oligomers) มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหวานน้อย แต่จะอาศัยสมบัติของผลิตภัณฑ์เองไปปรับปรุงผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ การเป็นสารให้ความชุ่มชื้น (moisture conditioners) สารป้องกันการเกิดผลึก (crystallization inhibitors) สารที่ทำให้เกิดการรวมตัวกันของอาหาร (food plasticizers) สารเพิ่มเนื้อสารแก่อาหาร (bulking agents) (Lloyd and Nelson, 1984)

การผลิตมอลโตเด็กทรีนอาจใช้กรดหรือเอนไซม์ในการผลิตและวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิต ได้แก่ แป้ง ซึ่งมีหลายชนิด เช่น แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโอ๊ต ซึ่งทำให้มอลโตเด็กทรีนที่ได้มีองค์ประกอบของโอลิโกแซ็กคาไรด์ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ในทางการค้ามอลโตเด็กทรีนที่ผลิตขายส่วนใหญ่จะใช้เป็นแบบผงที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 4 สมมูลย์เดกซ์โตรสอยู่ในช่วง 5 ถึง 19 และมีระดับน้ำตาลเดกซ์โตรสอยู่ในช่วงร้อยละ 0.5 ถึงร้อยละ 3 โดยที่ร้อยละ 98 ของมอลโตเด็กทรีน ประกอบด้วย มอลโตเด็กทรีนที่มีโมโนเมอร์เท่ากับ 3 หรือมากกว่า

มอลโตเด็กทรีน ที่ซื้อขายกันในระดับอุตสาหกรรมมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. มอลโตเด็กทรีนที่มีสมมูลย์เดกซ์โตรสอยู่ช่วง 10 ถึง 14
2. มอลโตเด็กทรีนที่มีสมมูลย์เดกซ์โตรสอยู่ช่วง 15 ถึง 19

องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับค่าสมมูลย์เดกซ์โตรสเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการย่อยอีกด้วย ทั้งนี้องค์ประกอบแซ็กคาไรด์ของมอลโตเด็กทรีนที่ได้จากการย่อยด้วยกรดจะแตกต่างจากการย่อยด้วยเอนไซม์หรือเอนไซม์กับกรดรวมกัน แสดงองค์ประกอบดังตาราง 2.4 จากตารางพบว่าที่ค่าสมมูลย์เดกซ์โตรสเท่ากันสารละลายมอลโตเด็กทรีนที่ได้จากการย่อยด้วยกรดจะมีสัดส่วนของเดกซ์ทรินที่มีน้ำหนักมาก (high molecular weight dextrin) มากกว่า ซึ่งสารนี้จะเป็นตัวที่เกิดการรวมตัวกัน (retrograde) ได้ง่าย และพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์จะมีองค์ประกอบเป็นเดกซ์ทรินที่มีน้ำหนักมาก อยู่ในสัดส่วนที่น้อยกว่า และสามารถละลายน้ำได้มากกว่ามอลโตเด็กทรีนที่ได้จากการย่อยด้วยกรดซึ่งมีค่าสมมูลย์เดกซ์โตรสเท่ากัน (Lloyd and Nelson, 1984)

ตาราง 2.4 การแจกแจงน้ำหนักโมเลกุลของแซ็กคาไรด์ของมอลโตเด็กทรินที่เตรียมโดยการย่อยด้วยกรดและเอนไซม์

แซ็กคาไรด์	ไฮโดรไลเซท (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)	
	15 DE กรด	15 DE เอนไซม์
โมโน	3.7	0.7
ได	4.4	5.5
ไตร	4.4	6.9
เตรตตระ	4.5	5.2
เพนตะ	4.3	5.5
เฮกซะ	3.3	10.6
สูงกว่า	75.4	65.6

ที่มา: Lloyd and Nelson (1984)

การละลายของมอลโตเด็กทรินจะผันแปรตามค่าสมมูลย์เด็กโตรสและวิธีการที่ใช้ในการย่อย จากข้อมูลการละลายน้ำของผลิตภัณฑ์ที่มีค่าสมมูลย์เด็กโตรส ในช่วงต่าง ๆ แสดงดังตาราง 2.5

ตาราง 2.5 การละลายของมอลโตเด็กทรินที่อุณหภูมิห้อง

ช่วงของ DE	ค่าการละลาย (ร้อยละ)
9 - 12	40
13 - 17	60
17 - 20	70

ที่มา: Lloyd and Nelson (1984)

มอลโตเด็กทรีนที่ผลิตได้จะมีความหนืดสูง ซึ่งแสดงถึงระดับของเด็กทรีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลมาก อันเป็นสมบัติอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญในการนำไปใช้ในทางอื่นอีกมากมาย Ueberbacher (1970) ได้รายงานถึงความหนืดของผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดที่นิยมใช้ทั่วไปแสดงดังตาราง 2.6

ตาราง 2.6 ความหนืดของสารละลายมอลโตเด็กทรีน

ของแข็ง (%)	ความหนืดที่ 37.8 องศาเซลเซียส, เซนติพอยท์ (cp)		
	มอลโตเด็กทรีน		คอร์นซีรัป
	10-15 DE	15-20 DE	25-30 DE
50	125	12.5	1.2
60	1,250	125	12
70	20,000	2,000	200

ที่มา: Ueberbacher (1970)

นอกจากสมบัติในแง่ความหนืดแล้ว มอลโตเด็กทรีนยังมีสมบัติในแง่ ความนุ่มพอเหมาะ และไม่หวาน ทำให้ถูกนำไปใช้ในการเพิ่มเนื้อสาร (bodying effect)

2.7.1 การใช้มอลโตเด็กทรีนในอุตสาหกรรม

ปัจจุบันความต้องการในการใช้มอลโตเด็กทรีนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมอลโตเด็กทรีนสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมน้ำมันหอมระเหย เป็นต้น และพบว่ามอลโตเด็กทรีนที่ผลิตออกมานั้นไม่ใช่เป็นสินค้าที่อุปโภคบริโภคโดยตรง แต่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคต่าง ๆ สำหรับในอุตสาหกรรมอาหารนั้นมีการใช้มอลโตเด็กทรีนไปในหลายทิศทาง

จึงมีผลทำให้ในอุตสาหกรรมอาหารใช้มอลโตเด็กทรีนมากขึ้น และเนื่องจากสมบัติที่คล้ายไขมันและสมบัติในด้านความหนืด จึงมีการนำมอลโตเด็กทรีนไปใช้ในอุตสาหกรรมไอศกรีม ของหวานแช่แข็ง นม ชอคโกแลต อาหารเข้าพร้อมดื่ม อาหารเข้าพวกธัญพืชแผ่น

น้ำสลัด ซุป ซอส ขนมอบ เช่น ขนมปัง คุกกี้ เค้ก อุตสาหกรรมเนย เนยถั่ว มาของเนส มาการีน เป็นต้น (Lloyd and Nelson, 1984)

การใช้มอลโตเด็กทรีนในการผลิตเครื่องดื่มนมเป็นที่ยอมรับในหลายงานวิจัย พบว่าสามารถใช้ในปริมาณมาก ช่วยเพิ่มปริมาณของแข็งในสารละลายทำให้ได้ปริมาณนมมากขึ้น ลดการดูดความชื้นกลับ ปริมาณความชื้นและการจับตัวเป็นก้อนของผงที่ได้ (Beristain *et al.*, 1999; Jaya and Das *et al.*, 2004; Quek *et al.*, 2007; Shrestha *et al.*, 2007)

2.8 อุตสาหกรรมเครื่องดื่มนม

อุตสาหกรรมเครื่องดื่มนมเป็นอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญอีกประเภทหนึ่งในปัจจุบัน ส่วนใหญ่นิยมแปรรูปให้อยู่ในลักษณะพร้อมดื่มที่เป็นของเหลว อย่างไรก็ตามอาจแปรรูปให้อยู่ในรูปของแข็ง เมื่อต้องการดื่มนมก็นำไปละลายน้ำสะอาดอีกทีหนึ่ง เพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคด้านความสะดวกสบาย การประหยัดค่าขนส่งทางการค้าและการเก็บรักษา (Bhandari *et al.*, 1993)

ในปัจจุบันแนวโน้มการดื่มนมเครื่องดื่มนมมีมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมประเภทนี้มีการขยายตัวอย่างกว้างขวาง ทั้งมีการออกรูปแบบต่าง ๆ ในแง่ปรับปรุงสูตรของเครื่องดื่มนม การดัดแปลงประเภทของเครื่องดื่มนม ตลอดจนมีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของเครื่องดื่มนมให้สวยงาม ดึงดูดการซื้อจากผู้บริโภค อีกทั้งยังมีรูปแบบที่สะดวกต่อการใช้ง่ายต่อการดื่มนม และสะดวกต่อการใช้งานในประเภทต่าง ๆ ซึ่งการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องดื่มนมในปัจจุบันจึงมีรูปแบบต่าง ๆ มากมาย ล้วนแต่เป็นการผลิตตามความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ตลาดของอุตสาหกรรมเครื่องดื่มนมมีการแข่งขันค่อนข้างสูง

เครื่องดื่มนมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ดื่มนมตามสภาวะที่เหมาะสมหรือโอกาสที่แตกต่างกัน ตลอดจนตามความต้องการและวัตถุประสงค์ที่ดื่มนมเครื่องดื่มนั้น ๆ ตามคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องดื่มนมและความต้องการของผู้บริโภค เช่น ดื่มนม กาแฟ หรือน้ำผลไม้ ในระหว่างประชุมหรือเพื่อกระตุ้นไม่ให้นอนหลับ ส่วนเครื่องดื่มนมที่มีแอลกอฮอล์ เช่น สุรา เบียร์ ไวน์ ตลอดจนเครื่องดื่มนม น้ำอัดลมต่าง ๆ นิยมดื่มนมในงานสังสรรค์ ซึ่งปัจจุบันเครื่องดื่มนมเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ช่วยลดความกระหาย ขจัดความอ่อนเพลีย อีกทั้งมีคุณค่าทางอาหาร เสริมสุขภาพ โดยเฉพาะเครื่องดื่มนม น้ำผักผลไม้ และเครื่องดื่มนมเสริมสุขภาพอื่น ๆ ที่มีส่วนประกอบของเกลือแร่ วิตามิน และสารสำคัญที่ช่วยเสริมสุขภาพ หรือเพื่อให้ร่างกายทำงานเป็นปกติ โดยพบว่า

เครื่องดื่มแต่ละประเภทจะเป็นที่นิยมตามแต่ละช่วงอายุของผู้บริโภค และกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายเป็นสำคัญ (ไพโรจน์, 2535)

2.8.1 ประเภทของเครื่องดื่ม แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. เครื่องดื่มอัดก๊าซ (Carbonated beverages) ซึ่งแบ่งออกเป็น

1.1 เครื่องดื่มแอลกอฮอล์อัดก๊าซ (Alcoholic carbonated beverages)

ได้แก่ เครื่องดื่มเบียร์ แชมเปญ ไวน์อัดก๊าซ เป็นต้น

1.2 เครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์อัดก๊าซ (Nonalcoholic carbonated beverages)

ได้แก่ เครื่องดื่มน้ำอัดลมต่าง ๆ เครื่องดื่มน้ำผลไม้อัดก๊าซ เป็นต้น

2. เครื่องดื่มไม่อัดก๊าซ (Noncarbonated beverages) ซึ่งแบ่งออกเป็น

2.1 เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ไม่อัดก๊าซ (Alcoholic noncarbonated beverages)

ได้แก่ เครื่องดื่มไวน์ บรันดี วิสกี้ เป็นต้น

2.2 เครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์ไม่อัดก๊าซ (Nonalcoholic noncarbonated beverages)

ได้แก่ เครื่องดื่มน้ำผลไม้แท้ เครื่องดื่มน้ำผลไม้เข้มข้น เครื่องดื่มน้ำผลไม้กึ่งแท้หรือตัดแปลง เครื่องดื่มน้ำนมถั่วเหลือง เครื่องดื่มสมุนไพรต่าง ๆ ชา กาแฟ โกโก้ เป็นต้น

โดยเครื่องดื่มถือเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทหนึ่งที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ มากมายตามแต่ประเภทของเครื่องดื่ม แต่สามารถจำแนกองค์ประกอบหลัก ได้ดังนี้

1. น้ำ (water)
2. สารให้ความหวาน (sweetening agent)
3. กรด (acidulants)
4. กลิ่น (flavorings)
5. สี (colours)

เครื่องดื่มทั่วไปจะมีส่วนประกอบหลักข้างต้น นอกจากนี้ยังประกอบส่วนน้อยต่าง ๆ เช่น เกลือแร่ วิตามิน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) น้ำมันหอมระเหย สารกันเสีย สารให้ความคงตัว ฯลฯ ที่ขึ้นกับการผลิตของแต่ละโรงงาน โดยองค์ประกอบเหล่านี้ทำให้ลักษณะของเครื่องดื่มแตกต่างกันไปทั้งในด้านสี กลิ่น กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยความแตกต่างดังกล่าวเป็นสิ่งกำหนดคุณภาพของเครื่องดื่มนั้น ๆ (ไพโรจน์, 2535; Ashurst, 2005)

บริษัท Euromonitor International ได้ทำการวิจัยในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่า ปี 2552 มีการบริโภคเครื่องดื่มไม่ผสมแอลกอฮอล์ประเภทพร้อมดื่มอยู่ที่ 76.2 ลิตร/คน/ปี ซึ่งเครื่องดื่มประเภทฟังก์ชันนอลหรือเครื่องดื่มเสริมคุณค่าทางโภชนาการ (fortified/functional beverage) มีการเติบโตลดลงเป็นร้อยละ 5.5 อันเนื่องจากภาวะเศรษฐกิจชะลอตัว แต่ยังคงมีมูลค่าสูงถึง 18,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ทั้งนี้เครื่องดื่มประเภทยังได้รับความสนใจและมีศักยภาพที่น่าจะเติบโตได้ในอนาคต รองจากเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ผลิตจากธรรมชาติ สาเหตุมาจากการที่ชาวเอเชียตื่นตัวเกี่ยวกับสุขภาพและตระหนักว่าอาหารสามารถเสริมสุขภาพรวมถึงป้องกันโรคได้ ทำให้มีผลิตภัณฑ์เปิดตัวออกมามากมายในช่วงปี 2552-2553 โดยคาดการณ์ว่าจะมีการเติบโตอย่างมากราว 5 ปีข้างหน้า เนื่องจากปัจจุบันการบริโภคต่อคนยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (Warangkana, 2010)

2.8.2 เครื่องดื่มผง

ปัจจุบันการผลิตเครื่องดื่มผงมีความสนใจกันมากขึ้นในประเทศไทย โดยกระบวนการผลิตเครื่องดื่มผงจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิชาการในการทำให้เป็นผง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเหมาะสมซึ่งปัจจุบันเครื่องดื่มผงที่รู้จักกันดีคือ นมผงและกาแฟผง แต่ที่จริงการผลิตเครื่องดื่มผงยังสามารถนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ เช่น เครื่องดื่มสมุนไพรผง เครื่องดื่มมะนาวผง เครื่องดื่มผงอัดก๊าซต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มผงต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเทียบกับการทำแห้งหรือการระเหยน้ำแบบอื่น ทำให้เครื่องดื่มที่ทำเป็นผงปกติเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาแพง เพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายในการผลิต หลักการทำเครื่องดื่มผงเป็นการทำแห้งอาหารชนิดหนึ่ง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาจะมีลักษณะเป็นผง มีการละลายน้ำดี มีความชื้นต่ำ ปกติประมาณร้อยละ 5 สามารถเก็บได้นานที่อุณหภูมิห้องและสะดวกต่อการขนส่งทางการค้า

แต่เดิมการผลิตเครื่องดื่มผงมีปัญหาในแง่มีกลิ่นรสหลงเหลือน้อยมาก ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อคงไว้ซึ่งกลิ่นของเครื่องดื่ม เช่น เครื่อง Spray drier และ Freeze drier มาใช้ นอกจากนี้ยังมีกรรมวิธีอื่น ๆ อีก เช่น การตากแห้งบดละเอียด การใช้สารช่วยกักเก็บกลิ่น หรือการใช้ส่วนประกอบให้กลิ่นที่เป็นผงมาผสมภายหลัง (ไพโรจน์, 2535)

เครื่องดื่มผงแบ่งตามกรรมวิธีการผลิตเป็น 3 ประเภท คือ

1. เครื่องดื่มน้ำผลไม้แท้ผง ได้จากการสกัดน้ำผลไม้แท้และนำเข้าสู่เครื่อง Spray drier เพื่อฉีดอาหารให้เป็นฝอยและกระทบกับความร้อนทำให้เป็นผง ต่อมามีการใช้เครื่อง freeze drier เพื่อเพิ่มการละลายให้มากขึ้น แต่วิธีการนี้มีการลงทุนค่อนข้างสูง

2. เครื่องคั้นดัดแปลงผง หรือเครื่องคั้นกึ่งแท่ง เป็นเครื่องคั้นที่ผลิตได้จากการสกัด น้ำผลไม้หรือหัวน้ำเชื้อ และนำไปฉีดลงบน carrier หรือสารประกอบหลัก เพื่อดูดซึม กลิ่นรสของผลไม้ไว้แล้วจึงนำไปตากแห้งและบดละเอียดผสมกับองค์ประกอบผง อื่น ๆ เพื่อผลิตเป็นเครื่องคั้นผงตามต้องการ เช่น การผลิตเค้กช่วยผง จิงผง เป็นต้น
3. เครื่องคั้นผงอัดก๊าซ เป็นเครื่องคั้นที่มีการเลียนแบบเครื่องคั้นอัดลม แต่ทำในลักษณะ ผง เมื่อนำไปละลายน้ำจะเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างโซเดียมไบคาร์บอเนตกับกรด ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีรสซ่าเกิดขึ้นได้

2.9 การวิเคราะห์เชิงพรรณนาแบบผสมผสาน (Hybrid descriptive analysis)

วิธีที่พัฒนาเพื่อให้มีการนำมาใช้งานได้สะดวกขึ้น ไม่ต้องอ้างอิงวิธีการที่เป็นวิธี มาตรฐานทางการค้าแบบ วิธีการทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณ QDA[®] (Targon Corp., Redwood City, CA) หรือ สเปกตรัมลักษณะทางประสาทสัมผัส Spectrum[™] (Sensory spectrum, Inc., Chatham, NJ) และเพื่อให้ได้คุณลักษณะเฉพาะพร้อมความเข้มของผลิตภัณฑ์และตัวอย่าง มาตรฐานอ้างอิง บนสเกลเส้นตรงแบบไม่มีโครงร่าง 150 มิลลิเมตร พร้อมขีดกั้นหัวท้ายที่ตำแหน่ง 12.5 และ 137.5 มิลลิเมตร (Resurreccion, 1998) ผู้ดำเนินการทดสอบต้องปฏิบัติตามแบบแผนการ ทำงานที่ได้วางไว้อย่างเคร่งครัด สำหรับวิธี Hybrid descriptive analysis มีขั้นตอนทั่วไปในการ ดำเนินการทดสอบแบบง่าย ๆ ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน (Lawless and Heymann, 1998) คือ

- 1) ขั้นตอนการฝึกฝนผู้ทดสอบ (ผ่านการทดสอบ ตามมาตรฐาน ASTM (1992) 10-15 คน) สามารถทำได้ 3 แบบ คือ แบบที่ 1 เรียกว่าแบบ Consensus training ซึ่งเป็นการฝึกฝน พัฒนา คำศัพท์ รวมทั้งกำหนดตัวอย่างอ้างอิงในกลุ่มผลิตภัณฑ์เฉพาะที่จะนำมาทดสอบ โดยผู้ทดสอบจะ ลงความเห็นร่วมกันในการหาคำศัพท์ที่บ่งบอกความแตกต่างที่เกิดขึ้นในกลุ่มตัวอย่างเฉพาะที่นำมา ทดสอบ แบบที่ 2 เรียกว่าแบบ Ballot training คือ การฝึกฝนผู้ทดสอบในการพัฒนาคำศัพท์และ กำหนดตัวอย่างอ้างอิง รวมทั้งลำดับการเกิดความรู้สึกรู้สึกจาก การนำเสนอผลิตภัณฑ์หลากหลาย ๆ ชนิดที่อยู่ภายในกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกันเพื่อให้ได้รายการคำศัพท์และตัวอย่างอ้างอิงที่เหมาะสมที่ สามารถนำไปใช้ประเมินในกลุ่มผลิตภัณฑ์ดังกล่าว และแบบที่ 3 คือแบบผสมผสานของทั้งสอง แบบ

- 2) ขั้นตอนการวัดค่าความแม่นยำในการประเมิน หลังจากผ่านการฝึกฝนมาระยะเวลา หนึ่ง จะดำเนินการให้ผู้ทดสอบฝึกการประเมินตัวอย่างจริงหลาย ๆ ชุดการทดสอบและทำการวัด

ความแน่นอนในการประเมินตัวอย่างของผู้ทดสอบว่ามีความแม่นยำหรือไม่ ผลการประเมินที่ได้จะทำให้ทราบว่าจำเป็นต้องฝึกฝนผู้ทดสอบเพิ่มเติมหรือไม่ก่อนการดำเนินการทดสอบจริง

3) ขั้นตอนการประเมินตัวอย่าง จะดำเนินการให้ผู้ทดสอบแต่ละคนประเมินตัวอย่างจริงในคูหาการทดสอบ (Individual booth) และมีการนำเสนอตัวอย่างให้กับผู้ทดสอบแบบสุ่ม ใช้รหัสตัวอย่างและลอคอคติทุกอย่างที่คาดว่าจะมีขึ้นในการทดสอบและทำการทดสอบซ้ำการทดลองอย่างน้อย 2-3 ซ้ำชุดการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือก่อนไปวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยวิธีการทางสถิติต่อไป



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved