# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. อัญชัน

**ชื่อวิทยาศาสตร์** : *Clitorea ternatea* Linn.
**ชื่อภาษาอังกฤษ** : Butterfly Pea , Blue Pea
**ชื่ออื่นๆ** : แดงจัน (เชียงใหม่) เอื้องจัน อังจัน
**วงศ์** : Leguminosae-Papilionideae

### 1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

อัญชันเป็นพืชอายุหลายปี ต้นเป็นกอพุ่มขนาดเล็ก ปลายยอดเป็นเถาเลื้อยพัน (twinning) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 3.4-3.6 มิลลิเมตร อัญชันที่เก็บรวบรวมพันธุ์จำแนกได้ 2 ชนิด คือ ชนิดดอกรูปดอกถั่ว มี accession no. PC 011 กลีบกลาง (standard) ของดอกมีสีน้ำเงินอมสีม่วงคราม (mauve) บริเวณด้านหน้าและหลังกลางกลีบมีสีขาวนวล อมเหลืองอ่อนเป็นริ้ว กลีบคู่ล่าง (keel) สีขาวนวล กลีบคู่ข้าง (wing) สีขาวนวล ขอบกลีบสีน้ำเงินอมม่วงคราม และ accession no. PC 010 กลีบดอกมีสีขาวนวล อีกชนิดที่พบลักษณะดอกมี 5 กลีบดอก (standard) ขนาดใหญ่สีน้ำเงินอมม่วงครามซ้อนกันบิดเวียน (convolute) ตรงกลางกลีบด้านหน้าและหลังมีสีขาวนวลอมเหลืองอ่อนเป็นริ้ว ไม่มีกลีบคู่ล่างและกลีบคู่ข้าง (accession no. PC 622) ทั้ง 2 ชนิดมีอับเรณู (anther) สีเหลืองอ่อน ใบประกอบเรียงตัวแบบขนนก ปลายคี่ (odd- pinnate) ใบย่อยรูปไข่ (oval) accession no. PC 010 และ PC 011 ส่วนปลายยอดใบ(apex) เว้าบุ๋มลงเล็กน้อย ส่วน accession no. PC 622 ปลายยอดใบโค้งแหลมและมีติ่งเป็นเส้นสั้น ๆ หน้าใบและหลังใบมีขนสั้น ๆ ปกคลุมเล็กน้อย สีใบเขียวเข้ม ผิวใบค่อนข้างหยาบเล็กน้อย ขอบใบมีรอยหยักแบบขนครุย (ciliate) สีก้านใบเขียวมีขนคลุมปานกลาง ก้านใบยาว 2.64-4.12 เซนติเมตร หูใบสีเขียวอมน้ำตาลรูปหนาม (spinous) ออกดอกตลอดปี ชนิดดอกเดี่ยว ดอกดกในช่วงฤดูฝน ออกดอกที่ตาข้าง ฝักรูปดาบแบนโค้งเล็กน้อย ฝักยาว 9.05-12.49

เซนติเมตร กว้าง 0.95-1.15 เซนติเมตร เมล็ดแบนรูปไต

**1.2 การปลูกและขยายพันธุ์**

อัญชัน มีการปลูกทั่วไป นิยมปลูกเป็นพืชหลังบ้าน ริมรั้ว หรือ ซุ้มไม้ การปลูกขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ต้นพันธุ์มีการจำหน่วยเป็นไม้ประดับ เมล็ดอัญชันงอกง่าย ชอบสภาพพื้นที่ค่อนข้างแห้ง ดินร่วนปนทราย ค่อนข้างร่วนซุย แต่มีการระบายน้ำดี แสงแดดปานกลางแต่ไม่จัดมาก ซึ่งช่วยให้ออกดอกตลอดปี ต้องการน้ำปานกลางไม่แฉะจนชุ่ม การปลูกควรทำค้างหรือซุ้มเลื้อยให้

การเก็บเกี่ยวและทำแห้งดอกอัญชัน ควรเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเช้า การทำให้แห้งโดยตากเกลี่ยบางๆ ไม่ตากแดดโดยตรง ใช้ผ้าขาวบางคลุมหรือใช้วิธีผึ่งลม

**1.3 การใช้ประโยชน์**

1.3.1 ประโยชน์ทางยา

1.3.1.1 เมล็ด : รสมัน ระบายท้อง

1.3.1.2 ราก : รสขมเย็น ขับปัสสาวะ ระบายท้อง ฝนหยดตาแก้ตาเจ็บ ตาฟาง ทำให้ตาสว่าง ทำยาสีฟัน ทำให้ฟันทน แก้ปวดฟัน ส่วนใหญ่มักใช้ชนิดดอกสีขาว

1.3.1.2.1 ยาพื้นบ้านอีสาน ใช้รากฝนกับรากสะอึกและน้ำซาวข้าว กินหรือทาแก้งูสวัด

1.3.1.2.2 ตำรายาไทย ใช้รากปรุงเป็นกินและยาพอกถอนพิษสุนัขบ้า

1.3.1.3 ดอก : โบราณใช้อัญชันในการปลูกผมและคิ้วเด็กอ่อน หยุดการร่วงของหนังศีรษะอ่อนแอ ย้อมผมหงอกให้เป็นสีดำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

<u>วิธีต้ม</u> อัญชันอบแห้ง 20 กรัม เติมน้ำสะอาด 500 ซีซี ต้มตั้งแต่น้ำเย็นจนเดือดต่ออีก 2 นาที ยกลง ปล่อยให้เย็น คั้นเอาเฉพาะน้ำอัญชัน กรองเก็บใส่ขวด เก็บไว้ในตู้เย็น 5-10 $^{\circ}C$

<u>วิธีใช้</u> สระผมด้วยแชมพูอ่อนหรือสบู่อ่อนๆ ล้างออกให้สะอาด ซับผมพอหมาดแล้วนวดน้ำอัญชันพอโชก ทิ้งไว้ 5 นาที ล้างออกแล้วเช็ดให้แห้ง

1.3.2 การใช้ประโยชน์ทางอาหาร

1.3.2.1 ยอดอ่อนรับประทานเป็นผักสด หรือ ลวกจิ้มน้ำพริก

1.3.2.2 น้ำดอกอัญชันดื่มแก้กระหาย โดยต้มน้ำให้เดือด ใส่ดอกอัญชันสดหรือแห้งก็ได้ ต้มต่อ 5 นาที จะได้น้ำอัญชันสีน้ำเงินใส

1.3.2.3 นำไปใช้แต่งสีอาหารต่างๆ เช่น ขนมช่อม่วง ขนมขี้หนู ขนมเล็บมือนาง

1.3.3 การใช้ประโยชน์อื่นๆ

อัญชันใช้เป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อปรับปรุงดิน โดยใช้เมล็ดหว่าน 3 กิโลกรัมต่อไร่ และยังเป็นแหล่งอาหารสัตว์ตามธรรมชาติ สำหรับแทะเล็มของโค-กระบือ ปลูกเป็นพืชเดี่ยว ตัดต้นสดสำหรับเลี้ยงสัตว์หรือทำแห้งเป็นอาหารหยาบเลี้ยงสัตว์

## 2. อนุมูลอิสระ

### 2.1 อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ คือ อะตอมหรือโมเลกุลของสารที่มีอิเลคตรอนโดดเดี่ยว 1 หรือมากกว่า เนื่องจากการสูญเสียอิเลคตรอนโดดเดี่ยว หรือมีอิเลคตรอนโดดเดี่ยวเพิ่มขึ้น อาจเป็นประจุลบ ประจุบวก หรือเป็นกลางก็ได้ ปกติอิเลคตรอนจะอยู่เป็นคู่ หากอิเลคตรอนขาดคู่จะทำให้สารนั้นมีปฏิริยาออกซิเดชั่นที่ว่องไวมาก โดยการไปดึงอิเลคตรอนจากสารอื่นมาไว้ให้เป็นคู่หรือให้อิเลคตรอนโดดเดี่ยวกับสารอื่น เพื่อทำให้อะตอมหรือโมเลกุลมีความเสถียร อยู่ได้ หรืออาจรวมกับโมเลกุลที่ไม่มีอนุมูล (non-radical) ถ้าอนุมูลให้ 1 อิเลคตรอน หรือรับ1 อิเลคตรอน หรือรวมกับโมเลกุลที่ไม่มีอนุมูล จะกลายเป็นอนุมูลอิสระซึ่งว่องไวมาก มีอายุสั้น และปฏิกิริยาแบบไม่เฉพาะเจาะจง ตัวอย่างของอนุมูลอิสระ คือ ซูเปอร์ออกไซด์ ($O_2$) ไฮดรอกซิล ($HO^{\cdot}$) ไนตริสออกไซด์ (NO) เปอร์ออกซิไนไตรท์ (OONO) ไลปิดเปอร์ออกไซด์ (LOO) และเปอร์ไฮดรอกซิล (OOH) อนุมูลอิสระเกิดปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ ซึ่ง 1อนุมูลจะก่อให้เกิดอนุมูลอื่นต่อๆไป อนุมูลอิสระเกิดได้ภายในและภายนอกร่างกาย เช่นเกิดที่ไมโตคอนเดรีย ไมโครโซม เพอร์รอกไซโซม ซึ่งเกิดจากกระบวนการขนส่งอิเลคตรอน การเกิดเมตาบอลิซึมฟาโกไซโตซิสหรือเกิดจากสารเคมี รังสี ยาบางชนิด และความร้อน (Punchard and Kelly. 1996 : n.d.)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

### 2.2 ผลของอนุมูลอิสระต่อสุขภาพมนุษย์

กระบานการเกิดพยาธิสภาพอันเนื่องมาจากอนุมูลอิสระ ที่จะนำไปสู่การติดโรคในมนุษย์ เป้าหมายที่จะเกิดความเสียหายจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ ไขมัน โปรตีนหรือ ดีเอ็นเอ (Rice-Evan. 1999 : 239-253) ภาวะที่มีการทำลายด้วยออกซิเดชันมากๆ จะเป็นผลร้ายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อ (ไมตรี สุทธิจิตต์ และคณะ. 2543 : ไม่มีเลขหน้า)

ออดซิเดชันคือปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนให้แก่ธาตุหรือสารหรือการลดจำนวนอิเลคตรอน ธาตุคาร์บอนอินทรีย์ที่ถูกเติมออกซิเจนจนกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์จะหมดศักยภาพของความเป็นสารที่มีพลังงานทางชีวภาพ เชื้อจุลชีพและพืชที่สังเคราะห์แสง จะพยายามที่จะเพิ่มสถานะของคาร์บอนให้เป็นรีดิวซ์คาร์บอน คือเปลี่ยนจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้เป็นสารอินทรีย์หรือสารอาหารเพื่อรักษาสภาพพลังงานที่เป็นประโยชน์ต่อชีวิตในเมตาบอลิซึมของเซลล์ เช่น ในไมโตคอนเดรีย ไมโครโซม มีออกซิเดชันตลอดเวลา หากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ขาด

ความควบคุมต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จะเป็นอันตรายต่อเซลล์ ถ้าเกิดไลปิดเปอร์ออกซิเดชั่นไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์จะถูกทำลายทำให้เซลล์ตายเนื้อเยื่อเสื่อมสภาพ ถ้าเกิดที่โมเลกุลของของโคเลสเตอรอลจะเกิดโรคหลอดเลือดแข็งตัวตามมา ถ้าเกิดที่โปรตีนจะทำให้โปรตีนเสื่อมสภาพจากธรรมชาติ เช่น เกิดที่เลนส์คอลลาเจนของตาจะทำให้เกิดต้อกระจกได้ ถ้าเกิดที่ดีเอ็นเอจะทำให้ดีเอ็นเอถูกทำลายจากออกซิเดชันเกิดการเปลี่ยนแปลงรหัสทางพันธุกรรม (Gordon. 1990 : 1-18) เกิดโรคที่เกี่ยวกับความเสื่อมของประสาทและโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของปอด โดยเฉพาะสาเหตุจากการอักเสบ(Rice-Evan. 1990: 239-253)

ออกซิเจนว่องไว (reactive oxygen species, ROS) และไนโตรเจนว่องไว (reactive nitrogen species, RNS) มักมีส่วนเกี่ยวข้องในกลไกการทำลายที่ทำให้เกิดการพัฒนาของโรค เช่น อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ไฮโปคลอไรท์ไฮดรอกซิล เฟอร์ริลฮีมโปรตีน (ferryl heme protein species) ไลปิดอัลคอกวิลและเปอร์ออกซิล เปอร์ออกซีไนไตร์ ไนตริกออกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ การป้องกันการถูกทำลายของออกเจนว่องไวและไนโตรว่องไว (Rice-Evan. 1990 : 239-253) แบ่งได้ 3 วิธีคือ

1) ป้องกันการเกิดออกซิเดชันโดยการลดการสร้างอนุมูลอิสระ

2) กำจัดอนุมูลอิสระโดยยับยั้งการเริ่มต้นปฏิกิริยาลูกโซ่ และยับยั้งการแพร่ของปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระ

3) การใช้สารต้านออกซิเดชันที่มีบทบาทในกระบวนการซ่อมแซม

**2.3 สารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ**

สารต้านออกซิเดชัน คือ สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน สามารถป้องกันหรือยืดเวลาการเกิดออกซิเดชัน (Gordon. 1990 : 1-8) สารต้านออกซิเดชันที่พบในธรรมชาติมี 4 ประเภทได้แก่

2.3.1 เอนไซม์ที่สร้างได้ในเซลล์ร่างกาย ได้แก่ ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (superoxide dismutase) คาตาเลส (catalase) กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) และเมทไธโอนีนรีดีกเตส (methionine reductase)

2.3.2 วิตามินต้านออกซิเดชัน ได้แก่ วิตามินอี ในถั่ว ธัญพืช รำ ข้าวกล้อง งา และวิตามินซีในผลไม้ ผักสด

2.3.3 แร่ธาตุ เช่น ซิเลเนียม และสังกะสีเป็น co-factors ของเอนไซด์ต้านออกซิเดชัน

2.3.4 สารเคมีจากพืช (phytochemicals) เป็นสารเคมีจากพืชที่ไม่ใช่วิตามินและสารอาหาร เช่น แคโรทีน ไลโคปีน แซนโธฟิล แทนนิน และฟลาโวนอยด์ (ไมตรี สุทธจิตต์ และคณะ. 2543 : ไม่มีเลขหน้า)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ปัจจุบันมีผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับพืช ผลไม้ และสมุนไพรต่างๆ เนื่องจากพบว่ามีสารที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระอยู่มากมายหลายชนิดแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืชและโดยทั่วไปจะไม่สามารถบอกปริมาณต่อหน่วยน้ำหนักของพืชได้ ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นค่าเปรียบเทียบกับสารที่รู้อยู่แล้วว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินเอ วิตามินซีหรือสารที่นิยมใช้กันมากในขณะนี้เนื่องจากค่อนข้างคงตัวและใช้ได้ง่าย คือ 3-ter-buty-4-Hydroxyanisole (BHA) หรือ Butylated hydroxytoluene (BHT) และการใช้อนุมูลอิสระที่เสถียร คือ 2,2-diphenyl-1-picrylthdeazyl (DPPH) ทำให้ทราบได้คร่าวๆ ว่า พืชที่มีสารต้านอนุมูลอิสระได้มากน้อยเพียงใดจากผลร่วมของฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดที่มีอยู่ในพืชนั้น ซึ่งน่าจะให้ผลดีหากร่างกายได้รับปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย (เอมอร วสันติวิสุทธิ์. 2538)

**2.4 สารต้านออกซิเดชันในพืชผักผลไม้**

สารสำคัญในพืชและผลไม้ทั่วไปที่มีบทบาทและคุณสมบัติการเป็นสารต้านออกซิเดชันได้แก่ สารกลุ่ม polyphenols หรือ phenolic compounds สารกลุ่ม polyphenols ทุกตัวมีโครงสร้างที่ประกอบด้วย aromatic ring ที่มี hydroxyl group ตั้งแต่ 1 group ขึ้นไป ชนิดที่พบในพืชและผลไม้ทั่วไป ซึ่งคาดว่าจะพบในลูกยอด้วย แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.4.1 phenolic acid รวมทั้งที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกัน ได้แก่ coumaric acid

2.4.2 Flavonoids จัดเป็นสารกลุ่มขนาดใหญ่ที่ประกอยด้วยสารจำพวก Polyhydroxyphenols product กว่า 4,000 ชนิด พบได้ทั่วไปในผัก ผลไม้ พืชตระกูลถั่วและเครื่องดื่ม เช่น ไวน์ และชา ได้แก่ catechin, epicatechin, flavanones, anthocyaninsเป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารกลุ่ม polyphenols นี้ นอกจากจะมีคุณสมบัติความเป็นสารต้านออกซิเดชันที่เด่นชัด โดยมีกลไกสำคัญคือ การเปลี่ยนอนุมูลอิสระในรูปที่มีความสามารถทำลายเซลล์ให้อยู่ในรูปที่ไม่ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ แล้วสารกลุ่มนี้ยังมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอีกหลายประการไม่ว่าจะเป็นฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ได้หลายชนิดหรือฤทธิ์ต้านการอักเสบ จากการศึกษาในวงกว้างถึงประโยชน์อื่นๆ ของสารกลุ่ม polyphenols ยังพบว่ามีผลในการป้องกันการเกิดหลอดเลือดหัวใจอุดตันได้ และอาจมีผลป้องกันการเกิดมะเร็ง แม้ว่าจะยังไม่พบฤทธิ์ในการรักษาโรคมะเร็งได้โดยตรงก็ตาม

**2.5 กลไกลการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ**

<u>ขั้นแรก</u> สารต้านอนุมูลอิสระจะไปเป็นตัวรีดิวซ์หรือให้ไฮโดรเจนอะตอมกับอนุมูลอิสระหมดฤทธิ์ไป จากนั้นตัวของสารต้านอนุมูลอิสระจะกลายเป็นอนุมูลอิสระเสียเอง

$$R + AH \longrightarrow RH + A$$

$$RO + AH \longrightarrow ROH + A$$

$$ROO + AH \longrightarrow ROOH + A$$

<u>ขั้นที่สอง</u> สารต้านอนุมูลอิสระที่กลายเป็นอนุมูลอิสระจากขั้นตอนแรกจะไปจับกับอนุมูลอิสระตัวใหม่ทำให้ไม่เกิดการสร้างอนุมูลอิสระต่อไป

$$R + A \longrightarrow RA$$

$$RO + A \longrightarrow ROA$$

$$ROO + A \longrightarrow ROOA$$

$$Antioxidant + O_2 \longrightarrow Oxidized\ Antioxidant$$

นั้นคือ สารต้านอนุมูลอิสระโมเลกุลเดียวสามารถต้านหรือทำลายอนุมูลอิสระได้ 0 โมเลกุล (1:2) เช่น กลไกการต้านอนุมูลอิสระของวิตามินซีและสารมาตรฐาน BHA เป็นต้น

**2.6 การทดสอบฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay (Yamasaki และคณะ, 1994)**

เป็นการทดสอบฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยให้สารตัวอย่างทำปฏิกิริยากับ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียรมีสีม่วง เมื่อ DPPH ได้รับอิเล็กตรอนหรืออนุมูลอิสระไฮโดรเจน จะเปลี่ยนเป็น DPPH : H ติดตามผลการทดลองโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ซึ่งเป็นค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH นำข้อมูลที่ได้ไปสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตัวอย่างกับค่าการดูดกลืนแสง เพื่อคำนวณค่า $EC_{50}$ ที่แสดงค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์(ภาคผนวก ก) และใช้ค่า $EC_{50}$ ในการเปรียบเทียบความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากดอกอัญชันกับสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

## 3.การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสคือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน วัดผล วิเคราะห์และอภิปรายผลที่ได้จากการทดสอบผลิตภัณฑ์โดยผ่านทางระบบรับสัมผัส ซึ่งได้แก่ การมองเห็น การดมกลิ่น การสัมผัส การชิมและการได้ยินเสียง (hearing) การเตรียมตัวอย่างและการนำเสนอตัวอย่างต้องดำเนินการภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีการควบคุมอย่างเหมาะสม เพื่อลดอคติต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น ผู้ทดสอบมักจะถูกจับให้นั่งแยกออกจากกัน โดยมีบู๊ท (booth) ส่วนตัวไม่ปะปนกันในระหว่างการทดสอบ เพื่อว่าผู้ทดสอบจะได้ไม่ถูกรบกวนหรือได้รับผลกระทบจากผู้ทดสอบคนอื่นๆที่อาจแสดงออกมาทางสีหน้าและท่าทาง ตัวอย่างจะถูกนำเสนอแบบตัวเลขสุ่ม เพื่อว่าผู้ทดสอบจะไม่มีอคติต่อ label ของผลิตภัณฑ์

การทดสอบทางประสาทสัมผัส เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยที่ข้อมูลจากตัวอย่างต่างๆที่ได้จากการทดสอบจะถูกนำมาเปลี่ยนหรือนำมาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะผลิตภัณฑ์และการรับรู้ของผู้ทดสอบ เช่น เราสามารถประเมินได้ว่าผู้ทดสอบใด ๆ สามารถแยกความแตกต่าง (discrimination) เพียงเล็กน้อยระหว่างตัวอย่างต่าง ๆ ได้กี่ครั้ง หรืออาจให้ผู้ทดสอบทำการให้คะแนน (rating) โดยสัมพันธ์กับการรับรู้ที่มีต่อรสชาติหรือกลิ่นของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของอาหารจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ (1) ลักษณะปรากฏ (2) กลิ่นรสและ (3) เนื้อสัมผัส International Organization of Standardization (ISO) ได้ให้คำจำกัดความของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเหล่านี้ไว้ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.ลักษณะปรากฏ (appearance): คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทั้งหมดของวัตถุใด ๆ ที่เรามองเห็นด้วยสายตา ไม่ว่าจะเป็นสี ความทึบ ความเลื่อมมันของผิวหน้า และความสม่ำเสมอของรูปร่าง เป็นต้น ซึ่งต่างก็มีอิทธิพลต่อการรับรู้และปฏิกิริยาของเราที่มีต่ออาหารนั้น ๆ

2.กลิ่นรส (flavour): การรับรู้ทางประสาทสัมผัสโดยรวมที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบอาหาร ซึ่งจะเกิดขึ้นทั้งในโพรงปากและโพรงจมูก โดยที่จะเกิดจากระบบรับรสผ่านลิ้น และความรู้สึกเจ็บปวดหรือความรู้สึกระคายเคืองจากความเย็นหรือความเผ็ด เป็นต้น และเกิดจากระบบรับกลิ่นผ่านโพรงจมูก ตามลำดับ

3. เนื้อสัมผัส (texture): คุณลักษณะทาง mechanical, geometrical และผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ที่รับรู้ได้โดยแรงทางกล การสัมผัสและการมองเห็น และการได้ยินเสียง เช่น มนุษย์ใช้การได้ยินเสียงในการประเมินความกรอบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่สำคัญในมันฝรั่งทอดกรอบ เป็นต้น

**3.1 การทดสอบการยอมรับโดยการใช้สเกลแบบ hedonic (Hedonic scaling)**

วิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการทดสอบการยอมรับก็คือ 9 – point hedonic scale ซึ่งรู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่า degree of liking scale การใช้ hedonic scale นั้นจะอยู่บนหลักการที่ว่า ความชอบของผู้บริโภคนั้น สามารถถูกจัดจำแนกได้โดยค่าของการตอบสนอง (ความชอบและไม่ชอบ) ที่เกิดขึ้น สามารถใช้ 9 – point hedonic scale ได้ง่ายมาก และการแปลผลก็กระทำได้ง่าย ได้รับการยอมรับในการประเมินอาหาร เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่อาหารอย่างแพร่หลาย hedonic rating หรือการให้คะแนนนั้นการยอมรับนั้น อาจได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะของการทดสอบได้ (เช่น ทดสอบภายใต้สภาวะของห้องทดสอบและทดสอบภายในห้องอาหาร เป็นต้น) แต่ลำดับของความชอบในตัวอย่างนั้น นักวิจัยหลาย ๆ ท่านได้ยืนยันว่า (Lawless and Heymann, 1998) สเกลที่ใช้นี้สามารถเชื่อถือได้และมีความเสถียรต่อการตอบสนองสูง นั่นก็คือวิธีนี้มีความเป็นอิสระจากพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ (area) และขนาดของผู้ทดสอบ การลดสเกลลงเหลือ 7 หรือ 5 สามารถกระทำได้ (อ.มณธิดา กาวิชัย. 2549: เว็บไซต์)

## 4.จุลินทรีย์อาหาร

**4.1 ยีสต์ (Yeast)**

ยีสต์เป็นจุลินทรีย์มีเซลล์เดียว(unicellular)มักเป็นรูปไข่ ทรงกลม ทรงกระบอกหรือต่อกันเป็นสายยาว การสืบพันธ์โดยทั่วไปอาศัยการแตกหน่อหรือแบ่งตัว

**4.2 ยีสต์ที่พบในอาหาร**(เสาวภา คุปตภากร, 2542)

4.2.1 *Brettanomyces* เป็นยีสต์ที่สืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ สามารถเจริญได้ดีที่ pH 1.8 ทำให้เบียร์ ไวน์ เครื่องดื่ม และอาหารหมักดองเสีย

4.2.2 *Candida* เป็นยีสต์ที่พบบ่อยในอาหาร ประเภทเนื้อสัตว์ สัตว์ปีก และประเภทผักและผลไม้ บางชนิดเกี่ยวข้องกับการหมักโคโก้ เบียร์ ไวน์ และน้ำผลไม้

4.2.3 *Cryptococcus* สืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ พบในพืชและในดิน สตรอเบอรี่และผลไม้อื่นๆ ปลา กุ้ง และเนื้อสดบด

4.2.4 *Debaryomyces* เป็นยีสต์ที่สืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีเกลือสูงถึงร้อยละ 24 และมี $a_w$ ต่ำเพียง 0.65 เจริญในน้ำเกลือและเนยแข็ง ทำให้น้ำส้มเข้มข้นและนมเปรี้ยวเสีย

4.2.5 *Hanseniaspora* เป็นยีสต์ที่มีรูปร่างเรียวหัวท้าย (apiculate) แตกหน่อตรงปลายหัวท้ายของเซลล์ ใช้น้ำตาลโดยกระบวนการหมัก พบในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะผลมะเดื่อ มะเขือเทศ สตรอเบอรี่และผลไม้ในตระกูลส้ม

4.2.6 *Kluyveromyces* สืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ พบในหางนม (whey) และในผลไม้หลายชนิด เป็นยีสต์ที่มักจะทำให้เนยแข็งเสีย

4.2.7 *Pichia* เป็นยีสต์แท้กลุ่มใหญ่ที่สุด แตกหน่อทุกด้านของเซลล์แบบที่เรียกว่า multilateral budding เจริญในอาหารแล้วทำให้เกิดแผ่นฟิล์มขึ้นบนผิวหน้าของอาหารเหลว

4.2.8 *Rhodotorula* เป็นยีสต์ที่สร้างเม็ดสี (pigment) มีสีชมพูจนถึงสีแดง สืบพันธุ์โดย multilateral budding ไม่ใช้น้ำตาลโดยการหมัก สปีชีส์ที่พบในอาหาร คือ *R. glutinis* และ *R. mucilaginosa* เจริญที่อุณหภูมิต่ำ และทำให้อาหารจำพวกเนื้อสัตว์และอาหารทะเลเน่าเสีย

4.2.9 *Saccharomyces* เป็นยีสต์ที่รู้จักกันดีและพบมากในอาหาร สืบพันธุ์ทั้งแบบ multilateral budding และสร้างสปอร์ที่มีรูปร่างกลมภายในเซลล์ของยีสต์ สปีชีส์ที่ใช้ในการผลิตขนมปัง และใช้หมักเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ คือ *S. cerevisiae* บางสปีชีส์ (*S. bailii*) ทำให้ซอสมะเขือเทศ มายองเนส น้ำสลัด น้ำอัดลม น้ำผลไม้ ไซเดอร์ และไวน์เสื่อมคุณภาพ

4.2.10 *Schizosaccharomyces* ยีสต์ชนิดนี้แบ่งเซลล์โดยการแตกออกเป็น 2 เซลล์ (lateral fission) สปีชีส์ที่พบบ่อยที่สุด คือ *S. pombe* เป็นยีสต์ที่เจริญในที่ที่มีน้ำตาลสูง (osmophilic)

4.2.11 *Torulaspora* สืบพันธุ์ทั้งแบบแตกหน่อและ แบบ multilateral budding

4.2.12 *Zygosaccharomyces* สืบพันธุ์ทั้งแบบสร้างสปอร์และแตกหน่อ หมักน้ำตาลได้ดี บางสปีชีส์ เกี่ยวข้องกับการหมักซอสถั่วเหลืองและมิโซ แต่บางสปีชีส์ก็ทำให้อาหารบางอย่าง เช่น มายองเนส และน้ำสลัดเสีย

**4.3 เชื้อรา (Mold)**

เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ที่พบว่าเจริญบนอาหารได้บ่อยๆ มีลักษณะเป็นเส้นใยคล้ายสำลี มีสีต่างๆกัน ราบางชนิดทำให้อาหารมีสี กลิ่น รส ไม่น่ารับประทาน ราบางชนิดใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น การผลิตซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว เต้าหู้ยี้ และเนยแข็ง บางชนิดใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเอนไซม์ สารอินทรีย์ กรดและสารปฏิชีวนะต่างๆ เส้นใยของเชื้อราแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. เส้นใยไม่มีผนังกั้น (non septate hypha) มีลักษณะเป็นท่อต่อถึงกับไซโตพลาสซึมติดต่อถึงกัน และนิวเคลียสปะปนกัน
2. เส้นใยมีผนังกั้น (septate hypha) มีลักษณะเป็นเซลล์ต่อกันเป็นแถวแนวเดียวกัน แต่เซลล์มีนิวเคลียสและไซโตพลาสซึม

**4.4 เชื้อราที่พบในอาหาร**

4.4.1 *Altenaria* เส้นใยมีผนังกั้น ทำให้เกิดโรคเน่าสีน้ำตาลและสีดำกับผลไม้เนื้อแข็ง แอปเปิล และมะเดื่อ

4.4.2 *Aspergillus* ทำให้เกิดโรคเน่าดำกับผลไม้หลายชนิด เช่น พีช ผลไม้ตระกูล

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรพรรณ พัวไพบูลย์ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในไวน์ที่ผลิตจากเปลือกและแกนผลไม้ และเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำเปลือกมังคุด น้ำเปลือกแก้วมังกร น้ำเปลือกมะม่วง และน้ำแกนสับปะรดที่ทำการสกัดด้วยน้ำวันที่ 0 และตัวอย่างจากการหมักวันที่ 3, 6, 9, 12, 15 และหลังบ่ม 1 เดือน ผลการทดสอบพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำเปลือกมังคุด น้ำเปลือกแก้วมังกร น้ำเปลือกมะม่วง และน้ำแกนสับปะรดสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดจาก DPPH ได้ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ(%scavenging)เป็น 87.51±2.33, 87.16±3.39, 89.92 ±0.11, 82.65 ±0.81 ตามลำดับ และหลังบ่มนาน 1 เดือนสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดจาก DPPH ได้ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระเป็น87.17±2.45, 72.35±2.69, 83.41 ±2.34, 65.72 ±3.87 ตามลำดับ ซึ่งสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดจาก DPPH ได้ดีกว่ากรดแอสคอร์บิคที่เข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุดคือ 63.89

ศศิน แสงทองดีและคณะ (2549 : บทคัดย่อ)ได้ทำการวิจัยและพัฒนาสารสกัดจากดอกอัญชันเพื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับผิวรอบดวงตา พบว่า สารสกัดดอกอัญชันมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างสูง ซึ่งมีค่า %inhibition ที่สารสกัดความเข้มข้น 2 mg/ml เท่ากับ 65.32% ค่า $IC_{50}$ เท่ากับ 1.01mg/ml และมี GAE ท่ากับ $3.78 \times 10^{-3}$ ซึ่งทั้ง 3 ค่าถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่มีค่าสูงพอสมควร และพบสารรูตินในสารสกัดและในตำรับอายเจล ซึ่งเป็นสารสำคัญ ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดย 100 กรัม พบ เท่ากับ 98.05 และ11.39 mg ตามลำดับ

C. Wongs-Aree, M.M. Giusti, S.J. Schwartz ( 2550 : บทคัดย่อ) ได้ทดลองเปรียบเทียบสารแอนโธไซยานินในดอกอัญชัน,อุ่นแดงและหัวผักกาดแดง พบว่าดอกอัญชันมีสารประกอบฟลาโวนอยด์ เช่น p-coumaric acid และ ferulic acidในปริมาณสูง

Rice-Evans and Miller (1996) ศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระในอาหารหลายชนิด พบว่าสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำแอปเปิล ได้แก่ chlorogenic acid และ phloretin ในน้ำส้ม ได้แก่ วิตามินซี hesperidin และ narirutin ในลูกเกด ได้แก่ anthocyanin ส่วนในชาสารต้านอนุมูลอิสระที่พบ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิคประเภท catechin

Paganga et al. (1999) ศึกษาสารประกอบฟีนอลิคที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระในผักและผลไม้บางชนิด เช่น ในมะเขือยาว พบ chlorogenic acid เป็นองค์ประกอบหลัก และพบ delphinidin ในส่วนของเปลือก ในแอปเปิล พบสารประกอบฟีนอลิคหลายชนิดที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น chlorogenic acid,procyanidin,catechin, rutin และ phloridzin เป็นต้น ส่วนในหัวหอมพบ quercetin glycoside

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY