บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชา

ชาเป็นผลผลิตทางเกษตรจากใบ ยอดอ่อน และก้านของต้นชา (*Camellia sinensis*) สามารถนำมาผ่านกรรมวิธีแปรรูปหลากหลาย ชายังหมายรวมถึงเครื่องดื่มกลิ่นหอมที่ทำจากพืชตากแห้งชนิดต่าง ๆ นำมาชง หรือต้มกับน้ำร้อน นอกจากนี้ชาเป็นเครื่องดื่มที่มีการบริโภคมากที่สุดเป็นอันดับ 2 รองจากน้ำเปล่า ซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคของคนทั่วโลกเช่นเดียวกับการบริโภค โกโก้ และกาแฟ โดยจีนเป็นประเทศแรกที่เริ่มนำชามาทำเป็นเครื่องดื่ม จากนั้นความนิยมในการดื่มน้ำชาได้แพร่หลายออกไปอย่างกว้างขว้างและกระจายไปทั่วโลก ทั้งในทวีปเอเชีย ยุโรป อเมริกา และบางประเทศในทวีปแอฟริกา (เจียวกู่หลานฟอร์ยู เชียงใหม่, 2556) ชาสามารถจัดจำแนกพันธุ์ โดยอาศัยลักษณะของใบและทรงพุ่มเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 พันธุ์ใหญ่ ๆ คือ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2559)

1. ชาจีน (China Tea)ชื่อวิทยาศาสตร์ *Camellia sinensis* Var. *sinensis* มีลักษณะโดยทั่วไป ลำต้นเป็นพุ่มเตี้ย ใบสีเขียวเข้ม ขนาดเล็ก ตั้งตรง ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย ชาพันธุ์นี้ปลูกมากในจีนและใต้หวัน สายพันธุที่นิยมปลูก ได้แก่ สายพันธุ์หย่วน จืออู่หลง และชิงชิงอู่หลง เป็นต้น

2.ชาอัสสัม (AssamTea)ชื่อวิทยาศาสตร์ *Camellia sinensis* Var. *assamica*(Mast.) มีลักษณะเป็นไม้ยืนต้น ใบใหญ่เป็นรูปรี ผิวใบเป็นคลื่น ปลายใบเหลียวแหลม และมีรสชาติเข้มข้นกว่าชนิดอื่น ๆ

3.ชาเขมร (Indo-China Tea) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Camellia sinensis* Var. *Indo-China* มีลักษณะลำต้นเดี่ยว ใบยาว ขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย แผ่นใบม้วนงอเป็นรูปคล้ายตัววีก้านใบสีแดง ในฤดูแล้งใบจะมีสีแดงเรื่อ ๆ พบมีปริมาณแทนนินสูงและสามารถทนแล้งได้ดี

2.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของชา

ชามีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนได้แก่ แทนนิน (Tannins) เมทิลแซนทิน (Methylxanthines) และส่วนที่ให้กลิ่นหอม (Aromatic Principles) ใบชาสดประกอบไปด้วย โปรตีน ไฟเบอร์ และเซลลูโลส ซึ่งมีปริมาณของแข็งรวมกันได้ร้อยละ 25และยังพบสารพอลิฟีนอล (Polyphenol)มากถึงร้อยละ 20-30 ซึ่งมีผลต่อรสฝาดและสีของน้ำชา นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ สมบัติการต้านอนุมูลอิสระทำให้พอลิฟีนอลในชามีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายอย่าง เช่น ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ (Yuanetal.,2011)ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและโรคหลอดเลือด ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด(Shojietal.,2006) และช่วยลดความอ้วน (Rainsetal.,2011) เป็นต้น สารพอลิฟีนอลที่พบส่วนใหญ่ คือ แทนนิน ที่พบในใบชาสดส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารคาเทชิน ที่มีประโยชน์ทางการแพทย์ ช่วยป้องกันโรคหัวใจ และยับยั้งการก่อตัวของโรคมะเร็ง (สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล และคณะ, 2551)

2.1.2 ประเภทของชา (Bancirova et al., 2010)

ชาสามารถแยกอย่างง่ายได้ 6ประเภทได้แก่ชาเขียว (GreenTea) ชาขาว (WhiteTea) ชาแดง (RedTea)ชาดำ(BlackTea) ชาอู่หลง (OolongTea) และชาผู่เอ๋อ (Pu-Erh Tea) ซึ่งแท้จริงแล้วชาที่กล่าวมาข้างต้น อาจมาจากชาต้นเดียวกัน แต่ผ่านกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันทำให้ได้ชาที่แตกต่างกัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ชาจะแบ่งออกตามกรรมวิธีการผลิตได้ 3 ประเภท คือ

2.1.2.1 ชาหมัก

เป็นการผลิตชาที่นำใบชาสดมาหมักเพื่อให้เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสในใบชาเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบพอลิฟีนอล ได้แก่ ชาแดง (Red Tea) ชาดำ (Black Tea) และชาผู่เอ๋อ (Pu-Erh Tea)

2.1.2.2 ชากึ่งหมัก

เป็นการผลิตชาที่นำใบชาสดมาผ่านกระบวนการหมักระยะสั้น ๆ ก่อนการนำไปคั่ว และอาจมีการเติมกลิ่นหรือเสริมสมุนไพรด้วยดอกไม้ ใบเตย ขิง และกุหลาบ ได้แก่ ชาอู่หลง (Oolong Tea)

2.1.2.3 ชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก

เป็นการผลิตชาที่นำใบชาสดมานึ่ง คั่ว และทำให้แห้ง โดยใช้วิธีให้ความร้อนหยุดยั้งการสลายตัวของยอดชาหรือปฏิกิริยาของเอนไซม์ในการย่อยสลายตัวเอง เรียกว่า การหมัก ได้แก่ ชาเขียว (Green Tea) และชาขาว (White Tea)

2.1.3 รูปแบบการบรรจุชาที่ขายในท้องตลาด (กิตยาภรณ์ ลำลึก, 2558)

2.1.3.1ใบชาผงในภาชนะปิดสนิท (LooseTea)เป็นชาแห้งที่บรรจุในกระป๋องหรือภาชนะปิดสนิท ซึ่งผู้ชงสามารถตวงปริมาณใบชาแห้งเองได้ตามต้องการ

2.1.3.2 ใบชาอัดแห้ง (Compressed Tea) เป็นชาแห้งที่อัดแน่นเพื่อสะดวกต่อการเก็บรักษาโดยจะถูกอัดเป็นก่อน เวลาจะนำมาชงให้ใช้ปลายมีดเขี่ยออกมาปริมาณที่ต้องการ ชาอัดแห้งสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าชาแห้งธรรมดา เนื่องจากมีส่วนที่สัมผัสกับอากาศได้น้อยกว่า

2.1.3.3ชาแท่งหรือชาแผ่น(TeaSticks)เป็นการบรรจุชารูปแบบใหม่ ซึ่งเป็นแท่งบรรจุชาสำหรับ 1 ที่ ภายในบรรจุชาหรือชาสมุนไพรกลิ่นรสที่ต้องการ วิธีการชงคือใส่แท่งชาลงในแก้ว เทน้ำร้อน แช่ไว้ 90 วินาที เพื่อสกัดกลิ่นรสของชาออกมา

2.1.3.4ชาสำเร็จ (InstantTae)เป็นน้ำชาเข้มข้นที่ถูกทำให้แห้งเป็นผง หรือเกล็ดละลายน้ำ เมื่อจะดื่มน้ำชาสามารถละลายน้ำได้ทันที สะดวกต่อการบริโภค และขนส่ง เช่น ชาผงสำเร็จรูปเนสที เป็นต้น

2.1.3.5 ชาถุง (Tea Bags) เป็นชาที่บรรจุถุงกระดาษหรือถุงผ้าไหมขนาดเล็ก ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการชง แต่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้ ใบชาแห้งซึ่งสัมผัสกับอากาศจะสูญเสียกลิ่นรสได้ง่ายและรวดเร็ว ส่วนใหญ่จะเป็นชาเกรดต่ำลงมา

2.1.3.6 ชาพร้อมดื่ม (Ready to Drink Teas) เป็นน้ำชาบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำชาธรรมดา น้ำชาที่เติมกลิ่นและสี ทำให้สะดวกต่อการบริโภคและการขาย น้ำชาประเภทนี้เป็นที่นิยมกลุ่มของวัยรุ่น โดยเฉพาะประเทศที่มีอากาศร้อน และนิยมดื่มชาเย็น

2.1.4 ชาสมุนไพร

ชาสมุนไพร (Herbal tea) หรือ ทิซาน (Tisanes) เป็นชาที่ไม่ได้ทำจากใบชาของต้นชา เหมือนใบชาชนิดอื่น ๆ แต่เป็นชาที่ได้จากการนำส่วนของพืช เช่น ใบ ดอก ผล หรือราก มาอบแห้ง แล้วนำมาชงดื่มคล้ายชา ตัวอย่างชาสมุนไพร เช่น ชามะตูม แง่งขิง ต้นตระไคร้ ใบเตย ใบหม่อน ดอกเก๊กฮวย เป็นต้น ชาสมุนไพรเป็นชาที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหรือสุขภาพ และสามารถช่วยบำบัดอาการบางอย่างได้ เช่น ชาดอกเก๊กฮวย ช่วยในเรื่องลดความวิตกกังวล ช่วยในเรื่องการผ่อนคลาย (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2555) ชาสมุนไพรที่ผลิตจากพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ จะมีสรรพคุณหลากหลายและยังมีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำพืชชนิดอื่นมาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรเพิ่มมากยิ่งขึ้น ได้แก่

ศศิธร แท่นทอง(2551)ผลิตชาเขียวจากต้นข้าวหอม โดยนำต้นอ่อนข้าวหอมอายุ 14–21 วัน มาหั่นตามขวางขนาด 1–2 เซนติเมตร นำไปคั่วในกระทะด้วยไฟอ่อน ๆ หรืออบอุณหภูมิ 80องศาเซลเซียส จนแห้ง จะได้ชาเขียวจากต้นอ่อนข้าวหอม ซึ่งมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ มีคลอโรฟิลล์ วิตามิน และสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และผลิตชาเขียวจากใบข้าวอ่อนบาร์เลย์โดยนำใบอ่อนต้นข้าวบาร์เลย์อายุ 15วัน หั่นตามขวางขนาด 1–2 เซนติเมตร นำไปคั่วในกระทะด้วยไฟอ่อน ๆ จะมีกลิ่น รสชาติ และคุณสมบัติคล้ายคลึงกับชาเขียวญี่ปุ่น จากการวิจัยพบว่า มีสารช่วยลดความดันโลหิต และมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด ในประเทศเกาหลีและประเทศญี่ปุ่นมีการนำชาต้นข้าวบาร์เลย์ซึ่งไม่มีรสชาติ มีแต่กลิ่นมาชงให้เด็กดื่ม เพื่อช่วยให้เด็กมีระบบการย่อยอาหารที่ดีขึ้นเด็กจะรู้สึกหิวเร็ว ช่วยกระตุ้นเด็กดูดนมดีขึ้น ซึ่งในประเทศญี่ปุ่นมีการผลิตชาข้าวบาร์เลย์ขายโดยบริษัทพีเจนท์

ธนกิจ ถาหมี และคณะ (2559)วิจัยและพัฒนาสูตรชาชงใบหม่อนผสมผลหม่อนโดยใช้การทดลองออกแบบส่วนผสม โดยทำการศึกษาสูตรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ชาจากใบหม่อนและผลหม่อน โดยทำการศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ ผลหม่อนสุกร้อยละ 20-60 ใบหม่อนอบแห้งร้อยละ 20-60 และผลหม่อนห่ามร้อยละ 20-60 ซึ่งพบว่าสัดส่วนที่เหมาะสม คือผลหม่อนสุกร้อยละ 46 ใบหม่อนอบแห้งร้อยละ 30 และผลหม่อนห่ามร้อยละ 24 ผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.273 ความชื้นร้อยละ 4.22 เถ้าร้อยละ 5.38 ค่า EC_{50} 287.08 มิลลิกรัมต่อ100 มิลลิลิตร ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด 5.67 มิลลิกรัมต่อกรัม แอนโทไซยานิน 170.49 มิลลิกรัมต่อ100 มิลลิลิตร เคอร์ซิติน 100.60 มิลลิกรัมต่อลิตร คาเทชิน 406.62 มิลลิกรัมต่อลิตร แทนนินร้อยละ 0.327 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และมีคะแนนความชอบเฉลี่ยทุกคุณลักษณะอยู่ในระดับชอบถึงชอบปานกลาง

พืชหรือส่วนต่าง ๆ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับชาสมุนไพร ล้วนเป็นพืชที่สามารถหาได้ง่าย ทรงคุณค่า และสรรพคุณมากมาย ดังนี้ (กิตยาภรณ์ ลำลึก, 2558)

1.ชามะตูม ทำจากผลแก่ของมะตูม บดเป็นผง ให้น้ำชาสีแดงออกน้ำตาล มีกลิ่นหอมหวานชวนดื่ม ส่วนใหญ่มักแต่งรสด้วยน้ำตาล มะตูมเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณ บำรุงธาตุ ทำให้ขับถ่ายดี เจริญอาหาร และขับเสมหะ เป็นต้น

2.ชาขิง ทำจากเหง้าขิงแก่ ที่มีน้ำมันหอมระเหย รสหวานเผ็ดร้อน มีสรรพคุณช่วยบรรเทาหวัด แก้คลื่นไส้ อาเจียน และเมารส เป็นต้น

3.ชาตระไคร้ ทำจากเหง้า ต้น และใบตระไคร้ อบให้แห้งแล้ว มีกลิ่นหอม มีสรรพคุณช่วยย่อยอาหาร ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะ และแก้ท้องอืด เป็นต้น

4.ชาใบเตย ทำจากใบเตยหอม อบ บดเป็นผง มีกลิ่นหอมชื่นใจ มีสรรพคุณขับปัสสาวะ ช่วยลดน้ำตาลในเลือด และโรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น

5.ชาใบหม่อน ทำจากใบหม่อน มีสรรพคุณช่วยลดความดันโลหิต ช่วยลดไขมันในเลือด แก้ร้อนใน และกระหายน้ำ

6.ชาดอกเก๊กฮวย ทำมาจากดอกเก๊กฮวยแห้ง ให้น้ำชาเหลือง มีสรรพคุณ ดับร้อน อาการปวดศีรษะ ตาแดง บำรุงประสาท และสายตา

2.2 ข้อกำหนดคุณภาพมาตรฐานอาหารประเภทชา

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากระทรวงสาธารณสุข 2522 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2562) (ฉบับที่196) พ.ศ. 2543 กำหนดให้ชาเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้

1) ชา แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

1.1ชา หมายความว่า ใบ ยอด และก้าน ที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล Camellia ที่ทำให้แห้งแล้ว

1.2ชาผงสำเร็จรูป (instant tea)หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำของเหลวซึ่งสกัดมาจากชาและนำมาทำให้เป็นผงกระจายตัวได้ง่ายเพื่อใช้เป็นเครื่องดื่มได้ทันที

1.3 ชาปรุงสำเร็จ หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชาตามข้อ 1 หรือ 2 มาปรุงแต่งรสในลักษณะพร้อมบริโภคและบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท ไม่ว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะเป็นชนิดเหลวหรือแห้งให้ถือว่าเป็นชา ซึ่งต้องปฏิบัติตามประกาศฉบับนี้ด้วย

2) ชาตามข้อ 1 (1.1) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

2.1 มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนัก

2.2มีเถ้าทั้งหมด (total ash)ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 และไม่เกินร้อยละ 8 ของน้ำหนักชาแห้ง

2.3 มีเถ้าที่ละลายน้ำได้ (water soluble ash) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 45 ของเถ้าทั้งหมด

2.4 มีสารที่สกัดได้ด้วยน้ำร้อน (hot water extract)ไม่น้อยกว่าร้อยละ 32 ของน้ำหนักชาแห้ง

2.5 มีคาเฟอีน (caffeine) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.5 ของน้ำหนัก

2.6 ไม่ใส่สี

ในกรณีที่ชามีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่น วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

3) ชาตามข้อ 1 (1.2) ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

3.1 มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก

3.2 มีเถ้าทั้งหมดไม่เกินร้อยละ 20 ของน้ำหนักชาผงสำเร็จรูปแห้ง

3.3มีคาเฟอีน (caffeine) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4.0 ของน้ำหนัก เว้นแต่ชาผงสำเร็จรูปที่สกัดคาเฟอีนออกแล้ว ให้มีคาเฟอีนได้ในปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

3.4 ไม่ใส่สี

ในกรณีชาผงสำเร็จรูปมีวัตถุอื่นผสมอยู่เพื่อแต่งกลิ่นหรือรส วัตถุที่นำมาผสมต้องไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย และต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

4) ชาตามข้อ 1 (1.3) ชนิดเหลว ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

4.1 มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของชา

4.2 ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบ

4.3 น้ำที่ใช้ผลิตต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

4.4ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อชาปรุงสำเร็จ 100 มิลลิลิตร โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)

4.5 ตรวจไม่พบ *Escherichia coli*

4.6 ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

4.7ไม่มีสารพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

4.8 ตรวจพบยีสต์และเชื้อรา ได้ดังนี้

4.8.1น้อยกว่า 1 ในชา 1 มิลลิลิตร สำหรับชาตามข้อ 1(1.3)ที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตด้วยวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยูเอชที

4.8.2น้อยกว่า 100 ในชา 1 มิลลิลิตร สำหรับชาตามข้อ 1(1.3) ที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยูเอชที

การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อราดังกล่าวให้ใช้วิธี BacteriologicalAnalyticalManual (BAM)Online.U.S. Food and Drug Administration ที่เป็นปัจจุบัน (updated version) หรือวิธีที่มีความถูกต้องเทียบเท่า (or equivalent method)”

4.9 ตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินที่กำหนด ดังต่อไปนี้

4.9.1 สารหนู ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

4.9.2 ตะกั่ว ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

4.9.3 ทองแดง ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

4.9.4 สังกะสี ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

4.9.5 เหล็ก ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

4.9.6 ดีบุก ไม่เกิน 250 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

4.9.7 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว1 กิโลกรัม

4.10 ให้ใช้วัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้

4.10.1ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

4.10.2กรดเบนโซอิกหรือกรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อชาปรุงสำเร็จชนิดเหลว 1 กิโลกรัม

5) ชาปรุงสำเร็จชนิดแห้ง ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

5.1 มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 6 ของน้ำหนัก

5.2 เมื่อละลายหรือผสมน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในฉลาก ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามข้อมูลข้างบนดังกล่าว

5.3 ตรวจพบยีสต์และเชื้อราได้น้อยกว่า 100 ในชา 1 กรัม

การตรวจวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อราดังกล่าวให้ใช้วิธี BacteriologicalAnalytical Manual (BAM)Online.U.S. Food and Drug Administration ที่เป็นปัจจุบัน (updated version) หรือวิธีที่มีความถูกต้องเทียบเท่า

2.3 ชะมวง (อร่าม อรรถเจดีย์, 2550)

วงศ์ : Gutttiferaceae หรือ Clusiacea

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Garcinia cowa* Roxb. Ex Choisy

ชื่อพื้นเมือง : ชะมวง (ไทยกลาง และตะวันออก) กะมวงหรือส้มมวง(ใต้) มวงส้ม (นครศรีธรรมราช) หมากโมก (อุดรธานี) และส้มมวง (อีสาน)

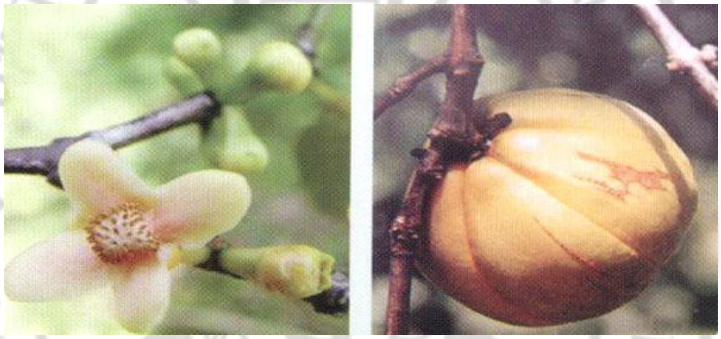
2.3.1 ลักษณะทางพฤกษาศาสตร์ (เต็ม สมิตินันท์, 2544)

2.3.1.1 ลำต้น : สูงประมาณ 15–20 เมตร เปลือกเรียบสีน้ำตาลอมเทา ต้นอายุมากมีเปลือกแตกสะเก็ด มียางสีเหลือง ต้นแตกกิ่งก้าน เปลือกต้นมักเกิดไลเคนเกาะหรือมีราเติบโตทำให้มองเห็นเป็นสีขาวของรา และสีเขียวของไลเคน โดยเฉพาะต้นที่เติบโตบริเวณป่าดิบชื้น หรือใกล้แหล่งน้ำเมื่อถากเปลือกจะพบเนื้อเปลือกเป็นสีแดงหรือออกชมพูเข้ม และมีน้ำยางไหลออกมา แสดงดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 ลักษณะลำต้นและใบชะมวง
ที่มา: ไทยเกษตรศาสตร์, 2556

2.3.1.2 ใบ : ใบชะมวงเป็นใบเดี่ยว แตกใบมากบริเวณปลายกิ่ง ใบออกเป็นคู่ ตรงข้ามกัน เป็นมุมฉาก มีรูปรี ค่อนข้างหนาแต่กรอบกว้างประมาณ 2.5–5เซนติเมตร ยาว8–13เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบมน แผ่นใบเรียบเป็นมัน ขอบใบเรียบมองเห็นเส้นใบไม้ชัดเจน ก้านใบยาว 0.5–1เซนติเมตร ใบอ่อนหรือยอดอ่อนมีสีม่วงแดง ใบแก่มีสีเขียวอ่อนและสีเขียวเข้มตามอายุใบ เมื่อเคี้ยวจะมีรสเปรี้ยว แสดงดังภาพที่ 2.1

2.3.1.3 ดอก : เป็นดอกเดี่ยวขนาดเล็ก ออกเป็นกระจุกตามซอกใบและกิ่ง ดอกมีสีเหลืองนวล ด้านในดอกมีสีชมพูหรือม่วงแดง กลีบดอกมี 4กลีบ ค่อนข้างแข็ง ขนาดกลีบเท่ากับกลีบเลี้ยง ดอกบานมีกลิ่นหอม ดอกตัวผู้และตัวเมียแยกต้นกัน ดอกตัวผู้มักออกตามซอกใบและกิ่ง 3–8ดอก ส่วนดอกตัวเมียออกบริเวณปลายยอด 2–5ดอก ติดดอกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ลักษณะดอกและผลชะมวง
ที่มา: ไทยเกษตรศาสตร์, 2556

2.3.1.4 ผล : มีลักษณะกลมเบี้ยวเล็กน้อย ผลเรียบเป็นมันมีร่องเป็นพู ขนาดผลประมาณ2.5–6.0เซนติเมตรตามสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่หรือสุกมีสีเหลือง และสุกจัดมีสีเหลืองออกส้ม เปลือกผลมียางสีเหลือง เนื้อหุ้มเมล็ดสีเหลือง ฉ่ำน้ำ เนื้อผลดิบมีรสฝาดอมเปรี้ยว เมื่อสุกออกเปรี้ยวมากกว่า เมล็ดแบนรี 4–6 เมล็ด แสดงดังภาพที่ 2.2

การเพาะปลูก ชะมวงพบได้ในป่าดงดิบและมีการปลูกทั่วไปทางภาคตะวันออกและภาคใต้ สามารถปลูกได้ด้วยเพาะเมล็ดและตอนกิ่ง (ก่องกานดา ชยามฤต, 2540) นอกจากนี้ยังมีการนำไปปลูกทดลองทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่าเจริญได้ดี (นิรนาม, 2547) นิยมปลูกเพื่อนำยอดอ่อนมาปรุงอาหาร นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรทั้งในราก ลำต้น ใบ ดอก และผล โดยมีสารหลายชนิดที่ออกกฤทธิ์ต้านการอักเสบ ต้านเชื้อจุลินทรีย์ และเป็นยาระบาย (ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ สุราษฎร์ธานี, ม.ป.ป.)

2.3.2 สรรพคุณ (นันทวัน บุนยะประภัศร, 2539)

2.3.2.1 สรรพคุณยาพื้นบ้านอีสานใช้ ราก ผสมรากปอด่อน รากตูมกาขาว และรากกำแพงเจ็ดชั้น ต้มน้ำดื่ม เป็นยาระบาย แก่น ฝนหรือแช่น้ำดื่มแก้อาการเหน็บชา เปลือกต้นและยาง มีสีเหลือง ใช้ย้อมผ้าใบอ่อนและผลอ่อน มีรสเปรี้ยว รับประทานได้

2.3.2.2 สรรพคุณยาทางตำรับยาไทย

2.3.2.2.1 ใบหรือยอดอ่อน มีสรรพคุณลดไข้ต้านเชื้อจุลินทรีย์ทั้งในระบบทางเดินอาหาร และราก่อโรคผิวหนัง ต้านเชื้อ รักษามาลาเรีย แก้ร้อนใน แก้กระหายน้ำ ช่วยให้ชุ่มคอ แก้โรคบิด แก้ไข้ช่วยเป็นยาระบายช่วยขับเสมหะ และขับสารพิษ ใบชะมวงอ่อน และยอดอ่อน มีรสเปรี้ยว ใช้นำมาปรุงอาหารประเภทต้มยำแกงส้ม หมูชะมวง และแกงชนิดต่าง ๆ ใช้รับประทานสดหรือเป็นผักจิ้มน้ำพริก

2.3.2.2.2ผลมีสรรพคุณเป็นยาระบาย ช่วยการย่อยอาหารต้านเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ป้องกันโรคเลือดออกตามอวัยวะต่าง ๆ เช่น เลือดออกตามไรฟัน ช่วยบำรุงผิวพรรณ ป้องกันผิวเหี่ยวย่น เกิดฝ้ากระ ช่วยบำรุงสายตา ทำให้มองเห็นในที่มืดได้ดี รวมถึงช่วยป้องกันโรคตาชนิดต่าง ๆ ผลมีรสเปรี้ยว ใช้รับประทานเป็นผลไม้

2.3.2.2.3 ลำต้นหรือเนื้อไม้ นำมาแปรรูปเป็นไม้ก่อสร้าง สร้างบ้านเรือน เฟอร์นิเจอร์ชนิดต่าง ๆ

2.3.3 องค์ประกอบทางเคมี

พบองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิดจากส่วนต่าง ๆ ของชะมวง เช่น ใบ กิ่ง เปลือกต้น มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งหลายชนิด โดยทำการสกัดสารจากส่วนต่าง ๆ ของชะมวง 8 ส่วน ได้แก่ ใบ ดอก ผล เนื้อไม้ เปลือกต้น ราก เปลือกราก และยาง ด้วยวิธีแช่หมักในเอทานอล แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง 3 ชนิด คือ มะเร็งลำไส้ (SW620) มะเร็งปอด (CHAGO-KI)และมะเร็งกระเพาะอาหาร (KATO-III)ด้วยวิธี MTTพบว่า สารสกัดเอทานอลจากยางชะมวงแสดงฤทธิ์ดีที่สุด จึงนำมาทดสอบส่วนสกัดย่อยโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบแบ่งส่วนเป็นส่วนสกัดเฮกเซน เอทิลอะซีเตท และบิวทานอล แล้วทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งอีกครั้ง เลือกส่วนสกัดเอทธิล อะซีเตทมาทำการแยกสารบริสุทธิ์โดยวิธีทางโครมาโทกราฟีได้สารบริสุทธิ์ จำนวน 4 ชนิด ซึ่งเมื่อวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีด้วยนิวเคลียร์ แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี พบว่า สารที่แยกได้ คือ α-mangostin,cowanin, cowanol และ 7-*O*-methylgarcinone E ซึ่งสาร 3 ชนิดแรก มีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งทุกชนิดที่ทำการทดสอบ โดยมีค่า IC_{50} ในช่วง 1.7-4.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ชุติโชติ ปัทมดิลก, 2562)

2.3.4 สารออกฤทธิ์

พบสารในกลุ่มแซนโทน จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ สาร 7-*O*-methylgarcinone E, cowaxanthone, cowanin,cowanol และ β-mangostinฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในเปลือกต้นชะมวง พบว่าสาร 7-*O*-methylgarcinone E เป็นสารซึ่งมีฤทธิ์ในการส่งเสริมประสิทธิภาพของสารตัวอื่นที่มี การต้านเชื้อมาลาเรียชนิด *Plasmodium falciparum* นอกจากนี้ยังพบว่าใบชะมวงยังออกฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง ต้านการเสื่อมสภาพของเซลล์ กระตุ้นการทำงานของเซลล์ เช่น เซลล์ผิวหนัง เซลล์ตา เซลล์ตับ เป็นต้น และออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เช่น แบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารชนิด *Staphylococcus aureus* และเชื้อราก่อโรคผิวหนัง ในใบชะมวงมีรสเปรี้ยว ซึ่งเกิดจากกรดอินทรีย์ชื่อ กรดมาลิก (malic acid) และพบสาร Hydroxycitric acid (HCA) ออกฤทธิ์ลดไขมันในเส้นเลือด (กิตติศักดิ์ ลิขิตวิทยาวุฒิ และธาตรี ผดุงเจริญ, 2539)

2.3.5 ประโยชน์ (อร่าม อรรถเจดีย์, 2550)

2.3.3.1ยอดอ่อนหรือใบอ่อน ใช้รับประทานเป็นผักจิ้มน้ำพริก รับประทานเป็นผักสดร่วมกับน้ำพริก ป่นแจ่ว หรือนำไปใช้ปรุงอาหาร เช่น ต้มส้ม ต้มส้มปลาไหล ต้มส้มปลาแห้ง ทำแกงชะมวง ต้มซี่โครงหมูใบชะมวง ใช้แกงกับหมู หมูชะมวง หรือนำมาใส่ในแกงอ่อม เป็นต้น

2.3.3.2ผลและใบอ่อน ใช้ปรุงเป็นอาหารรับประทานให้รสเปรี้ยว ผลและใบแก่นิยมนำมาหมักจะมีฤทธิ์เป็นกรด นำมาใช้สำหรับการฟอกหนังวัวหรือหนังควาย

2.3.3.3ต้นชะมวง สามารถใช้ปลูกเป็นไม้ประดับและไม้ให้ร่มเงาได้ดี เนื้อไม้ชะมวงสามารถนำมาแปรรูปใช้ในงานก่อสร้างต่าง ๆ หรือใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ได้ เช่น โต๊ะ ตู้ เตียง เป็นต้น

2.3.3.4 น้ำยางจากต้นชะมวง ใช้ผสมในน้ำมันชักเงา

2.3.6 คุณค่าทางโภชนาการ

ใบชะมวงมีคุณค่าทางโภชนาการอาหารอยู่หลากหลายชนิด ได้แก่ พลังงาน เส้นใยอาหาร แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินบีหนึ่ง บีสอง วิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระ โดยทั่วไปมักจะมีการนำใบและยอดอ่อนของชะมวงที่มีรสเปรี้ยวมาปรุงเป็นอาหารต่าง ๆ หรือใช้รับประทานเป็นผักสด รายละเอียดดังตารางที่ 2.1 (กัญจนา ดีวิเศษ, 2542)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชการในแง่องค์ประกอบหลัก พลังงานและสารอาหารอื่น ๆ ของใบชะมวง

คุณค่าทางโภชนาการ	ใบชะมวง 100 กรัม	หน่วย
พลังงานต่อร่างกาย	51	กิโลแคลอรี่
โปรตีน	1.9	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	9.6	กรัม
ไขมัน	0.6	กรัม
เส้นใยอาหาร	3.2	กรัม
แคลเซียม	27	กรัม
ฟอสฟอรัส	13	มิลลิกรัม
เหล็ก	1.1	มิลลิกรัม
น้ำ	84.1	กรัม
เถ้า	0.6	กรัม
วิตามินเอ	7333	IU หรือหน่วยสากล
วิตามินบีหนึ่ง	0.7	มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง	0.04	มิลลิกรัม
วิตามินซี	29	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.2	มิลลิกรัม

ที่มา : กัญจนา ดีวิเศษ, 2542

2.4 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้พวกอนุมูลอิสระก่อตัวเพิ่มขึ้น โดยจะทำการยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ และหยุดการก่อตัวใหม่ของอนุมูลอิสระ ช่วยซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้นจากตัวอนุมูลอิสระที่ไปทำลายเซลล์ในร่างกายต่าง ๆ รวมทั้งช่วยกำจัดและถูกแทนที่ด้วยโมเลกุลที่ถูกทำลาย นอกจากนี้อนุมูลอิสระสามารถทำลายชีวโมเลกุลทุกประเภททั้งในเซลล์และส่วนประกอบของเซลล์สิ่งมีชีวิตเช่นลิพิด (lipid) โปรตีน (protein) เอนไซม์ (enzyme) ดีเอ็นเอ (DNA) อาร์เอ็นเอ (RNA) คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) เซลล์เมมเบรน (cell membrane) คอลลาเจน (collagen) ไมโตคอนเดรีย (mitocondria) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissues) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เซลล์ตาย การเกิดการกลายพันธุ์ของดีเอ็นเอในเซลล์ และก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคชรา (aging) โรคมะเร็ง (cancer) โรคหัวใจขาดเลือด (coronaryheart disease) โรคความจำเสื่อม (Alzheimer'sdisease) โรคข้ออักเสบ (arthritis) โรคภูมิแพ้ (allergies) โรคเกี่ยวกับสายตา โรคเหงือก โรคความดันโลหิต ความผิดปกติของปอด และระบบประสาท โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ โรคเกี่ยวกับความผิดปกติของผิวหนัง และโรคลำไส้อักเสบ เป็นต้น (บุหรัน พันธุ์สวรรค์, 2556)

สารประกอบฟีนอลิกจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้รับจากภายนอก เป็นสารที่พบได้ในธรรมชาติ ได้แก่ พืช ผัก ผลไม้ ชาเขียว และไวน์ เป็นต้น ในปัจจุบันพบสารประกอบฟีนอลิกมากกว่า 8,000 ชนิด นับจากพวกโมเลกุลอย่างง่าย เช่น กรดฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ รวมไปถึงโครงสร้างโพลีเมอร์ที่ซับซ้อน เช่น ลิกนิน เมลานิน และแทนนิน ในธรรมชาติสารพวกกลุ่มฟีนอกลิกจะมีความแตกต่างกันหลากหลายชนิด ซึ่งส่วนมากจะพบสารประกอบพวกฟลาโวนอยด์ในพืชมักจะรวมอยู่ในโมเลกุลของน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ น้ำตาลชนิดที่พบมากที่สุดในโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส และพบว่าอาจมีการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบฟีนอลด้วยกันเอง หรือจะเป็นสารประกอบฟีนอลกับสารประกอบอื่น ๆ เช่น กรดอินทรีย์ กรดคาร์บอกซิลิกแอลคาลอยด์ และเทอร์พีนอยด์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณเฉลี่ยของสารฟีนอลิกที่คนได้รับต่อวันจะอยู่ในช่วง 20 มิลลิกรัม ถึง 1 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าพวกวิตามินอีที่ได้รับต่อวัน (ปริยะนุช อินรอด, 2551)

สารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ (antimutagrns) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ สามารถป้องกันโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือดและมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (free radical) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่น ๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ (freeradical) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย และใช้เพื่อการถนอมอาหารใช้เป็นสารกันหืนป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิด (lipidoxidation) (สุชาดา ชัยช่อฟ้า และณัฐณิชา เจริญกิจสัมพันธ์, 2558)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ สามารถแบ่งได้เป็น 5 วิธี ดังนี้

1.วิธี DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) เป็นวิธีการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl เป็นตัวทำปฏิกิริยาในตัวทำละลายเมทานอล สารละลายนี้มีสีม่วง ทำการวัดโดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง เพื่อวัดการลดลงของสีที่ความยาว

คลื่น 515-520 นาโนเมตร (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2558)[1] เมื่อสารละลายของ DPPH สามารถไปทำปฏิกิริยารีดักชัน กับสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยจะรับอิเล็กตรอนหรือไฮโดนเจนอะตอมจากสารต้านอนุมูลอิสระเกิดเป็นโมเลกุลที่คงตัวขึ้น (เกิดปฏิกิริยารีดิวซ์ สีม่วงจะหายไปกลายเป็นสีเหลืองอ่อนของกลุ่มพิคาย) สมการที่ 1 แสดงปฏิกิริยาของ DPPH กับโมเลกุลที่ให้ไฮโดรเจนอะตอม (H^+) ซึ่ง Z* แทนอนุมูลอิสระ DPPH, AH แทนโมเลกุลที่ให้ไฮโดรเจนอะตอม H^+, ZH แทนรีดิวซ์ และA* ผลิตภัณฑ์อนุมูลอิสระที่ได้จากปฏิกิริยา ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัย ดังต่อไปนี้

$$Z^* + AH \longrightarrow ZH + A^* \qquad \text{(สมการที่ 1)}$$

สีม่วง สารตัวอย่างง สีเหลือง

จารุวรรณ ภูฆัง และขวัญดาว แจ่มแจ้ง (2559) ผลิตชาต้านอนุมูลอิสระจากรางจืดและใบย่านาง โดยศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากพืช ด้วยวิธี DPPH แล้วนำไปแปรรูปเป็นชาด้วยกรรมวิธีการผลิตแบบชาฝรั่ง ชาจีน หลังจากนั้นนำไปศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระทั้งก่อนชงและหลังชง ศึกษาค่าสีและปริมาณความชื้น ผลการศึกษาพบว่าก่อนการแปรรูปรางจืด มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ ร้อยละ 72.64 เมื่อแปรรูปแล้วพบว่า ก่อนชงชารางจืดที่ผลิตแบบชาฝรั่ง มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือร้อยละ 63.05 หลังชงชารางจืดที่ผลิตแบบชาฝรั่ง มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือร้อยละ 72.21 เมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน BHT พบว่า BHT มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าชาทุกชนิด คือร้อยละ 92.53 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาลดลงทุกชนิดเมื่อเทียบกับพืชสด การศึกษาค่าสี พบว่า ชาต้านอนุมูลอิสระมีค่าความสว่างสูงและมีแนวโน้มสีไปทางแดงเหลือง และปริมาณความชื้น พบว่า ชาส่วนใหญ่มีความชื้นเกิน ร้อยละ 8 ยกเว้นย่านางที่ผลิตแบบชาเขียวและชาอู่หลง

ภัชชัญญาณ์ กฤษศิริพงศ์กุล (2562) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชามะรุม โดยทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน 3 กลไกของชามะรุมทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่า ชามะรุมตัวอย่างที่ 1 ที่ความเข้มข้นร้อยละ 100 สามารถต้านอนุมูล DPPH ร้อยละ 78.95±1.08 และมีฤทธิ์ยับยั้งการเกิดเปอร์ออกซิเดชันของไขมันด้วยวิธี Ferric-Thiocyanate ดีที่สุด ร้อยละ 36.06±2.13 นอกจากนี้ชามะรุมตัวอย่างที่ 1 มีฤทธิ์คีเลชันของโลหะ ด้วยวิธี Ferric Metal Chelating ดีที่สุดเท่ากับร้อยละ 91.24±2.98 รองลงมา คือ ชามะรุมตัวอย่างที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

2.วิธี Folin-Ciocalteureagent เป็นการวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content) อาศัยการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ของสารโมลิบโดทังสเตตไอออน (Molybdotungstate ion) รีเอเจนท์ประกอบด้วยโซเดียมทังสเตต (Sodium tungstate) โซเดียมโมลิบเดต (Sodium bolybdate) กรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) และโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของไอออน Mo(VI) ซึ่งมีสีเหลือง เมื่อได้รับอิเล็กตรอนจากสารต้านอนุมูลอิสระจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูป Mo(V) ซึ่งมีสีน้ำเงินวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750-765 นาโนเมตร และรายงานค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมในรูปของมิลลิกรัมของกรดแกลลิค (Gallic acid equivalent, mg/gGAE) (Tsai et al., 2005) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัย ดังต่อไปนี้

สุชาดา ชัยช่อฟ้า และคณะ (2558) ศึกษาการใช้สารประกอบฟีนอลิกจากดอกชมจันทร์ในการผลิตนมพลาสเจอร์ไรซ์ โดยนำดอกชมจันทร์ไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จะได้ดอกชมจันทร์ที่แห้งแล้ว ร้อยละ 7.37 นำมาสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ด้วยเครื่องกลั่นระเหย (Evaporator)นำมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอกลิกทั้งหมด พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 68.11±1.44 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของสารประกอบฟีนอกลิก เพื่อนำไปผลิตนมพลาสพาสเจอไรซ์ พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอกลิกที่เหมาะสม คือ 1 กรัม ต่อนม 200 มิลลิลิตร โดยทำการพลาสเจอไรซ์ด้วยวิธี HTSTที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที และนำผลิตภัณฑ์นมพลาสเจอไรซ์มาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 46.19±1.72 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และค่าสีมีความสว่าง (L*)85.91±0.07 ค่าสีเหลือง (b*) -1.92±0.06 ค่าสีแดง (a*) 17.13±0.24 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.58±0.00 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำเท่ากับ12 ºBrix

วิจิตรา แสงโครต และคณะ (2561)วิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระในใบหม่อน 2 สายพันธุ์ นำใบหม่อน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์บุรีรัมย์ 60 และสกลนคร 72 มาศึกษาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ Ferric ion reducing antioxidant power assay (FRAP) ผลการศึกษาพบว่า ใบหม่อนทั้ง 2 สายพันธุ์ที่เปรียบเทียบระหว่างการสกัดด้วยแอลกอฮอล์กับน้ำ ความชื้นอยู่ในช่วง ร้อยละ 4.0-4.2 และผลการต้านอนุมูลอิสระพบสูงที่สุด ปริมาณฟีนอกลิกเท่ากับ 2,433.31-2,127.18 ไมโครกรัมต่อกรัม DPPH ร้อยละ 74.81-76.73 และ FRAP 10.09-117.98 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าการสกัดใบหม่อนด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระต่ำ คือพบฟีนอลิกเท่ากับ 488.29-805.09 ไมโครกรัมต่อกรัม DPPH ร้อยละ 36.67-42.56 และ FRAP 3.30-6.49 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

ศิริลักษณ์ ผกามาศ และคณะ (2561) พัฒนาผลิตภัณฑ์ชาย่านางผสมสมุนไพร ได้แก่ ตะไคร้ หญ้าหวาน และเก๊กฮวย ร่วมกับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกั้งหมด ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้สารละลาย Folinciocalteuพบว่าชาย่านาง มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดน้อยที่สุดเท่ากับ 11.84±0.01 ไมโครกรัมของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร ชาหญ้าหวาน มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 142.21±0.01 ไมโครกรัมของกรดแกลลิคต่อมิลลิลิตร อย่างไรก็ตามเมื่อผสมย่านางร่วมกับสมุนไพรพบว่า สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)ตามปริมาณการเติมสมุนไพร ส่วนฤทธิ์การต้านอนมุลูอิสระด้วยวิธี ABTS และ DPPH พบว่าชาย่านางผสมตะไคร้มีแนวโน้มของการยับยั้งลดลง โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มสัดส่วนของตะไคร้มากกว่าร้อยละ 50 ส่วนชาย่านางผสมหญ้าหวานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณหญ้าหวาน ในขณะที่ชาย่านางผสมเก็กฮวยมีร้อยละการยับยั้งที่ใกล้เคียงกันในทุกตำรับ จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าตำรับที่ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงสุดที่เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ คือ ตำรับย่านางผสมตะไคร้อัตราส่วน 90 : 10

ณชกนก เมธาอัครเดชา และอนงค์ ศรีโสภา (2562) ศึกษาปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในชาใบหม่อนและชาผงใบหม่อนชนิดละลายน้ำ นำตัวอย่างใบหม่อนที่ต่างกัน 3ชนิด ได้แก่ ใบหม่อนสด ใบหม่อนอบแห้ง และใบหม่อนลวงก่อนอบแห้ง มาสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3ชนิด ด้วยตัวทำละลายที่ต่างกัน ได้แก่ น้ำต่อเอทานอล (หนึ่งต่อหนึ่งโดยปริมาตร) และเอทานอลโดยวิธีรีฟลักซ์ เป็นเวลา 90นาที และศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดโดยทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยทำปฏิกิริยากับDPPH และติดตามกรดคลอโรจีนิก ซึ่งเป็นกรดที่แสดงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในชาใบหม่อน ด้วยวิธีโครมาโทกราฟี พบว่าใบหม่อนสดสกัดด้วยน้ำให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 21.89มิลลิกรัมต่อกรัม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 45.80 สูงที่สุด เมื่อนำใบหม่อนสดที่สกัดด้วยน้ำมาเตรียมเป็นชาผงชนิดละลายน้ำโดยผสมกับมอลโตเดกซ์ตรินและทำแห้งด้วยเทคนิคการทำแห้งแบบเยือกแข็งเปรียบเทียบกับเทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าชาใบหม่อนผงที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็งและแบบพ่นฝอยให้ปริมาณฟีนอลิกรวม 4.19และ 4.44มิลลิกรัมต่อกรัม ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 75.95 และ 77.91 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

3.วิธี ABTS assayเป็นวิธีการวัดความสามารถในการฟอกสีอนุมูลอิสระเอบีทีเอส ($ABTS^{\bullet+}$,2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-suifonicacid)radical)ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่มีสีเขียวปนน้ำเงินสามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุดที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เนื่องจากสีของ $ABTS^{\bullet+}$ปกติจะมีค่าการดูดกลืนแสงสูง จึงต้องทำการเจือจาง $ABTS^{\bullet+}$ด้วยฟอสเฟสบัฟเฟอร์ จากนั้นนำ $ABTS^{\bullet+}$ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่างที่ละลายเอทานอลเจือจางซึ่งจะทำให้สีจางลงและตั้งทิ้งไว้เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา จึงสามารถหาความเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างได้จากการคำนวณสีที่จางลงของการยับยั้งอนุมูลอิสระ $ABTS^{\bullet+}$ซึ่งวิธีการคำนวณและการเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานโทรล็อกซ์ (trolax) ทำเช่นเดียวกับวิธี DPPH radical (บุหรัน พันธุ์สวรรค์, 2556)

4. วิธี Ferric reducing ability power (FRAP) assayวิธีนี้เป็นการวัดสมบัติการต้านออกซิเดชันโดยอาศัยหลักการสารต้านออกซิเดชันทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนจึงจัดเป็นสารรีดิวซ์ (reducing agent) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า Total Antioxidant Capacity(TAC)เป็นการวัดความสามารถรวมในการรีดิวซ์โดยใช้สารประกอบเชิงซ้อนของ Fe^{3+}-TPTZ(ferrictripyridyltriazine)เป็นการทดสอบอะตอมของเหล็กในสารนี้จะถูกรีดิวซ์โดยสารต้านออกซิเดชันได้สารประกอบเชิงซ้อนของ Fe^{3+}-TPTZ ซึ่งมีสีน้ำเงิน ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและแม่นยำ ใช้เวลาน้อยและใช้เครื่องมือแค่เครื่องวัดการดูดกลืนแสงเท่านั้น เหมาะสำหรับวัดกิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันในผักและน้ำผลไม้ หรือในสารสกัดผักและผลไม้ วิธีการวัดกิจกรรมของสารต้านออกซิเดชันในกลุ่มนี้ เช่น DPPH TEAC และ FRAP จะมีความสัมพันธ์ดีมาก (R^2=0.99) กับการวัดปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด เนื่องจากกลไกในการเกิดปฏิกิริยาเป็นกลไกเดียวกันแต่ในบางกรณีสารต้านอนุมูลอิสระบางชนิดมีประสิทธิภาพดี วัดผลได้รวดเร็วเมื่อวัดด้วยวิธีอื่น อาจให้ผลที่ไม่ดี หรือให้ผลการยับยั้งช้าเมื่อวัดด้วยวิธีนี้ เนื่องจากเป็นวิธีการวัดกลไกที่แตกต่างกัน (กฤษณ์ สงวนพวก และคณะ, 2555)

5. วิธี Ferricthiocyanate (FTC assay) เป็นการทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเปอร์ออกซิเดชันของกรดไขมันไลโนเลอิก ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดอนุมูลอิสระโดยการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส วัดปริมาณเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระ ที่เกิดขึ้นในช่วงแรกของปฏิกิริยา

เปอร์ออกซิเดชันของกรดไขมัน โดยเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับเฟอรัสคลอไรด์ (ferrouschloride)เกิดเป็นเฟอริกคลอไรด์ (ferricchloride)แล้วรวมตัวกับไธโอไซยาเนต (thiocyanate) เกิดเป็นเฟอริกไธโอไซเนต (ferric thiocyanate)(สีแดง) นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน (นพวัฒน์ เพ็งคำศรี และคณะ, 2554)

2.5 การทดสอบความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภค

การทดสอบการยอมรับ (Acceptance test) เป็นการทดสอบระดับการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ซึ่งใช้ในการวิจัยทางด้านผลิตภัณฑ์อาหาร โดยการใช้การประเมินทางด้านประสาทสัมผัสเป็นเครื่องมือการทดสอบ วิธีการทดสอบนี้นิยมใช้กันมากที่สุด การทดสอบโดยการใช้สเกล (Hedonic scaling) ถูกพัฒนาขึ้นหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อตรวจวัดความต้องการอาหารและลักษณะของอาหารที่ต้องการของกองทัพ โดยสถาบัน QuaetermasterFoodandcontainer lnstituteนำสเกลแบบ 7–pointhedonics calingมาใช้เป็นครั้งแรก เพื่อตรวจสอบความชอบรายการอาหารของทหารในปี 1592 สเกล 7 จุด ถูกกำหนดให้เป็นเครื่องมือในการสำรวจลักษณะของอาหาร และสเกลแบบ 9-point hedonic scaling ถูกพัฒนาขึ้นในปี 1955 พบว่ามีความไวมากกว่าสเกลที่สั้นต่อมาสเกลแบบ 9 จุดได้รับการยอมรับกว้างขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสอื่น ๆ พบว่าการทดสอบแบบ hedonic scaling สามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างในกลุ่มของลักษณะความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะในการสำรวจภาคสนาม สามารถกำหนดระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์ได้ และการวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลจากการทดสอบแบบ hedonic scalingมีความง่าย แม้ว่าประชากรตัวอย่างจะมีจำนวนมาก (สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2559)

การให้คะแนนความชอบ (HedonicScaleTest)เป็นวิธีการที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ บอกความชอบและไม่ชอบ ออกมาเป็นสเกลความชอบ (Hedonic Scale) โดยเสนอตัวอย่างให้ผู้ทดสอบครั้งละ 1ตัวอย่าง (monadicaiilserve;oneatatime) ในสเกลความชอบอาจจะมีการใช้คำต่าง ๆ เช่นดีเลิศ (excellent) ดีมาก (verygood)ดี (good) หรือไม่ดี (poor) เป็นต้น สเกลที่ใช้อาจเป็น 5 หรือ 7แต่สเกลความชอบที่นิยมใช้ คือ สเกลความชอบ 9 คะแนน (Nine-point hedonic scale) (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, 2559)

วิธีการทดสอบที่ใช้ในการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสแบ่งออกเป็น 3ประเภท (สุรชัย อุตมอ่าง และคณะ, 2558)

1. การทดสอบความพอใจหรือการยอมรับ (preference / acceptance test) เป็นการทดสอบ เพื่อหาความพอใจของผู้ทดสอบชิม โดยใช้ความรู้สึกของผู้ทดสอบชิมโดยตรง ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้ ในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มีตัวอย่างรายงานวิจัยที่มีการทดสอบความพึงพอใจหรือการยอมรับชาสมุนไพร เช่น

สุนันทา คะเนนอก (2556) ผลิตชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ โดยนำเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ตัดมาแล้ว 3 วัน มาหั่นตามขวางขนาด 1–2 เซนติเมตร นำไปที่อบอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง บดให้ละเอียด และบรรจุผงชาปริมาณ 1, 2 และ 3 กรัม และทำการศึกษาการยอมรับ

ทางด้านประสาทสัมผัส วิธี 7-PointHedonicscale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน พบว่า ผงชาเปลือกกล้วยน้ำว้า 2 กรัม ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด และได้ทำการพัฒนาชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเสริมสมุนไพร 3 ชนิด คือ ใบเตยหอม เก๊กฮวย และตระไคร้ พบว่า ผู้บริโภคยอมรับชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเสริมกลิ่นสมุนไพรตระไคร้สูงที่สุด

พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง และคณะ (2557) ผลิตชาผสมกลีบดอกจำปี โดยศึกษาการใช้ดอกจำปีในการเพิ่มรสและกลิ่นให้กับผลิตภัณฑ์ชาอู่หลงอบแห้ง ในอัตราส่วน 1:1 หมักที่อุณหภูมิ 30 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 15 นาที และหมักชาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 15 นาที พบว่า ผลิตภัณฑ์ชาผสมกลีบดอกจำปีที่ได้มีปริมาณลินาลูนอยู่ระหว่าง 0.4-2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน พบว่า ผลิตภัณฑ์ชาผสมกลีบดอกจำปีจาก 5 กรรมวิธี ได้รับคะแนนการประเมินคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และกลิ่นดอกจำปี อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และคะแนนด้านรสชาติ ความรู้สึกหลังการกลืน และความชอบโดยรวม ได้รับการประเมินที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) จากนั้นนำชาผสมกลีบดอกจำปีซึ่งบรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิทไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา1และ 2 เดือน พบว่า ผลิตภัณฑ์ชาผสมกลีบดอกจำปีมีปริมาณยีสต์และราในผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำกว่า 3.6logCFU/มิลลิลิตร และมีค่าความเป็นสีแดง (a)และความเป็นสีเหลือง (b)ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ในขณะที่ระยะเวลาการเก็บรักษาไม่ส่งผลต่อค่าความสว่าง (L) ของผลิตภัณฑ์ชา

2. การทดสอบความแตกต่าง (discriminatory tests) เป็นการทดสอบเพื่อวัดความแตกต่างระหว่างตัวอย่างผู้ทดสอบชิมจะไม่นำความรู้สึกส่วนตัวในด้านความชอบหรือไม่ชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างมาใช้ในการวัดความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง

3. การทดสอบเชิงพรรณนา (descriptivetest)เป็นการทดสอบเพื่อวัดลักษณะและความเข้มข้นความแตกต่างปานกลาง

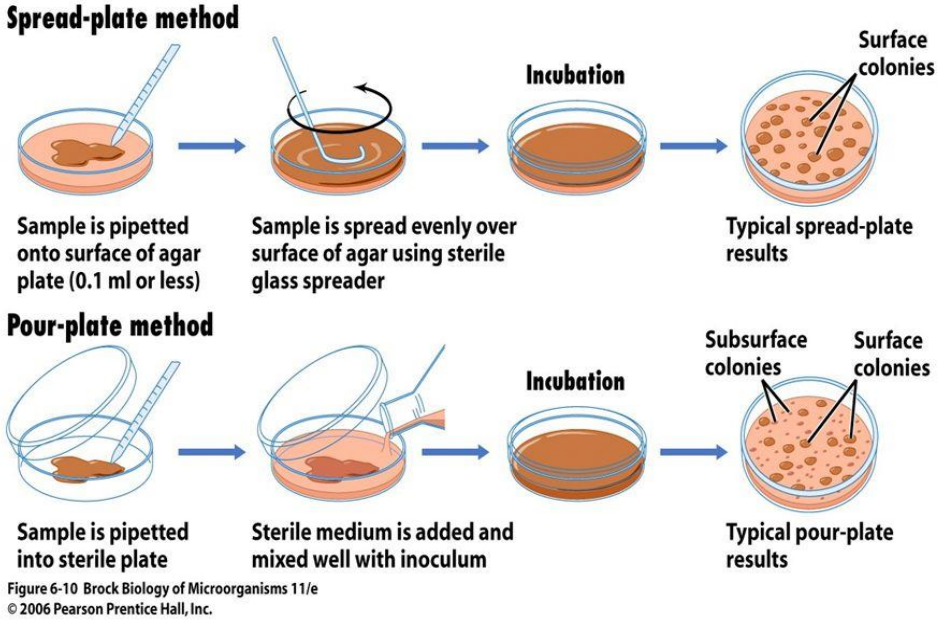
2.6 การตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์

จุลินทรีย์มีบทบาทความสำคัญในอาหาร พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ในดิน อากาศ และน้ำ ซึ่งมีการปนเปื้อนกับพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นวัตถุดิบและก่อให้เกิดปัญหาทำให้ผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้แบ่งเป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ (indicatormicroorganisms)ซึ่งได้แก่ Coliform,*E.coli,* Enterobacteriaceae, *Streptococcus feacalis*, Yeast และ Mold ทั้งนี้เพื่อบ่งชี้ในเรื่องของความเสี่ยงต่อการพบเชื้อก่อโรค มีการปนเปื้อนจากเชื้อในทางเดินอาหารหรือจากอุจจาระ ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงสุขอนามัยในการผลิตที่ไม่ดี คุณภาพในการทำความสะอาด บริเวณสถานที่ประกอบการรวมทั้งคุณภาพของวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์อาหารที่อาจยังไม่ดีพอ จึงส่งผลต่อการปนเปื้อนได้ และในส่วนของเชื้อก่อโรค (Pathogens)ได้แก่ *Listeria,S.aureus,Salmonella,E.coli(0157),Vibrio, Shigella, Bacillus, Clostridium* และ *Yersinia* เป็นต้น ซึ่งเชื้อก่อโรคเหล่านี้หากร่างกายได้รับเข้าไปจะเป็นอันตรายถึงขั้นร้ายแรงได้ ในเรื่องของการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา โดยจะแบ่งเป็นการตรวจเชิงคุณภาพที่ใช้ในการตรวจหาว่าพบหรือไม่พบเชื้อปนเปื้อนอยู่ในอาหาร ซึ่งมักใช้ตรวจหาเชื้อก่อโรค และในส่วนของการตรวจเชิงปริมาณ จะเป็นการตรวจหาจำนวนเชื้อที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร ที่มักใช้ตรวจหาเชื้อดัชนีคุณภาพอาหาร โดยจะมีการรายงานผลของเชื้อเป็นจำนวนที่นับได้

ทั้งหมด มีหน่วยเป็น CFU/มิลลิลิตร หรือ CFU/กรัมวิธีการตรวจสอบมีหลายชนิด ได้แก่ Aerobic Count Plate, Yeast & Mold Count Plate, Coliform Count Plate, Rapid Coliform Count Plate, *E. coli*, Coliform Count Plate เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2558)[2]

2.6.1 เทคนิคการแยกเชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธีเชิงปริมาณ

การแยกเชื้อด้วยวิธีนี้ทำให้ทราบทั้งชนิดและจำนวนของจุลินทรีย์ ซึ่งทำได้ 2 วิธี ได้แก่ การเกลี่ยเชื้อและการเทเพลทโดยการเทอาหารเลี้ยงเชื้อหลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารแขวนลอยเซลล์ แสดงในภาพที่ 2.3 (จิรภัทร จันทมาลี, 2559)



ภาพที่ 2.3 วิธีนับจำนวนเชื้อที่มีชีวิตโดยการเกลี่ยเชื้อและการเทเพลท
ที่มา : Sagar Aryal. Online, 2019

2.6.2.1 เทคนิคการเกลี่ยเชื้อ (Spread plate technique) เหมาะสำหรับการวิเคราะห์จุลินทรีย์กลุ่มที่ต้องการออกซิเจนเพื่อการเจริญ (Strictly aerobes) ทำปฏิบัติการโดยหยดหัวเชื้อ (Inoculum)ที่ค่าการเจือจางที่เหมาะสมปริมาตร 0.1 หรือ 1 มิลลิลิตร ลงบนผิวหน้าอาหารแข็งที่มีผิวหน้าแห้งเพื่อให้ดูดซับสารแขวนลอยเซลล์ได้ดี แล้วจึงใช้แท่งแก้วเกลี่ยเชื้อที่ปลอดเชื้อกระจายสารแขวนลอยเซลล์ให้ทั่วผิวหน้าอาหาร

2.6.2.2 เทคนิคการเทเพลท (Pour plate technique) ทำโดยผสมตัวอย่างเชื้อที่ทราบปริมาตรแน่นอนกับอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งขณะหลอมเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียสในจานเพาะเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว โดยทั่วไปมักปิเปตตัวอย่างเชื้อปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในจานปลอดเชื้อและเติมอาหารแข็งหลอมเหลวปริมาตร 25 มิลลิลิตร หลังจากนั้นให้รีบหมุนวนจานเพาะเชื้อเพื่อ

กระจายเชื้อ ซึ่งนิยมหมุนเป็นรูปเลขแปดอย่างช้า ๆ วิธีนี้เหมาะสำหรับการตรวจนับจุลินทรีย์กลุ่มที่ต้องการอากาศปริมาณน้อย (Microaerophilic microorganisms)

โดยวิธีการเกลี่ยเชื้อและการเทเพลทจะต้องนำจานเพาะเชื้อที่ได้ไปบ่มที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม แล้วนำไปตรวจนับจำนวนโคโลนีที่ได้ โดยอนุมานว่า 1 โคโลนีเจริญมาจากเซลล์จุลินทรีย์ 1 เซลล์ ก็จะสามารถคำนวณกลับไปหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อปริมาตรของตัวอย่างได้ เทคนิคการแยกจุลินทรีย์โดยการเกลี่ยเชื้อและเทเพลทเป็นการหาจำนวนจุลินทรียที่มีชีวิตทั้งหมดในตัวอย่าง ซึ่งโดยหลักการพื้นฐานแล้วทั้ง 2 วิธีไม่แตกต่างกันมากนัก คือ สามารถคำนวณหาค่า CFU/กรัม หรือCFU/มิลลิลิตร ของตัวอย่างตั้งต้นได้เช่นเดียวกัน สำหรับความแตกต่างรายย่อยมีดังนี้

1. การเทเพลท ใช้ปริมาณตัวอย่าง 1.0 มิลลิลิตร แต่การเกลี่ยเชื้อใช้ปริมาณตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตรต่างกัน 10 เท่า ดังนั้น การคำนวณค่า CFU/กรัม จำเป็นต้องหารด้วยปริมาตรในกรณีที่เป็นการเกลี่ยเชื้อ

2. การเทเพลทสามารถวิเคราะห์ได้ค่าที่มีความเหมาะสมกว่า เนื่องจากมีการใช้ปริมาตรตัวอย่างมากกว่า และยังสามารถนับจำนวนแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจนได้ด้วย ในขณะที่การเกลี่ยเชื้อจะนับได้เฉพาะจุลินทรีย์กลุ่มที่ไม่ต้องการออกซิเจนและกลุ่มที่ต้องการอออกซิเจนปริมาณต่ำเป็นส่วนใหญ่

3.เทคนิคการแยกเชื้อโดยการเทเพลท อาจจะเป็นผลให้สามารถนับจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่ไม่ทนความร้อนได้จำนวนน้อยกว่าเนื่องจากต้องมีการเทอาหารเลี้ยงเชื้อที่ยังเหลวและอุ่นอยู่ (55-60 องศาเซลเซียส) ในขณะที่เทคนิคการเกลี่ยเชื้อได้มีการเทอาหารเลี้ยงเชื้อไว้ล่วงหน้าทำให้จุลินทรีย์ไม่ต้องทนความร้อนจากอาหารเลี้ยงเชื้อขณะที่ยังเหลวและอุ่นอยู่