บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชา (Tea)

ชาเป็นพืชที่มาจากพืชในตระกูลคาเมลเลีย ไซเนนซิส (*Camellia sinesis*) ต้นชาสายพันธุ์ คาเมลเลีย ไซเนนซิสเป็นชาที่มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในประเทศจีน เจริญเติบโตในแถบที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่สูง อากาศเย็น ต้นชาชนิดนี้ให้ใบเล็ก ขนาดยาวประมาณ 3 นิ้ว กว้างประมาณ 1 นิ้ว ส่วนอีกสายพันธุ์หนึ่งคือ คาเมลเลีย แอสซามิกา ซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นของอินเดียและเจริญเติบโตได้ดีในภูมิประเทศเขตร้อนปานกลาง ต้นชาชนิดนี้ให้ใบใหญ่กว่าโดยอาจให้ใบที่กว้างถึง 4 นิ้ว ยาว 10 นิ้ว โดยนิยมปลูก 2 สายพันธุ์ คือ

1. ชาจีน (*Camellia sinensis* Var. *sinensis*) มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในประเทศจีน เจริญเติบโตในแถบที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่สูง อากาศเย็น เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีก้านใบสั้น มีใบขนาดเล็กยาวประมาณ 3 นิ้ว กว้างประมาณ 1 นิ้ว

2. ชาอัสสัม (*Camellia sinensis* Var. *assamica*) มีแหล่งกำเนิดมาจากประเทศอินเดีย ชาอัสสัม จะมีลักษณะใบชาที่ใหญ่กว่าชาพันธุ์จีน โดยอาจให้ใบที่กว้างถึง 4 นิ้ว ยาว 10 นิ้ว เป็นพันธุ์ชาที่เจริญเติบโตได้ดีตามป่าที่มีร่มไม้ และแสงแดดผ่านได้พอประมาณ (พนม, 2546) การปลูกชาอัสสัมเพื่อนำใบชาไปผลิตเป็นชาเพื่อชงดื่มนั้นได้แพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากการดูแลรักษาง่ายกว่าการปลูกชาสายพันธุ์จีน ทำให้ต้นทุนการผลิตชาไม่สูงมากนัก และใบชาที่ได้สามารถนำไปผลิตได้ทั้งชาดำและชาเขียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2.1 ยอดอ่อนใบชา

ที่มา : Gadsden, (2009)

ชนิดของชา

แบ่งตามกระบวนการผลิตชาที่แตกต่างกันสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทได้แก่

1. ชาที่มีการหมักอย่างสมบูรณ์ (fermented tea processing) ได้แก่ ชาดำ (black tea) หรือชาฝรั่ง เป็นชาที่นิยมดื่มกันทั่วโลก ใบชาแห้งที่ได้จะมีสีดำเข้ม-น้ำตาลเข้ม อาจเรียกว่าชาแดง เมื่อสีของน้ำชาเป็นสีทองแดง หรือเรียกว่าชาดำ ตามสีใบชาแห้ง การผลิตชาฝรั่งจะให้สีและรสชาติเข้มข้นที่สุด

2. ชากึ่งหมัก (semi-fermented tea processing) ได้แก่ ชาอูหลง (oolong tea) เป็นชาที่มีการหมักในระหว่างการผลิตบางส่วน หรือประมาณ 10-80% โดยเพิ่มขั้นตอน การนำใบชาสดมาผึ่งแดด 20-40 นาที ใบชาจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น แล้วทำการนวดใบชา เพื่อให้ผิวนอกของใบช้ำ โดยจะกระตุ้นสารแทนนิน (tannin) ที่อยู่ภายใน ทำให้เกิดสีและรสฝาดขมในน้ำชา จากนั้นนำไปผึ่งในที่ร่มพร้อมเขย่ากระตุ้นยอดชาให้ตื่นตัวเพื่อเร่งการหมักให้เกิดพอเพียง 10-80% รสชาติน้ำชาที่ได้จะเข้มข้นและมีกลิ่นหอม รสฝาดชุ่มคอ สีของน้ำชาขึ้นอยู่กับความแก่-อ่อนของการหมักหรือระยะเวลาการผึ่งและเขย่าเพื่อการกระตุ้นการหมัก เช่น เหลืองอมเขียว น้ำตาลอมเขียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ชาที่ไม่เกิดขบวนการหมัก (non-fermented tea processing)ในขบวนการผลิต ได้แก่ ชาเขียว ในขั้นตอนการผลิตมีให้ความร้อนที่ไม่สูงมาก โดยนำยอดใบชาอ่อนมาผ่านไอน้ำหรืออบด้วยความร้อน เพื่อหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ในการย่อยสลายตัวเองทำให้ไม่เกิดการหมัก แล้วนำยอดใบชาสดมาทำให้แห้ง ได้ใบชาที่มีความสดอุดมไปด้วยสาร โพลีฟีนอล และยังมีสีเขียวจากคลอโรฟิลล์ที่ยังมีอยู่

จากประเภทของผลิตภัณฑ์ชา พบว่า กระบวนการที่แตกต่างก่อให้เกิดชาหลายชนิดและยังพบว่า ชาเขียวเป็นชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก จึงส่งผลให้ปริมาณสารคาเทชินมากกว่าชาชนิดอื่น (Almajano *et al*., 2008) สารคาเทชินในชาเขียวมีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนซ์ โดยมี EGCG ปริมาณมากที่สุด 50-80 เปอร์เซ็นต์ของสารคาเทชินทั้งหมด (Khan and Mukhtar, 2007) ซึ่ง EGCG มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ จากการทดลองของ Zaveri (2006) ในสัตว์ทดลองพบว่า EGCG สามารถจับกับอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิด เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคระบบประสาท และภาวะไขมันในเลือดสูง จากการทดสอบในหนูทดลอง พบว่า คาเทชินช่วยลดระดับกลูโคส และระดับอินซูลินในเลือดได้ (ประภัสสร, มปป.) การศึกษาทางด้านประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ชา พบว่าในชาแต่ละชนิด เช่น ชาดำ ชาอู่หลง และชาเขียว มีกลิ่นที่แตกต่างกัน โดย ชาดำจะมีกลิ่นหอมหวานของดอกไม้ผลไม้ มีกลิ่นหมักและจะมีกลิ่นใกล้เคียงกับชาอู่หลงแต่กลิ่นหมักในชาดำจะเข้มข้นมากกว่า โดยจะแตกต่างกับชาเขียวที่มีกลิ่นหอมสดชื่นและไม่มีกลิ่นหมักเหมือนกับชาดำและชาอู่หลง (Togari *et al*., 1995) การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาผู้ทดสอบต้องผ่านการฝึกฝน การใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนทำให้สามารถพรรณนาคุณลักษณะเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของผลิตภัณฑ์ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาสามารถนำมาอธิบายคุณลักษณะของกลิ่นรสชาเขียวได้ถึง 31 คุณลักษณะ ได้แก่ green, asparagus, beany, green herb-like, brown spice, floral, fruity, grain, bitter, astringent และ straw-like เป็นต้น (Lee and Chambers, 2007) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการกำหนดคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาเขียวที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องค์ประกอบในใบชา (chemical composition of tea) (ศักดิ์, 2543)

จากตาราง 2.1 แสดงองค์ประกอบของใบชา ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญมีดังนี้

1. โพลีฟีนอล (polyphenol)

สารกลุ่มโพลีฟีนอลหรือ ฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีคุณสมบัติ เป็นสารต้านออกซิเดชัน ซึ่งเป็นสารที่มีบทบาทสำคัญในการลดอัตราการเสี่ยงของอนุมูลอิสระที่จะเข้าไปทำลายในเซลล์ ซึ่งหากการทำลายเซลล์เกิดขึ้นจะส่งผลให้เกิดอาการโรคต่างๆ รวมทั้งโรคที่เกิดจากความเสื่อมที่เรียกว่า degeneration disease ดังนั้นคุณสมบัติป้องกันการเกิดออกซิเดชันหรือการลดอัตราการเสี่ยงของอนุมูลอิสระ จะส่งผลในการป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคที่เกิดขึ้นจากความเสื่อม โรคมะเร็ง เป็นต้น โดยสารโพลีฟีนอล ที่พบในชาเขียวได้แก่ EGCG, EGC, ECG, GC และ EC (ภาพ 2.2) ซึ่งประโยชน์ต่อสุขภาพในหลายทาง เช่น มีคุณสมบัติเป็น anti-inflammatory สามารถรักษาอาการอักเสบได้ สามารถลดระดับไขมันในเส้นเลือด ช่วยเพิ่มความร้อนให้แก่ร่างกาย ช่วยกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในลำไส้ได้

2. สารแทนนิน (tannin)

สารแทนนินในยอดชาจะฟอกเอนไซม์ polyphenooxidase และสีที่ได้จะเป็นสีแดงเรื่อ สารแทนนินในใบชาสดจะมีปริมาณ 22 % และหลังจากผ่านขบวนการผลิตจะเหลือประมาณ 10-15% สารแทนนินจะเข้มข้นขึ้นเมื่อได้รับความร้อน เช่น การเก็บยอดชา การอัดใบชาแน่นตะกร้า ทำให้น้ำชาที่ได้ออกมาเมื่อผ่านขบวนการผลิตแล้ว รสน้ำชาจะไม่เข้มข้นและสีหม่นลง

3. เพคติน (pectic acid)

กรดเพคติกเกิดขึ้นจากเอนไซม์ pectase ที่ย่อยสาร pectin เป็น pectic acid และ methyl alcohol ซึ่ง methyl alcohol จะระเหยไปในระหว่างการหมักและอบแห้ง ขณะที่กรดเพคติกจะทำให้ใบชามีสภาพความเป็นกรดมากขึ้น และในสภาพที่เหมาะสม กรดเพคติกสามารถเปลี่ยนชาหมักกลายเป็นสารเหลวเยลลี่ได้ การเกิดกรดเพคติกจากสารเพคติกนั้นขบวนการเป็นอย่างช้าๆ และช้ากว่ากระบวนการ oxidation ของสารต่างๆในใบ แต่ถ้าหากเกิดกรดเพคติกแล้วกรดนี้จะทำให้การ oxidation ช้าลง

4. คาเฟอีน (caffeine)

คาเฟอีน มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีรสขม มีฤทธิ์กระตุ้นหัวใจและระบบประสาทส่วนกลางอย่างอ่อน ช่วยให้สมองที่เฉื่อยชา มีการตื่นตัวมากขึ้น นอกจากนี้ยังไปกระตุ้นกระเพาะอาหารให้หลั่งกรดบางชนิดออกมาเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร และขยายถุงลมในปอด สำหรับฤทธิ์ของคาเฟอีนที่มีผลต่อร่างกาย พบว่าค่าความปลอดภัยอยู่ที่ 100-300 มิลลิกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 องค์ประกอบของใบชาสด

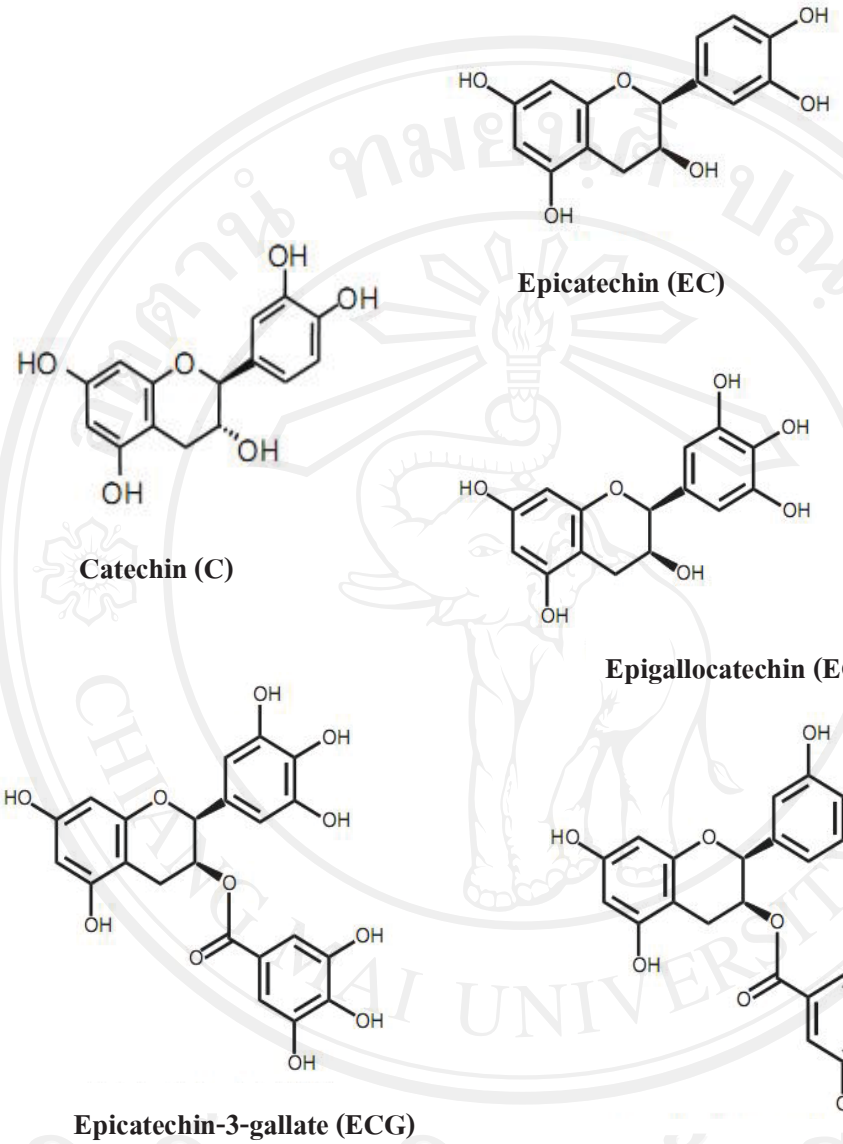
ส่วนประกอบ	น้ำหนักแห้ง (%)
สารอินทรีย์	93-96
โปรตีน	20-30
กรดอะมิโน (Theanine)	1-4
อัลคาลอยด์ (Caffeine)	3-5
โพลีฟีนอล (Catechin)	20-35
คาร์โบไฮเดรต (Polysaccharide)	20-25
ไขมัน	8
เม็ดสี	1
สารประกอบกลิ่น	0.005-0.03
วิตามิน (A D E K B_2 C)	0.6-1
กรดอินทรีย์ (Oxalic, malic, citric)	3
สารอินทรีย์	4-7
โปตัสเซียม	1.76
แคลเซียม	0.41
ฟอสฟอรัส	0.32
แมกนีเซียม	0.22
เหล็ก	0.15
แมงกานีส	0.12
ซัลเฟอร์	0.088
อลูมิเนียม	0.069
โซเดียม	0.03
ซิลิกอน	0.024
สังกะสี	0.003
ทองแดง	0.002

ที่มา : กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร (2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนประกอบที่สำคัญของชา ได้แก่ ความชื้น แทนนิน สารประกอบไนโตรเจน (รวมทั้งคาเฟอีน) น้ำมัน แวกซ์ แร่ธาตุ (โดยเฉพาะเกลือโปแตสเซียม) และกาก ชาที่ดีจะมีกลิ่นหอม ส่วนประกอบที่มีผลต่อกลิ่นของชา คือ คาเฟอีน แทนนิน และน้ำมันที่ระเหยได้ ชาที่ดีจะมีอัตราส่วนของคาเฟอีนต่อแทนนิน ประมาณ 1:3 ชาดำจะมีน้ำมันที่ระเหยได้น้อยกว่า 0.05% นอกจากนั้นในชาเขียวยังมีสารประกอบอื่นๆ ซึ่งมีประโยชน์อีก เช่น วิตามินซี พบว่า ชาเขียวหนึ่งถ้วยมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าส้มหนึ่งผล (Hodgson *et al*., 2002) ช่วยลดอาการเครียด ป้องกันหวัดและไข้หวัดใหญ่วิตามินบีรวม ช่วยในการเพิ่มอัตราการเผาผลาญอาหาร วิตามินอี ช่วยคงความอ่อนเยาว์ และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.2 โครงสร้างของสารประกอบคาเทชิน

ที่มา : Johnson *et al.* (2010), Morita *et al.* (2009)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การต้านการเกิดอนุมูลอิสระของชา

ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระจัดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (free radical chain reaction) ซึ่งมีกลไกการเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเรียกว่าขั้นตอนอินนิทิเอชัน (initiation step) เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระ ขั้นตอนที่สองเรียกว่าพรอพาเกชัน (propagation step) เป็นขั้นตอนที่อนุมูลอิสระถูกเปลี่ยนไปเป็นอนุมูลตัวอื่น และขั้นตอนสุดท้ายเรียกว่าขั้นตอนเทอร์มิเนชัน (termination step) เป็นขั้นตอนที่มีการรวมกันของอนุมูลอิสระ 2 อนุมูล ได้เป็นสารที่มีความเสถียร (Pratt and Hudson, 1990)

2.2.1 ขั้นตอนอินนิทิเอชัน (initiation step)

ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระในเซลล์ มักเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการสลายพันธะด้วยน้ำ (hydrolysis) แสง (photolysis) รังสี (radiolysis) หรือปฏิกิริยารีดอกซ์ (redox reaction) นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์อื่นๆอีกหลายชนิด ที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นในเซลล์ รวมถึงโมเลกุลที่มีความไวสูงในการทำปฏิกิริยาเช่น nitric oxide (NO) และ singlet oxygen ($^1O_2$) ซึ่งหมายถึงออกซิเจนในสถานะที่ถูกกระตุ้น (excited state) สิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดขั้นตอนอินนิทิเอชันของปฏิกิริยาการเกิดปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ ดังสมการที่ (1)

$$\mathbf{RH} \longrightarrow \mathbf{R^{\cdot} + H^{\cdot}} \qquad \mathbf{(1)}$$

Singlet oxygen เมื่อทำปฏิกิริยากับไขมัน (RH) จะทำให้เกิดไฮโดรเปอร์-ออกไซด์ (Pratt and Hudson, 1990) ดังสมการที่ (2)

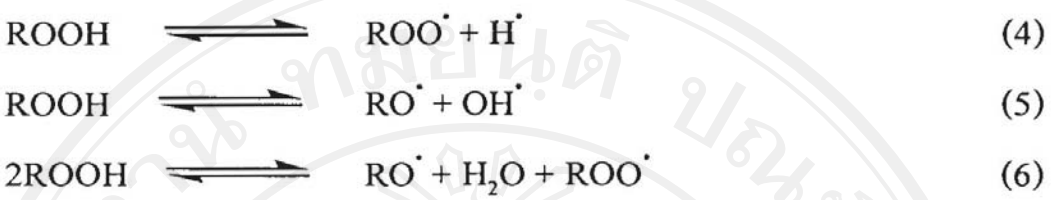
$$RH + {}^1O_2 \longrightarrow ROOH \qquad (2)$$

นอกจากนี้ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ยังเกิดขึ้นได้ในปฏิกิริยาที่มีออกซิเจนในสถานะ ground state ซึ่งเรียกว่า triplet oxygen ($^3O_2$) และมีเอนไซม์ lipoxygenase อยู่ด้วย ดังสมการที่ (3)

$$RH + {}^3O_2 \xrightarrow{\text{lipoxygenase}} ROOH \qquad (3)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธะ O-O ในโมเลกุลของไฮโดรเปอร์ออกไซด์เป็นพันธะที่อ่อน จึงถูกสลายได้ง่าย ทำให้เกิเป็นอนุมูลอิสระ ซึ่งถือเป็นขั้นตอนอินนิทิเอชันของปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ ดังสมการที่ (4)-(6)

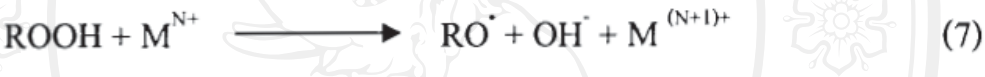


$$ROOH \rightleftharpoons RO^{\bullet} + H^{\bullet} \quad (4)$$

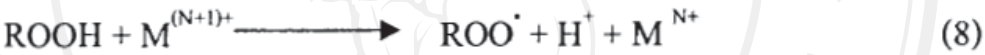
$$ROOH \rightleftharpoons RO^{\bullet} + OH^{\bullet} \quad (5)$$

$$2ROOH \rightleftharpoons RO^{\bullet} + H_2O + ROO^{\bullet} \quad (6)$$

ในปฏิกิริยาที่มีโลหะไอออน เช่น เหล็ก และทองแดง พบว่าจะเป็นการช่วยเร่งการสลายโมเลกุลของไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้น ดังสมการที่ (7) และ(8)



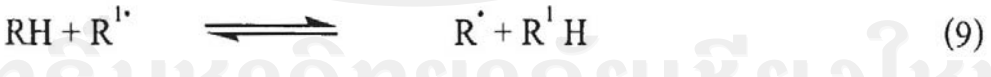
$$ROOH + M^{N+} \longrightarrow RO^{\bullet} + OH^{-} + M^{(N+1)+} \quad (7)$$



$$ROOH + M^{(N+1)+} \longrightarrow ROO^{\bullet} + H^{+} + M^{N+} \quad (8)$$

2.2.2 ขั้นตอนพรอพาเกชัน (propagation step)

อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในขั้นตอนอินนิทิเอชันจะดำเนินปฏิกิริยาต่อไปในขั้นตอนพรอพาเกชัน โดยเกิดปฏิกิริยาขึ้น 2 ทางคือ โดยการดึงเอาอะตอมไฮโดรเจนจากโมเลกุลข้างเคียงหรือโดยการทำปฏิกิริยากับโมเลกุลออกซิเจนที่อยู่ในสถานะ ground state ทำให้เกิดอนุมูลอิสระตัวใหม่ ดังสมการที่ (9) - (11)



$$RH + R^{1\bullet} \rightleftharpoons R^{\bullet} + R^{1}H \quad (9)$$

$$R^{\bullet} + {}^{3}O_2 \rightleftharpoons ROO^{\bullet} \quad (10)$$

$$ROO^{\bullet} + RH \rightleftharpoons ROOH + R^{\bullet} \quad (11)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.3 ขั้นตอนเทอร์มิเนชัน (termination step)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น 2 อนุมูล มารวมกันได้เป็นสารที่มีความเสถียร จึงเป็นการหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระ ดังสมการที่(12) และ (13)

$$ROO^{\cdot} + ROO^{\cdot} \rightleftharpoons ROOR + O_2 \quad (12)$$

$$ROO^{\cdot} + R^{\cdot} \rightleftharpoons ROOR \quad (13)$$

สารต้านออกซิเดชัน (antioxidants) ในธรรมชาติ

สารต้านออกซิเดชัน คือ สารต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน สามารถป้องกันหรือยืดระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาให้เกิดได้ช้าลง ซึ่งในการแบ่งกลุ่มของสารต้านออกซิเดชันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบ่งตามกระบวนการการสร้างของร่างกาย เมื่อแบ่งสารต้านออกซิเดชันตามกระบวนการสร้างของร่างกายสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือสารต้านออกซิเดชันที่ร่างกายสามารถสร้างขึ้นเองได้กับที่ไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ต้องรับจากอาหารเท่านั้น

1.1 สารต้านออกซิเดชันที่ร่างกายสร้างขึ้นเอง ได้แก่ เอนไซม์ต่างๆและสารเคมีที่ร่างกายสร้างขึ้นเองได้ เพื่อทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ ซึ่งเอนไซม์จะมีความจำเพาะเจาะจงกับซับสเตรท (substate) แต่ปริมาณของเอนไซม์ที่ร่างกายผลิตออกมาอาจไม่เพียงพอต่ออนุมูลอิสระ นอกจากนี้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจากปัจจัยภายนอกร่างกาย เอนไซม์และสารเคมีที่ร่างกายสร้างขึ้นมานั้นไม่สามารถต่อต้านหรือเข้าไปทำปฏิกิริยาเพื่อกำจัดอนุมูลอิสระเหล่านั้นได้ จึงจำเป็นต้องรับประทานอาหารที่มีสารต้านออกซิเดชันด้วย

1.2 สารต้านออกซิเดชันที่ได้รับจากอาหาร ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และสารอาหารในพืช ซึ่งสารต้านออกซิเดชันเหล่านี้เป็นสารที่ได้จากการรับประทานอาหารเข้าไปเท่านั้น ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ สารต้านออกซิเดชันเหล่านี้ส่วนใหญ่จะพบมากในผัก ผลไม้ที่มีสีสัน เช่นสีเหลือง สีแดง สีส้ม สีเขียว สีม่วง เป็นต้น สารต้านออกซิเดชันเหล่านี้สามารถทำปฏิกิริยาได้ทั้งอนุมูลอิสระ ที่เกิดจากปัจจัยภายในและภายนอกร้างกาย แต่สารต้านออกซิเดชันที่พบได้ในพืชแต่ละชนิดนั้นก็มีปริมาณที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการที่จะได้รับสารต้านออกซิเดชันในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย จึงจำเป็นต้องบริโภคผักผลไม้ที่แตกต่างกันไปอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. แบ่งตามธรรมชาติ แต่ถ้าแบ่งสารต้านออกซิเดชันตามที่พบในธรรมชาติสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) สารต้านออกซิเดชันที่ร่างกายสร้างขึ้นเอง เช่น เอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase), เอนไซม์คะตะเลส (catalyst) เป็นต้น

2) วิตามิน เช่นวิตามินอี วิตามินซี เป็นต้น

3) แร่ธาตุ เช่น เซลิเนียม สังกะสี เป็นต้น

4) สารในพืชและในสัตว์บางชนิด เช่น เบต้าแคโรทีน ฟลาโวนอยด์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะจัดกลุ่มหรือแบ่งประเภทของสารต้านออกซิเดชันออกเป็นประเภทต่างๆ แต่สมบัติของสารเหล่านี้ยังคงเหมือนกัน คือเป็นสารต้านออกซิเดชัน ดังนั้นในการจัดกลุ่มจึงไม่สามารถแบ่งแยกความแตกต่างได้ เนื่องจากสารต้านออกซิเดชันเกือบทุกชนิดที่ยกตัวอย่างไว้ข้างต้นนั้น โดยส่วนใหญ่จะได้รับจากการบริโภคอาหารซึ่งมีสารเหล่านั้นครบถ้วนแล้ว จะมีความแตกต่างก็เพียงปริมาณที่ได้รับเข้าไปเท่านั้นเอง

2.3 ตะไคร้

ตะไคร้ มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. เป็นพืชล้มลุกรวมกันอยู่เป็นกอ ใบเดี่ยว เรียงสลับ ใบยาวแคบมีกลิ่นหอม มีเหง้าแข็งใต้ดิน ขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ สารสำคัญที่พบคือ น้ำมันหอมระเหย ชื่อว่า Lemon grass oil หรือ Verbena oil หรือ Molissa oil ซึ่งมีองค์ประกอบเป็น citral ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ประโยชน์ทางยาใช้ขับลม ขับเหงื่อ ทำให้กล้ามเนื้อคลายตัว (นิจศิริ, 2542)

สรรพคุณ

1. ฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ น้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ มีสารเคมีที่ออกฤทธิ์ลดการบีบตัวของลำไส้ คือ menthol, cineole, camphor, linalool จึงลดอาการแน่นจุกเสียด

2. ฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียสาเหตุอาการแน่นจุกเสียด สารเคมีในน้ำมันหอมระเหย คือ citral, citronellol, geraneol และ cineole มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้แก่ เชื้อ *E. coli*

3. ฤทธิ์ขับน้ำดี ตะไคร้มีสารช่วยในการขับน้ำดีมาช่วยย่อย คือ borneol fenchone และ cineole

4. ฤทธิ์ขับลม สาระสำคัญในการออกฤทธิ์ขับลม ได้แก่ menthol camphor และ linalool

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 ชะเอมเทศ

ชะเอมเทศ (*Glycyrrhiza glabra)* เป็นพืชสมุนไพรที่นิยมปลูกในภูมิภาคยุโรปตอนใต้และเอเชีย ได้ถูกนำมาใช้ทางการแพทย์นานหลายพันปี โดยในทางการแพทย์แผนจีนเป็นที่ทราบกันว่าชะเอมสามารถช่วยปรับปรุงระบบการย่อยอาหาร ช่วยรักษาสมดุลภายในตับ และช่วยบรรเทาความเครียด สำหรับองค์ความรู้ดั้งเดิมด้านสมุนไพรของชาวตะวันตก ชะเอมถูกนำมาใช้รักษาความเจ็บป่วยเนื่องจากภาวะอักเสบ รักษาโรคแผลในกระเพาะอาหาร และรักษาภาวะติดเชื้อไวรัส เช่น ไวรัสตับอักเสบและเริมที่ปาก ปัจจุบันสารสกัดจากชะเอมได้นำมาใช้แล้วในผลิตภัณฑ์กันแดดหลายอย่าง เนื่องจากมีสรรพคุณช่วยป้องกันการอักเสบ จึงช่วยลดความรุนแรงจากการถูกแสงแดดเผาผลาญได้ อย่างไรก็ตาม จากการค้นพบใหม่ๆ รวมถึงของนักวิจัยไต้หวันแสดงให้เห็นว่าสาร glycyrrhizin จากชะเอมอาจนำมาใช้พัฒนาในรูปครีมที่ออกแบบพิเศษเพื่อช่วยป้องกันและรักษามะเร็งผิวหนังได้ ขณะที่สำนักงานวิจัยโรคมะเร็งของอังกฤษเชื่อว่า ชะเอมสามารถใช้ป้องกันภาวะแดดเผาและมะเร็งผิวหนัง ซึ่งปัจจุบันเป็นมะเร็งชนิดที่พบมากสุดในกลุ่มประชาชนวัย 15 - 34 ปี ส่วนสถาบันโรคมะเร็งแห่งชาติในสหรัฐพบว่า สารสกัดจากชะเอมช่วยป้องกันการทำลายของรังสียูวี และสามารถลดผลกระทบจากแดดเผาได้ เนื่องจากทำปฏิกิริยาเสมือนสารต้านอาการอักเสบ (รุ่งรัตน์, 2540)

สรรพคุณ

1. นำมาเป็นยาบรรเทาอาการคออักเสบ
2. สารกลีเซอไรซิน เป็นสารที่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลถึง 50 เท่า
3. ต่อต้านภาวะติดเชื้อและบำบัดปัญหาที่เกิดจากต่อมหมวกไต
4. แก้กระเพาะอาหารเป็นแผลและแก้ท้องอืด

2.5 การทำแห้งโดยใช้ไมโครเวฟ

เครื่องอบแห้งที่ใช้ในอุตสาหกรรม ที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรมแบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ การอบแห้งที่เป็นแบบครั้งๆไป และการอบแห้งที่เป็นแบบต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานได้อีกหลายชนิด เช่น เครื่องอบแห้งระบบไมโครเวฟสุญญากาศ (วิไล, 2545)

เครื่องอบแห้งนี้ใช้หลักการลดจุดเดือดของน้ำในผลิตภัณฑ์ลง โดยใช้สภาวะสุญญากาศซึ่งสามารถทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อรักษาสี รูปทรง กลิ่น และสารอาหารให้ได้ใกล้เคียงกับของสด การให้ความร้อนโดยคลื่นไมโครเวฟแตกต่างจากการให้ความร้อนโดยวิธีปกติ ซึ่งการให้ความร้อนโดยวิธีปกตินั้น ความร้อนจะเคลื่อนที่จากผิวด้านนอกเข้าสู่ใจกลางของผลผลิตแล้วทำให้เกิดไอน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระเหยออกมา ผลผลิตจะค่อยๆแห้งจากผิวด้านนอกสู่แกนกลาง ผิวซึ่งแห้งแล้วก็จะเป็นฉนวนความร้อนทำให้การนำความร้อนลดลง จึงต้องใช้เวลาในการอบแห้งนานแล้วยังมีผลทำให้ผิวนอกแข็งและมีสีคล้ำ ส่วนวิธีการให้ความร้อนโดยคลื่นไมโครเวฟนั้น ทุกส่วนของผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบแห้งจะได้พลังงานพร้อมกัน ทำให้ไอน้ำที่เกิดขึ้นภายในผลิตภัณฑ์เคลื่อนที่จากภายในออกสู่ภายนอก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรูปทรงคล้ายรูปเดิม นอกจากนั้นการอบแห้งด้วยวิธีนี้จะใช้เวลาน้อยมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีใกล้เคียงกับของสดมาก

การออกแบบเครื่องอบแห้ง เพื่อให้ทนกับความดันบรรยากาศเมื่อภายในห้องอบแห้งเป็นสุญญากาศจึงเลือกห้องอบเป็นรูปทรงกระบอก เพื่อจะได้ใช้วัสดุน้อยแต่เนื่องจากการออกแบบห้องอบให้มีการกระจายคลื่นไมโครเวฟให้สม่ำเสมอนั้นเป็นไปได้ยาก เพราะคุณสมบัติของคลื่นมีการเสริมและหักล้างกันเนื่องจากตำแหน่งการติดตั้งตัวกำเนิดคลื่น และจากการสะท้อนผนังห้องอบแห้งจึงออกแบบให้นำวัตถุดิบใส่ในถังทรงกระบอกที่ออกแบบให้มีครีบภายใน เมื่อถังหมุนจะทำให้วัตถุดิบเกิดการเคลื่อนที่จากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน แล้วตกลงมาอย่างอิสระสู่ด้านล่างทำให้วัตถุดิบมีโอกาสรับพลังงานจากคลื่นไมโครเวฟอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ไอน้ำที่ระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ยังสามารถเคลื่อนที่ออกได้อย่างสะดวกทำให้การอบแห้งใช้เวลาน้อย

2.6 การทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design)

การทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design) เป็นการทดลองหาส่วนผสมของสูตร โดยอาศัยหลักการที่ว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของส่วนประกอบใด ส่วนประกอบที่เหลือในสูตรจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงด้วย และผลรวมของส่วนประกอบทั้งหมดต้องเท่ากับ 1.0 หรือร้อยละ 100 (ไพโรจน์, 2539) เนื่องจากทุกปัจจัยรวมกันได้ร้อยละ 100 ดังนั้นสมการรีเกรสชัน (regression model) สำหรับ mixture design จึงไม่มีค่าคงที่ หรือเทอม b_0 (intercept) (Gacula, 1993) การวางแผนการทดลองแบบ mixture design มีแบบแผนการทดลองย่อย 4 แบบ ได้แก่ แบบ Scheffe' Simplex-Lattice แบบ Scheffe'Simplex-Centroid แบบ simplex axial และแบบ extreme vertices หรือ D-optimal (Hu, 1999) ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึง mixture design แบบ extreme vertices หรือ D-optimal

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology, RSM)

วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (response surface methodology) เป็นตัวแทนทางเรขาคณิตที่ได้รับเมื่อผลตอบสนองของตัวแปร (response) ถูกสร้างเป็นฟังค์ชันของตัวแปรเหล่านั้น เทคนิคทางสถิตินี้ใช้แผนภาพ contour plot ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่สนใจ ผลที่ได้คือ สามารถที่จะหาสูตร หรือสภาวะที่เหมาะสม (optimization) จากความสัมพันธ์เหล่านั้นได้ เมื่อพิจารณาปัจจัยที่สนใจเหล่านั้นพร้อม ๆ กัน (Gacula and Singh, 1984) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของวิธีการ RSM สามารถแสดงได้ดังสมการ 2.1

$$Y=f(X_1,X_2,\ldots,X_k) + E \qquad \text{สมการ 2.1}$$

โดยที่ Y คือ ค่าตอบสนองซึ่งเป็นตัวแปรตาม และ $X_1, X_2, \ldots,X_k$ คือ ตัวแปรที่สนใจซึ่งเป็นตัวแปรต้น E คือ error term ของความสัมพันธ์ ฟังค์ชั่นของตัวแปรเหล่านี้มักใช้สมการลำดับที่ 1 (first order model) หรือ สมการลำดับที่ 2 (second order model) หรือสมการโพลิโนเมียล (polynomial model) เป็นตัวอธิบาย

ขั้นตอนการทำ RSM มีดังนี้

1. เลือกแผนการทดลองที่เหมาะสมที่จะให้ข้อมูลเพียงพอในการสร้าง contour plot
2. สร้างแบบจำลองหรือสมการเชิงเส้นที่ดีที่สุด
3. สร้าง contour plot หรือ surface plot จากสมการที่ได้
4. ตรวจสอบหาค่าจุดหรือพื้นที่ที่เหมาะสม (optimization)
5. พิสูจน์แบบจำลอง (validation) โดยการทำการทดลองใหม่จากจุดที่เหมาะสมภายใต้ขอบเขตของตัวแปรแต่ละตัว แล้วเปรียบเทียบค่าจากการทดลองและค่าที่ทำนายได้จากสมการ (อนุวัตร, 2550)

วิธีการ RSM ได้ถูกนำมาประยุกต์ในงานด้านอุตสาหกรรมเกษตรมากมาย เช่น ใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิต หรือพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีการใช้วิธี RSM ในการพัฒนาสูตร และกระบวนการผลิตภัณฑ์หลายประเภท (Prinyawiwatkul *et al*., 1993; Dutcosky *et al*., 2006; Charunuch *et al*., 2008; Sriwattana *et al*., 2008)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.7 การวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา

การวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา เป็นการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ การจำแนก การอธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝน ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการที่สามารถให้ข้อมูลที่ถูกต้อง เชื่อถือได้ และมีค่าที่พบว่ามีความสัมพันธ์กับผลการวัดค่าด้วยเครื่องมือที่สูง ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรหลาย ๆ สาขา ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับผู้ประเมินซึ่งต้องผ่านการฝึกฝนที่ถูกต้อง (เพ็ญขวัญ, 2550)

2.7.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ

วิธีการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ คือ การบรรยายลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อย่างสมบูรณ์มีความละเอียดทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณของแต่ละลักษณะ การวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีนี้ อาศัยความสามารถของผู้ประเมินที่ผ่านการฝึกฝนในการบรรยายลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เป็นคำพูดและให้ความเข้มของแต่ละลักษณะเป็นตัวเลขโดยใช้สเกลเชิงเส้นตรงมาตรฐานที่มีความยาว 150 มิลลิเมตร กิจกรรมต่าง ๆ ในการวิเคราะห์จะดำเนินการโดยผู้นำกลุ่มซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ทำหน้าที่บริหาร และประสานงานการอภิปรายแต่ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นผู้ประเมิน

การเตรียมการ

1. การคัดเลือก

การคัดเลือกบุคคลเพื่อการประเมินต้องเป็นบุคคลที่มีคุณสมบัติดังนี้

- ใช้และคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการประเมิน
- มีความสามารถในการแยกแยะความแตกต่าง
- สามารถเข้าใจงานที่ต้องปฏิบัติ

2. ฝึกฝนผู้ประเมิน

ผู้ที่ผ่านการคัดเลือกต้องได้รับการฝึกฝนโดยผู้นำกลุ่มที่มีความเชี่ยวชาญ ซึ่งขั้นตอนการฝึกเป็นดังนี้

- การพัฒนาคำที่ใช้อธิบายลักษณะผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้ดำเนินการโดยผู้นำกลุ่มซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือจากสมาชิกในกลุ่ม ใช้การอภิปรายกลุ่ม 4-5 ครั้ง ครั้งละอย่างน้อย 90 นาที และผู้นำกลุ่มต้องกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วม

-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- การพัฒนาคำศัพท์ในขั้นตอนนี้ผู้ประเมินจะพิจารณาตัวอย่างที่แจกให้ว่ามีลักษณะใดบ้างที่พบระหว่างการประเมินผลิตภัณฑ์ อาจใช้ตัวอย่าง 3-4 ตัวอย่าง เพื่อให้ครอบคลุมลักษณะที่ต้องการให้ผู้ประเมินแต่ละคนบอกลักษณะที่พบและเขียนบนกระดาน นับจำนวนครั้งที่พบทำเช่นนี้จนครบทุก

- จัดกลุ่มลักษณะตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ตามลักษณะที่ประเมิน เช่น ลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และกำหนดความหมายของแต่ละลักษณะรวมทั้งวิธีการประเมินในช่วงที่ทำการฝึกฝน อาจมีการตัดบางลักษณะที่ซ้ำออก หรือทำการกำหนดความหมายของลักษณะใหม่เพื่อให้ง่ายในการเข้าใจ

- การใช้สเกลโดยการฝึกการทดสอบผลิตภัณฑ์โดยสเกลเชิงเส้นตรงมาตรฐานที่มีความยาว 150 มิลลิเมตร เริ่มจากตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง จากนั้นค่อย ๆ เพิ่มจำนวนตัวอย่างที่ใช้ มีการกำหนดทิศทางของสเกลกำหนดค่าที่ใช้บอกความเข้มของแต่ละลักษณะปลายสเกลทั้งสองข้าง

- ผู้ประเมินจะได้รับทราบผลการทดสอบของตนเองและปรับปรุงข้อบกพร่องในการประเมิน

จำนวนผู้ประเมินที่ใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณโดยทั่วไปจะใช้จำนวนผู้ประเมิน 10-12 คน แต่บางงานวิจัยใช้เพียง 8 คน หรือมากถึง 15 คน ผู้ประเมินที่มีประสบการณ์จะใช้เวลาในการฝึกฝนน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่มีประสบการณ์โดยเฉพาะในการประเมินผลิตภัณฑ์ที่คล้าย ๆ กัน

Lee and Chambers (2007) ได้พัฒนาคำศัพท์ทางด้านกลิ่นรสของชาเขียวได้ถึง 31 คุณลักษณะ โดยใช้ผู้บริโภคที่ได้รับการฝึกฝนมาแล้ว กลิ่นรสของชาเขียวได้มีการศึกษาทั้งทางด้านเคมีและและด้านประสาทสัมผัส ส่วนประกอบของสารระเหยได้ที่พบในชาเขียวมีมากกว่า 50 ชนิด รวมถึง nutty, popcorn-like, metallic, floral, meaty, fruity, potato, green, cucumber-like และ hay-like (Kumazawa and Masuda, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8 การทดสอบผู้บริโภค (consumer testing)

การทดสอบผู้บริโภค หมายถึง การทดสอบผลิตภัณฑ์โดยการใช้ผู้บริโภคที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน ซึ่งเป็นหรือกำลังจะเป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์เหล่านั้นจะถูกประเมินจากลักษณะปรากฏ รสชาติ กลิ่น การสัมผัส และการได้ยิน ส่วนการประเมินทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อวัด วิเคราะห์ และแปลความ ขณะที่รับความรู้สึกสัมผัสโดยการเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การชิมรส และการสัมผัส คำจำกัดความนี้ได้เป็นที่ยอมรับและรับรองโดยคณะกรรมการประเมินทางประสาทสัมผัสในองค์กรวิชาชีพต่าง ๆ เช่น The Institute of Food Technologists (IFT) และ The American Society for Testing and Materials (ASTM) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นระบบ จะมีการทดสอบผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคเป็นระยะ ๆ ผู้บริโภคจะมีบทบาทในการเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (product concept) การเลือกผลิตภัณฑ์จากสูตรตามความชอบของผู้ทดสอบ การประเมินผลผลิตภัณฑ์ขั้นทดลอง (pilot plant) และทดลองผลิตขั้นโรงงาน (process line) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคจัดว่ามีความสำคัญ เพราะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นได้รับความสนใจในเชิงพาณิชย์ (ไพโรจน์, 2539)

2.8.1 ประเภทของการทดสอบผู้บริโภค

แบ่งออกเป็น 4 ประเภทตามสถานที่ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้

1) การทดสอบในห้องปฏิบัติการ (laboratory test) วิธีนี้จะเป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ มีข้อดีคือ สะดวกสำหรับนักวิจัย ควบคุมการทดสอบได้ดี แต่มีข้อเสียคือ การทดสอบในห้องปฏิบัติการบางครั้งมีข้อจำกัด ไม่เหมือนการทดสอบจริง มีข้อจำกัดด้านเวลา จำนวนผู้ทดสอบที่ใช้ประมาณ 50 คน

2) การทดสอบประเภทสถานที่ชุมชน (central location test, CLT) วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด การทดสอบอาจทำ 1 ครั้ง หรือมากกว่านั้น และอาจใช้สถานที่ได้หลาย ๆ ที่นิยมทำการทดสอบในสถานที่ที่มีผู้บริโภคอยู่รวมกันจำนวนมาก จำนวนผู้ทดสอบที่ใช้ปกติ คือ 100 คน แต่อาจอยู่ในช่วง 50 – 300 คน ข้อดีของวิธีนี้ คือ ได้ผู้ทดสอบจำนวนมากที่เป็นผู้บริโภคที่แท้จริง สามารถทดสอบหลายๆ ตัวอย่างได้ แต่มีข้อเสียคือ มีข้อจำกัดด้านสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ บางครั้งอาจล่าช้าทำให้ผู้บริโภคไม่รอการทดสอบ มีข้อจำกัดด้านเวลา

3) การทดสอบประเภทห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่ (mobile laboratory test) การทดสอบนี้จะรวมเอาข้อดีของการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และการทดสอบประเภทสถานที่ชุมชนมาไว้ด้วยกัน การทดสอบทำโดยใช้รถพ่วงทำเป็นห้องทดสอบ และขับเคลื่อนไปจอดในที่ชุมชนที่มีผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ปกติใช้ผู้ทดสอบประมาณ 40 – 60 คนต่อผลิตภัณฑ์ แต่วิธีนี้มีข้อเสีย คือ ค่าใช้จ่ายสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) การทดสอบประเภทใช้ที่บ้าน (home-use test) วิธีนี้จะดำเนินการทดสอบที่บ้านของผู้ทดสอบแต่ละคน มีการควบคุมจากนักวิจัย ผู้ทดสอบจะทำการทดสอบภายใต้สภาวะการบริโภคจริง วิธีนี้มีข้อดี คือ ผลิตภัณฑ์ถูกทดสอบในบ้าน จึงเป็นสภาวะจริงของการบริโภค สามารถได้ข้อมูลการตลาดเพิ่มเติม ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ใช้เวลาในเตรียม และการดำเนินงานนาน ขาดการควบคุมในการทดสอบ มีต้นทุนในการทดสอบสูง ไม่สามารถทดสอบกับผลิตภัณฑ์ที่น่าเสียได้ง่าย ผลตอบกลับจากการทดสอบอาจได้รับน้อยกว่าที่ตั้งไว้

2.8.2 วิธีการสุ่มตัวอย่างในการทดสอบผู้บริโภค

ในการทดสอบผู้บริโภคนั้น ขั้นตอนการสุ่มเลือกผู้บริโภคในการทดสอบถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นการเลือกตัวแทนมาทำการศึกษา และสรุปผลที่ได้ไปยังผู้บริโภคโดยรวม วิธีการสุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ประเภทที่สำคัญ ได้แก่

1) การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (probability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่แต่ละหน่วยในตัวอย่างประชากรมีโอกาสที่จะได้รับเลือก และโอกาสที่แต่ละหน่วยข้อมูลจะได้รับเลือกจะต้องทราบ และไม่ใช่ศูนย์ วิธีการสุ่มประเภทนี้ ที่สำคัญ ได้แก่ การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling, SRS) การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic sampling, SYS) การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (stratified random sampling) การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster sampling) การสุ่มตัวอย่างตามพื้นที่ (area sampling)

2) การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (nonprobability sampling) การสุ่มตัวอย่างนี้มีลักษณะที่สำคัญ คือ ไม่ได้กำหนดโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่กลุ่มตัวอย่างจะถูกเลือกมาจากประชากรทั้งหมด จึงไม่สามารถประมาณความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างอย่างไรก็ตามการสุ่มวิธีนี้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยจริงเนื่องจากเลือกตัวอย่างผู้ทดสอบได้อย่างสะดวก การสุ่มตัวอย่างในลักษณะนี้ที่นิยมใช้ คือ การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (convenience sampling) การสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิจารณญาณ (judgment sampling) การสุ่มตัวอย่างโดยกำหนดโควตา (quota sampling) การสุ่มตัวอย่างแบบก้อนหิมะ (snowball sampling) (ศิริวรรณและคณะ, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8.3 วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการทดสอบผู้บริโภค

แบ่งได้ 2 วิธี คือ วิธีการเชิงคุณภาพ เช่น การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม และวิธีการเชิงปริมาณ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงปริมาณในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาเขียวผสมตะไคร้และชะเอมที่พัฒนา โดยใช้วิธี hedonic scale method ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ เริ่มคิดค้นในช่วงปี ค.ศ.1940 โดย Peryam และ Pilgrim โดยระดับคะแนนที่ใช้วัดจะเป็น 5 7 และ 9 คะแนน (Peryam and Pilgrim, 1957) ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ระดับคะแนนที่ 9 คะแนน (9 point hedonic scale)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved