บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระเจี๊ยบเขียว

ลักษณะทั่วไปของกระเจี๊ยบเขียว

ชื่อสามัญกระเจี๊ยบเขียว Okra, Gumbo, Lady's finger, Quimbamto (อัฟริกา) กระต้าด (แถบจังหวัดสมุทรสาคร, สมุทรปราการ) มะเขือมอญ (ภาคกลาง) มะเขือมื่น (ภาคเหนือ) ถั่วเละ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Abelmochus esculentus* L. Moench อยู่ในสกุล Malvaceae (Mallow family)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์กระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียว เป็นพืชผักยืนต้น อายุประมาณ 1 ปี มีความสูง 40 เซนติเมตร ถึง 2 เมตร มีลักษณะเฉพาะดังนี้

1. ลำต้น มีขนสั้นๆ มีหลายสี แตกต่างตามพันธุ์
2. ใบมีลักษณะกว้างเป็นแฉกคล้ายใบละหุ่ง แต่ก้านใบจะสั้นกว่า
3. ดอกมีสีเหลือง โคนดอกด้านในสีม่วง เมื่อบานคล้ายดอกผ้าย มีเกสรตัวผู้ตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน
4. ฝักมีรูปเรียวยาว ปลายฝักแหลม มีทั้งชนิด ฝักกลมและฝักเหลี่ยม ซึ่งมีเหลี่ยม 5-10 เหลี่ยม ขึ้นกับพันธุ์ในแต่ละฝักมีเมล็ด 80-200 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะกลมรี ขนาดเดียว กับถั่วเขียว เมล็ดอ่อนมีสีขาว เมื่อแก่มีสีเทาฝักแก่สีฝักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และจะแตกออกตามแนวรอยสันเหลี่ยมทำให้เห็น เมล็ดที่อยู่ข้างใน แสดงดังภาพที่ 2.1

สภาพแวดล้อม

กระเจี๊ยบเขียว เป็นผักที่ปลูกได้ตลอดปีในประเทศไทย อุณหภูมิที่เหมาะสมในการปลูกและเติบโตคือ 20-30 องศาเซลเซียส กระเจี๊ยบเขียวขึ้นได้ที่อุณหภูมิต่ำสุด 18 องศาเซลเซียส ซึ่งในอุณหภูมิต่ำจะเจริญเติบโตช้าลง และถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส จะไม่เจริญเติบโตเลย กระเจี๊ยบเขียวเติบโตได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แต่ไม่ชอบดินที่มีน้ำขังแฉะหรือระบายน้ำยากและดินที่เป็นกรดจัด pH ควรอยู่ระหว่าง 6.0-6.8

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของกระเจี๊ยบเขียว (ก) ลักษณะต้น (ข) ลักษณะใบ (ค) ลักษณะดอก และ (ง) ลักษณะผล ตามลำดับ
ที่มา : Medthai (2559)

องค์ประกอบทางโภชนาการของกระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียวมีประโยชน์ทางด้านคุณค่าทางโภชนาการหลายด้าน เช่น คาร์โบไฮเดรต เส้นใย โปรตีน โฟเลต แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินซี อยู่ในปริมาณพอสมควร ที่สำคัญกระเจี๊ยบเขียวมีกลูตาไธโอน (glutathione) มีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมสารอนุมูลอิสระในร่างกาย การสร้างสารซ่อมแซมเซลล์ ทำปฏิกิริยาขจัดสารพิษที่เกิดในร่างกาย และช่วยต้านมะเร็งได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันนิยมใช้สารนี้เพื่อให้ผิวขาวขึ้น

เพราะกลูตาไธโอนสามารถกดการทำงานของเอนไซม์ที่ผลิตเม็ดสีได้ชั่วคราว นอกจากนี้กระเจี๊ยบเขียวยังเต็มไปด้วยเส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ ซึ่งเป็นส่วนของพืชผักที่ร่างกายย่อยไม่ได้ และเส้นใยที่ละลายน้ำได้ เช่น เพกทิน (pectin) และเมือก (mucilage) ซึ่งเกิดจากสารประกอบ acetyated acidic polysaccharide และกรดกาแล็กทูโลนิก (galactulonic caid)

ประโยชน์ทั่วไปของกระเจี๊ยบเขียว

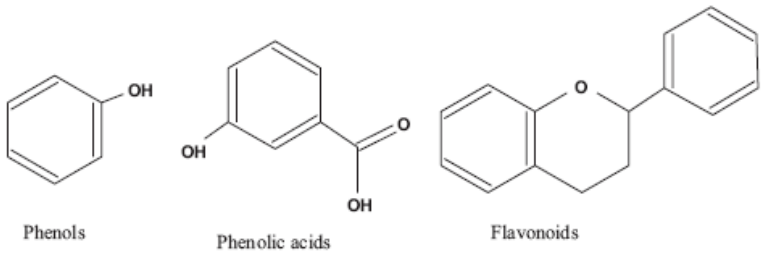
สรรพคุณเด่นที่สำคัญในการใช้เป็นยารักษาโรคของกระเจี๊ยบเขียว คือ การใช้เป็นยารักษาโรคกระเพาะและลำไส้อักเสบ ซึ่งเป็นโรคที่ทำให้เกิดอาการท้องผูกและท้องเสียสลับกัน และยังช่วยรักษาอาการปวดท้อง จากแผลในกระเพาะอาหารและแผลจากลำไส้เล็กส่วนต้น ในปี 2547 มีรายงานการศึกษาพบว่าสารประกอบไกลโคไซเลต (glycosylated compounds) ซึ่งประกอบด้วยโพลี-แซกคาไรด์ (polysaccharides) และไกลโคโปรตีน (glycoproteins) ในกระเจี๊ยบเขียว มีฤทธิ์ยับยั้งความสามารถของเชื้อแบคทีเรีย เฮลิโคแบคเตอร์ ไพโลริ (helicobacter pylori) ในการเกาะเยื่อบุผิวของกระเพาะอาหาร ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร แต่สารไกลโคไซเลต จะมีฤทธิ์ลดลงเมื่อถูกความร้อน ยางจากผลสดของกระเจี๊ยบเขียวช่วยรักษาแผลสด เมื่อถูกของมีคนบาดให้ใช้ยางจากฝักกระเจี๊ยบทาแผล แผลจะหายไว และไม่เป็นแผลเป็นการการศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญทางชีวภาพของกระเจี๊ยบเขียว

สารพฤกษเคมีของกระเจี๊ยบเขียว

สารพฤกษเคมี หรือ Phytonutrients หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในพืช สารพฤกษเคมีหลายชนิดมีฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระ หรือมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมสารอนุมูลอิสระในร่างกาย การสร้างสารซ่อมแซมเซลล์ ทำปฏิกิริยาขจัดสารพิษที่เกิดในร่างกาย และช่วยต้านมะเร็งได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันนิยมใช้สารนี้เพื่อให้ผิวขาวขึ้น เพราะกลูตาไธโอนสามารถกดการทำงานของเอนไซม์ที่ผลิตเม็ดสีได้ชั่วคราว ซึ่งกลไกการทำงานของสารพฤกษเคมีเมื่อเข้าสู่ร่างกายอาจเป็นไปโดยการช่วยให้เอ็นไซม์บางกลุ่มทำงานได้ดีขึ้น เอ็นไซม์บางชนิดทำหน้าที่ทำลายสารก่อมะเร็งที่เข้าสู่ร่างกาย นักวิทยาศาสตร์พบว่าสารพฤกษเคมีสร้างประโยชน์ด้วยกลไกการออกฤทธิ์ในรูปแบบต่างๆ ดังนี้ ต้านออกซิเดชัน ทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ เป็นกลไกสำคัญที่ทำให้สารพฤกษเคมีลดการเกิดโรคมะเร็งได้เพิ่มภูมิต้านทานโรคควบคุมการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอล (กองโภชนาการ, 2559; Medthai, 2559)

1. โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบฟีนอล

สารประกอบฟีนอล มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวน ที่เป็นอนุพันธ์ของวงแหวนเบนซิน มีหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) อย่างน้อยหนึ่งหมู่ต่ออยู่กับสารประกอบฟีนอลพื้นฐาน คือ สารฟีนอล (phenol) ในโมเลกุลประกอบด้วยวงแหวนเบนซิน 1 วง และหมู่ไฮดรอกซิล 1 หมู่ สารประกอบฟีนอลที่พบในธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด และมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีที่แตกต่างกัน สารประกอบฟีนอล พบอยู่ในส่วนของช่องว่างภายในเซลล์ (cell vacuole) ในส่วนต่างๆ ของพืช เป็นสารที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในกระบวนการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างทั่วไปของสารประกอบฟีนอล
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์ (2559)

2. สรรพคุณของสารประกอบฟีนอล

2.1 ประโยชน์ต่อสุขภาพ

สารประกอบฟีนอลหลายชนิดมีฤทธิ์เป็นสารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันและเป็นสารต้านการกลายพันธุ์ (anti-mutagens) มีสรรพคุณที่ดีต่อสุขภาพ สามารถการป้องกันโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด และมะเร็ง โดยสารประกอบฟีนอลจะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (free radical) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและโมเลกุลอื่นๆ โดยใช้ตัวเองเป็นตัวรับอนุมูลอิสระ (free radical) ทำให้ยับยั้งปฏิกิริยาลูกโซ่ ที่มีอนุมูลอิสระเป็นสาเหตุ แต่สารต้านอนุมูลอิสระจะถูกทำลายไปด้วย

2.2 ใช้เพื่อการถนอมอาหาร

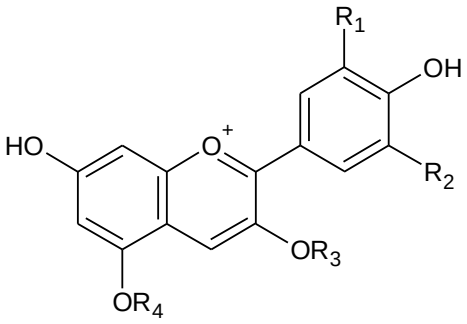
สารประกอบฟีนอลสามารถนำมาใช้ในอาหาร โดยใช้เป็นสารกันหืนป้องกันปฏิกิริยาการออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation)

3. สารประกอบฟีนอลที่พบในกระเจี๊ยบเขียว

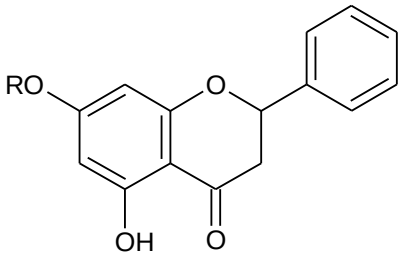
สารประกอบฟีนอลที่พบในพืชมีมากกว่า 8000 ชนิด (Lee *et al*., 2004) โดยกลุ่มของสารประกอบฟีนอลนั้นเป็นสารที่มีหมู่ฟีนอล ซึ่งเป็นวงแหวนเบนซีนที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (OH) มาเกาะอยู่ภายในโมเลกุล เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในขั้นทุติยภูมิของพืช ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังตารางที่ 2.1 (Bravo, 1998)

3.1 สารประกอบฟลาโวนอยด์ เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญที่สุดในกลุ่มที่มีหมู่ฟีนอลเพียงหมู่เดียวอยู่ในรูปไกลโคไซด์ (glycoside) ประกอบด้วยฟลาโวน (flavones) ฟลาโวนอล (flavonol) ฟลาวาโนน (flavanone) ฟลาวาโนนอล (flavanonol) และแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ดังภาพที่ 2.3 โดยฟลาโวนจะมีพันธะคู่ระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 และ 3 ส่วนฟลาโวนอลจะมีหมู่ไฮดรอกซิลมาจับที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของฟลาโวน ในขณะที่ฟลาวาโนนจะมีพันธะเดี่ยวระหว่างคาร์บอนตำแหน่งที่ 2 และ 3 ส่วนฟลาวาโนนอลจะมีหมู่ไฮดรอกซิลมาจับที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของฟลาวาโนน สารประกอบฟลาโวนอยด์แต่ละกลุ่มจะมีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl) เมทอกซิล (methoxyl) และสารประกอบอื่นๆ มาจับในวงแหวนเบนซีนทั้ง 2 วงแตกต่างกัน

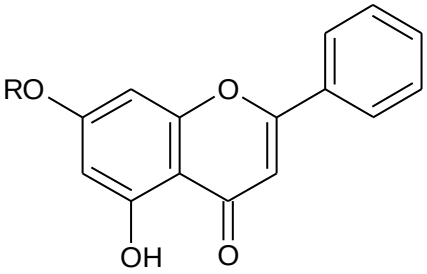
ส่วนไอโซฟลาโวน (isoflavone) เป็นอนุพันธ์ของสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่อยู่ในรูปอะไกลโคน (aglycone) ประกอบด้วยเจนิสทีน (genistein) ไดเซอิน (daidzein) และไกลซิทีน (glycitein) โครงสร้างแสดงดังภาพที่ 2.4 ซึ่งไอโซฟลาโวนพบมากในถั่วเหลือง โดยมีปริมาณของเจนิสทีน > ไดเซอิน > ไกลซิทีน ตามลำดับ



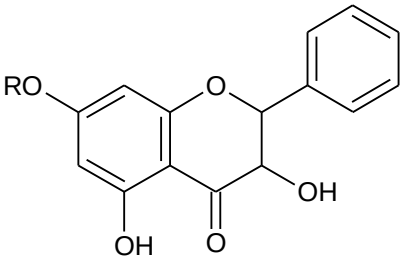
แอนโทไซยานิน



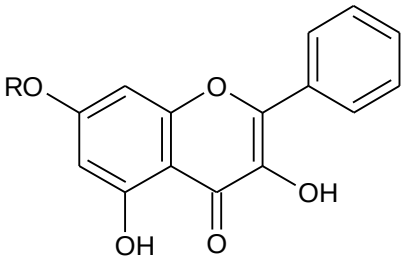
ฟลาวาโนน (saturated at position 2:3)



ฟลาโวน (position 2:3 unsaturated)

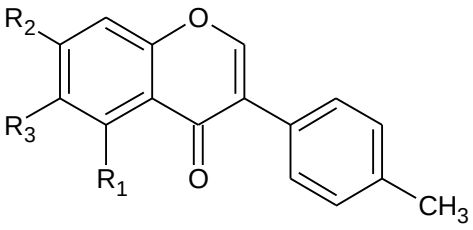


ฟลาวาโนนอล (an additional OH at position 3 with saturation)

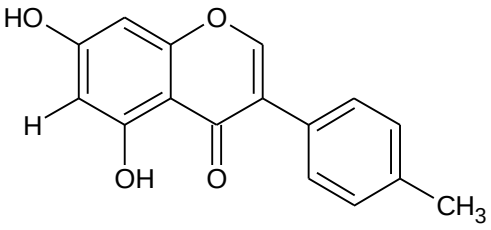


ฟลาโวนอล (an additional OH at position 3)

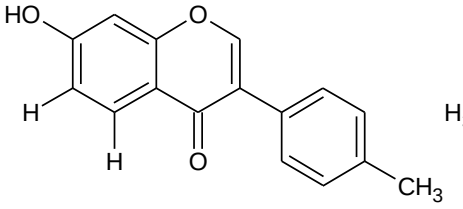
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของฟลาโวนอยด์ชนิดต่างๆ
ที่มา : Lee *et al*. (2004)



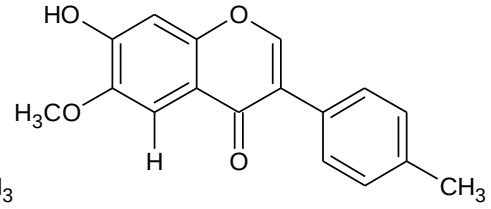
อะไกลโคน



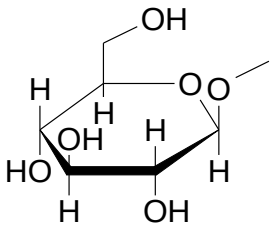
เจนิสทีน



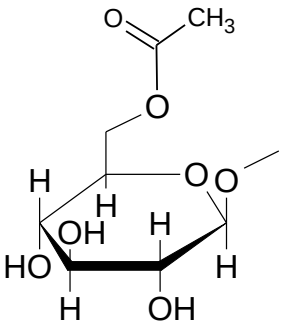
ไดเซอิน



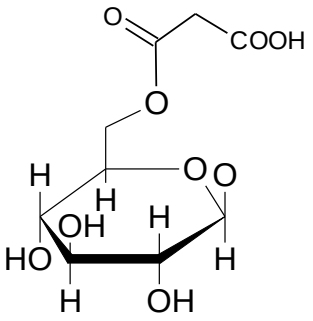
ไกลซิทีน



β-glucoside form at R_2 position



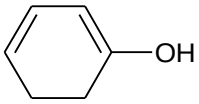
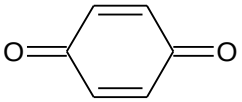
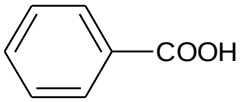
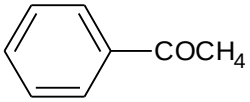
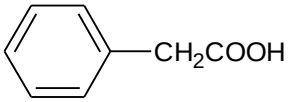
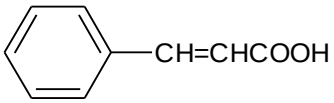
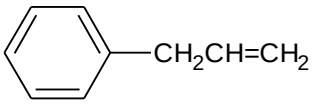
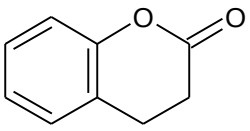
Acetyl glucoside form at R_2 position



Malonyl glucoside form at R_2 position

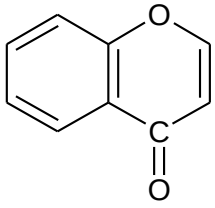
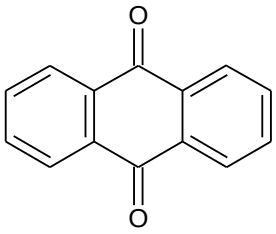
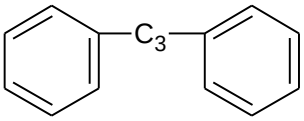
ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของอะไกลโคนและอนุพันธ์
ที่มา : Lee *et al*. (2004)

ตารางที่ 2.1 สารประกอบฟีนอลที่พบในพืช

ประเภท	โครงสร้างพื้นฐาน	โครงสร้างหลัก
ฟีนอลอย่างง่าย (simple phenol)	C_6	
เบนโซควิโนน (benzoquinone)	C_6	
กรดฟีนอลิก (phenolic acid)	C_6-C_1	
อะซิโตฟีโนน (acetophenone)	C_6-C_2	
กรดฟีนิลอะซิติก (phenylacetic acid)	C_6-C_2	
กรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxycinnamic acid)	C_6-C_3	
ฟินิลโพรพีน (phenylpropene)	C_6-C_3	
คูมาริน (coumarin)	C_6-C_3	

ที่มา : Bravo (1998)

ตารางที่ 2.1 สารประกอบฟีนอลที่พบในพืช (ต่อ)

ประเภท	โครงสร้างพื้นฐาน	โครงสร้างหลัก
โครโมน (chromone)	C_6-C_3	
แอนทราควินโนน (anthraquinone)	C_6-C_2 -C_6	
ฟลาโวนอยด์ (flavonoid)	C_6-C_3 -C_6	

ที่มา : Bravo (1998)

กรดฟีนอลิกเป็นสารตั้งต้นและมีโครงสร้างสัมพันธ์กับฟลาโวนอยด์ ชนิดที่มีความสำคัญได้แก่

1. กรดไฮดรอกซีซินนามิก (hydroxycinnamic acid) เช่น กรดคาเฟอิก (caffeic acid) กรดพาราคูมาริก (*p*-coumaric acid) กรดเฟอรูริก (ferulic acid) และกรดซินแนพิก (sinapic acid)

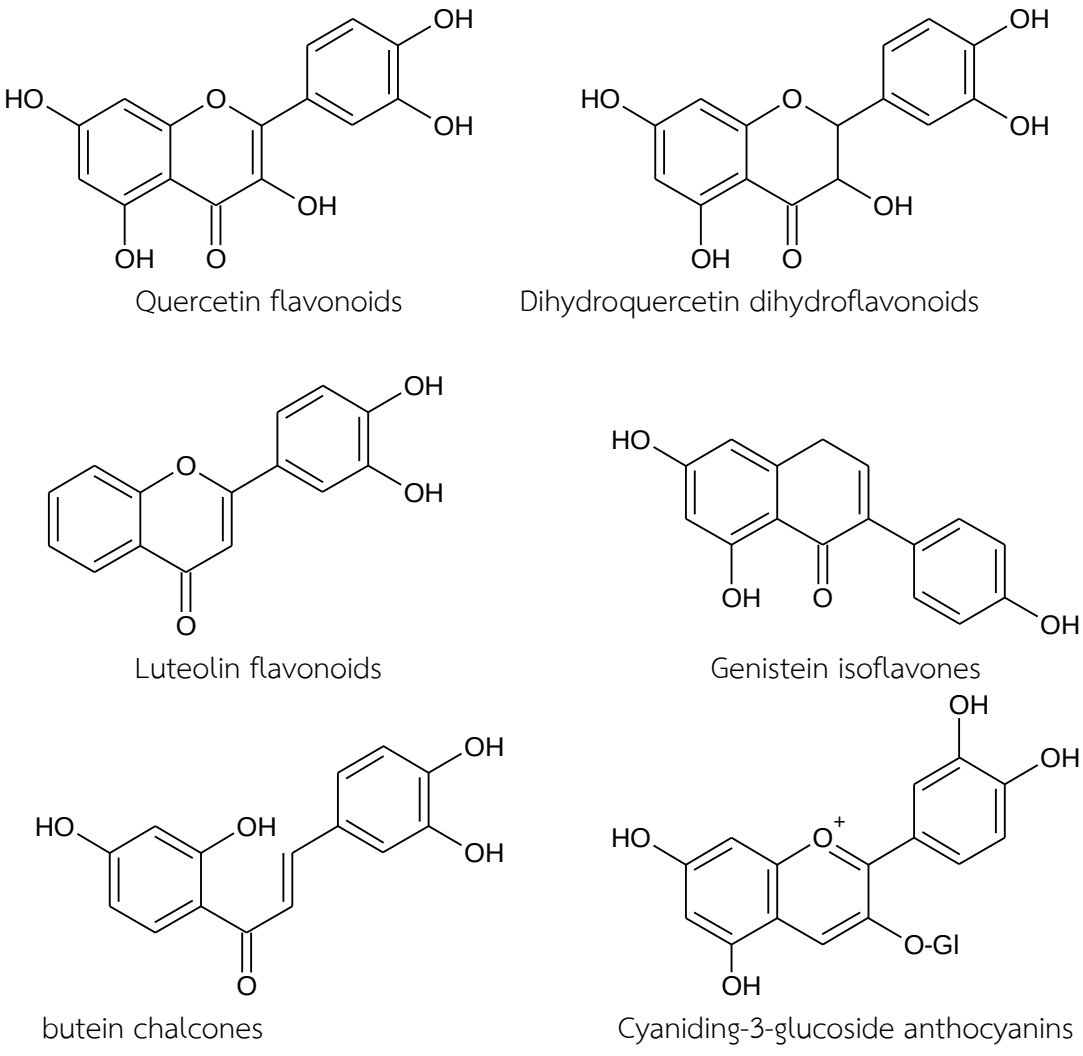
2. ไฮดรอกซีคิวมาริน (hydroxycoumarin) เช่น สโคโพเลทิน (scopoletin)

3. กรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (hydroxybenzoic acid) เช่น กรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (4-hydroxybenzoic acid) กรดเอลลาจิก (ellagic acid) กรดเจนทีซิส (gentisic acid) กรดโพรโทคาเทชูอิก (protocatechuic acid) กรดซาลิไซลิก (salicylic acid) และกรดวานิลลิก (vanillic acid)

สารในกลุ่มนี้สามารถจับกับไอออนของโลหะเกิดเป็นสารเชิงซ้อนทำให้ไอออนของโลหะไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อไปได้

ส่วนฟลาโวนอยด์มีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในการจับกับโลหะเช่นเดียวกัน โดยทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระปฐมภูมิ สามารถจับกับไอออนของโลหะเกิดเป็นสารเชิงซ้อน และเป็นสารจับกับซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออน (superoxide anion scavenger) ได้ (ภาพที่ 2.5) สารประกอบฟลาโวนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของฟลาโวนอยด์ขึ้นอยู่กับหมู่ไฮดรอกซิลและการจัดเรียงตัวของโครงสร้าง (Lee *et al*., 2004) โดยสามารถจับกับอนุมูลไฮดรอกซิลและเพอร์ออกซิลได้

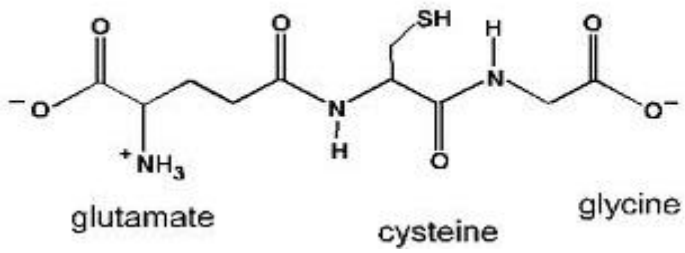
Wu *et al.* (2012) ได้ตรวจพบ Quercitin (สารพฤกษเคมีที่อยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์) 11.57 mg ใน 10 g จากสารสกัดของกระเจี๊ยบเขียว (ร้อยละ 0.11) ซึ่งมีความสามารถในการลดการเกิดอนุมูลอิสระ หรือหากเกิดมีอนุมูลอิสระเกิดขึ้นแล้ว ฟลาโวนอยด์ก็สามารถกำจัดได้ ช่วยป้องกันไม่ให้ร่างกายได้รับความเสียหายจากอนุมูลอิสระ และยังทำงานร่วมกับสารแอนติออกซิแดนท์ และเอนไซม์อื่นๆ ในลำไส้ ตับ ปอด เพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์เนื้องอกก่อตัว และมีความสามารถในการป้องกันมะเร็งได้อย่างมีประสิทธิ์ภาพ ฟลาโวนอยด์เป็นสารพฤกษเคมี จึงพบในพืช ผัก และผลไม้เท่านั้น เช่น ชาเขียว องุ่นแดง หอมหัวใหญ่ กระเทียมและองุ่นบราซิล จะมีฟลาโวนอยด์อยู่มาก พบว่าการดื่มน้ำองุ่นบราซิลในปริมาณ 5 ออนซ์ วันละ 2 แก้ว จะช่วยลดการเกาะตัวของเม็ดเลือดได้ถึงร้อยละ 60 ซึ่งทำให้เม็ดเลือดไม่จับตัวเป็นก้อนจนอุดตัน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโรคหัวใจ



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของสารประกอบฟลาโวนอยด์
ที่มา : Lee *et al*. (2004)

3.2 กลูต้าไธโอน (Glutathione)

กลูต้าไธโอนเป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสามารถสร้างขึ้นได้เองในร่างกาย แต่มีปริมาณน้อยอาจไม่เพียงพอในการนำไปสร้างเป็นเอนไซม์ Glutathione Peroxidase ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันการเกิดของอนุมูลอิสระและป้องกันการเสื่อมของเซลล์ต่างๆ ในร่างกายโดยเฉพาะเซลล์ตับ นอกจากนี้ยังมีส่วนสำคัญในการขับล้างสารพิษในกระแสเลือดให้กลายเป็นสารที่ ไม่อันตรายและขับออกจากร่างกายทางตับ (Detoxifocation) อย่างไรก็ตามเราสามารถเพิ่มระดับ ของกลูต้าไธโอนในร่างกายได้ง่ายๆ โดยการรับประทาน L-Glutathione เข้าไปโดยตรง หรือ รับประทานสารอาหารที่ร่างกายนำไปใช้ในการสร้าง กลูต้าไธโอน เช่น Alpha Lipoic Acid และ N-Acetylcysteine ให้มากขึ้น หรือ การรับประทานสารต้านอนุมูลอิสระ อื่น เช่น Vitamin C เพื่อกระตุ้นให้ร่างกายเก็บกลูต้าไธโอนที่ตับให้มากขึ้น



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างของกลูต้าไธโอน (Glutathione)
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์ (2559)

3.3 แทนนิน (Tannin)

แทนนินเป็นสารประกอบจำพวกโพลีฟีนอลที่ละลายได้ในน้ำ มีรสขม บนฝาด พบได้ในส่วนของเปลือก ใบ และผล ของพืชทุกชนิด ซึ่งพบปริมาณมากในเปลือกไม้ กรดแกลลิคเป็นส่วนประกอบฟีนอลพบในธรรมชาติเป็นองค์ประกอบของแทนนิน แบ่งได้ 2 ชนิด คือ Gallotannins และ Ellagitannins ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่พบในกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งแทนนินมีประโยชน์ คือ เป็นยารักษาโรคเบาหวานเพื่อช่วยควบคุมสมดุลการหลั่งฮอร์โมนจากตับอ่อน รวมถึงใช้เป็นส่วนผสมในยาถ่ายพยาธิ ยาแก้ท้องเสีย นิยมใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมช่วยต้านอนุมูลอิสระ และลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด

จิ้งหรีดทองแดงลายหรือแมงสะดิ้ง

จิ้งหรีด จัดเป็นแมลงชนิดหนึ่งที่พบได้ในทุกภูมิภาคของโลก โดยเฉพาะในเขตร้อนอย่างประเทศไทย จิ้งหรีดมักกัดกินต้นกล้าพืชในสวนอ่อนของพืชเป็นอาหาร ขนาดที่พบจะ แตกต่างกันไปตามชนิดของจิ้งหรีด พฤติกรรมและลักษณะพิเศษของจิ้งหรีดปรับตัวเก่ง กินพืชเป็นอาหารได้หลายชนิดวงจรชีวิตจากไข่ถึงตัวเต็มวัยใช้เวลาสั้นๆ ตัวผู้ส่งเสียงได้ไพเราะมาก

ปัจจุบันคนนิยมบริโภคจิ้งหรีดเป็นอาหารเพราะมีโปรตีนสูง ปลอดสารพิษรักษา โรคขาดสารอาหารในธรรมชาติจะหาจิ้งหรีดมาเพื่อบริโภคได้ไม่มากนัก บางฤดูจะมีมาก บางฤดู แทบหาไม่ได้เลย เช่น ในฤดูหนาวจิ้งหรีดจะขยายพันธุ์ช้า หากมีการเลี้ยงและการจัดการที่ดีจะมีจิ้งหรีดไว้บริโภคหรือจำหน่ายได้ตลอดปี

ชนิดของจิ้งหรีด

จิ้งหรีดมีชื่อเรียกแตกต่างกันหลายชนิด ตามภาษาท้องถิ่น เช่น จิโปม จิลอ จินาย จิฟาง เป็นต้น

1. จิ้งโกร่ง (จิโปมหรือจิ้งกุ่ง) (*brachytrupes portentosus lichtenstein*) เป็นจิ้งหรีดขนาดใหญ่สีน้ำตาล ลำตัวกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3.5 เซนติเมตร อยู่ในรูตามดินร่วนปนทราย ความยาวของรูตัวอ่อนประมาณ 48-50 เซนติเมตร และมีรูเบี่ยงหรือรูหลบภัย จิโปมจะออกเป็นตัวเต็มวัยประมาณเดือน สิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน แต่ละปีจะมีรุ่นเดียว บางท้องถิ่นเรียกว่า จิลอ

2. จิ้งหรีดทองดำ (*Gryllus bimaculatus degeer*) เป็นจิ้งหรีดขนาดกลาง ลำตัวสีดำหรือสีน้ำตาลปนดำ สีของปีกมี 3 สี เช่น บางตัวมีสีดำ บางตัวมีสีอำพัน (สีเม็ดมะขาม) บางตัวมีสีทอง แต่ทุกตัวที่โคนปีกจะมีแต้มเหลืองอยู่ 2 แต้ม กลุ่มนี้จัดว่าเป็นกลุ่มจิ้งหรีดทองดำ ขนาดลำตัวกว้างประมาณ 0.7 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร

3. จิ้งหรีดทองแดง (*Teleogryllus testacaus walker : Modicogryllus confirmata*) มี 2 ชนิดคือ ชนิดสีน้ำตาลและสีน้ำตาลปนดำ (สีน้ำตาลเข้ม) ลำตัวขนาดโตกว่า จิ้งหรีดทองดำเล็กน้อย ตัวอ่อนสีน้ำตาลปนเทาและมีแถบขาวคาดขวางลำตัว เคลื่อนไหวว่องไวมาก ชอบอยู่ในที่ชื้น ตัวอ่อนระยะวัย 6-8 วัน บางคนเรียก จิโหลน

4. จิ้งหรีดทองแดงลาย (House cricket) *Acheta domestica* เป็นจิ้งหรีดขนาดเล็กสีน้ำตาล ลักษณะคล้ายกับจิ้งหรีด ชนิดทองแดงแต่เล็กกว่า เพศเมียมีปีกคู่หน้าสั้นครึ่งลำตัว ไม่ชอบบิน โดยทั่วๆ ไปลำตัวกว้างประมาณ 0.5 เซนติเมตร ยาว 2.05 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 0.53 กรัม หรือประมาณ 1,890–2,235 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งเกษตรกรทั่วไปนิยมเลี้ยงมากกว่าพันธุ์อื่นๆ

ลักษณะทั่วไปของจิ้งหรีดทองแดงลาย

จิ้งหรีดเป็นแมลงที่มีลักษณะปากเป็นแบบปากกัด มีตารวม หนวดยาว ขาคู่หลังมีขนาดใหญ่และแข็งแรง กระโดดเก่ง เพศเมียปีกเรียบและมีอวัยวะวางไข่ยาวแหลมคล้ายเข็มยื่นออกมาจากส่วนท้อง เพศผู้มีปีกคูหน้าย่นปีกลายหนุมาน สามารถทำเสียงได้ ดังภาพที่ 2.7

ภาพที่ 2.7 ลักษณะทั่วไปของจิ้งหรีดทองแดงลายเพศผู้-เพศเมีย
ที่มา : สุรเดช เดมาลัง (2560)

คุณค่าทางโภชนาการของจิ้งหรีด

จิ้งหรีดเป็นแมลงที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากมายทั้งเป็นแหล่งของโปรตีนและกรดอะมิโนที่จำเป็น (ตารางที่ 2.2) นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็นเมื่อเทียบกับแมลงชนิดอื่นๆ (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.2 กรดอะมิโนที่จำเป็นในจิ้งหรีดเปรียบเทียบกับแมลงชนิดอื่นๆ

Insects	Essential amino acid								Amino acid score	Limiting amino acid
	Ile	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val		
Ground cricket	29.8	60.9	46.0	30.9	62.4	29.0	24.4	34.4	68.7	Threonine
Silk worm pupae	46.1	70.6	77.2	36.3	122.0	45.3	19.0	52.2	100	-
Spur-throated grasshopper	32.7	59.5	35.7	20.9	60.0	22.3	17.3	35.6	55.8	Threonine
Bamboo caterpillar	33.9	60.0	56.0	41.8	100.8	34.9	41.1	38.8	77.5	Threonine
June beetle	32.1	51.8	18.8	44.6	49.3	26.9	27.1	29.3	34.2	Lysine
WHO/FAO										
Preschooler	28	66	58	25	63	34	11	35		
Adult	13	19	16	17	19	9	5	13		

หมายเหตุ : Ile : Isoleucine, Leu: Leucine, Lys : Lysine, Met : Methionine, Cys : Cysteine, Phe : Phenylalanine, Tyr : Tyrosine, Thr : Threonine, Trp : Tryptophan and Val : Valine.
ที่มา : Siriamornpun and Thammapat (2008)

ตารางที่ 2.3 กรดไขมันในจิ้งหรีดเปรียบเทียบกับแมลงชนิดอื่นๆ

Fatty acid	Terricolous insect*								Aquicolous insect**		
	June beetle	Queen caste	Weaver ant	Termite	Cicada	Longan stink bug	Dung beetle	Short tailed cricket	Giant water bug	True water beetle	Water scavenger beetle
C14:0	nd	7.4	4.1	0.8	9.8	nd	6.8	nd	nd	nd	nd
C15:0	nd	0.9	1.3	0.2	nd	nd	8.9	nd	166.1	107.4	10.8
C16:0	6.2	27.8	18.3	5.5	12.1	3.8	29.7	21.2	4407.8	1687.4	461.0
C17:0	7.6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1.68	103.6	61.2	17.3
C18:0	223.5	540.8	427.5	227.4	257.6	335.2	653.5	473.3	754.5	258.8	120.3
C20:0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	34.6	nd	nd	34.2	43.4
SFA	235.4	577.0	451.2	234.0	279.5	338.9	733.5	496.2	5432.0	2149.0	652.8
C16:1	4.19	nd	8.5	1.4	1.14	nd	nd	9.4	1106.7	429.4	65.2
C18:1	45.3	32.39	28.1	13.2	4.5	59.6	85.7	45.0	4782.2	1639.6	648.6
MUFA	49.44	32.4	36.6	14.5	5.7	59.6	85.7	54.3	5888.9	2069.0	713.7
C18:3n-3	nd	nd	5.6	2.5	nd	nd	39.8	nd	1238.3	776.1	453.0
C20:3n-6	111.8	97.2	152.5	63.4	51.8	38.4	239.0	105.0	472.7	366.2	66.5
C20:4n-6	378.8	963.8	893.0	399.2	161.4	382.5	935.0	666.7	nd	87.3	nd
C20:5n-3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	300.6	nd	569.3	232.5	148.7
C22:6n-3	26.2	nd	11.5	nd	nd	nd	nd	nd	263.6	92.0	57.2
PUFA	516.7	1061.0	1062.4	465.1	213.2	420.8	1515.3	771.6	2543.9	1554.1	725.5

ที่มา : Siriamornpun and Thammapat (2008)

ขนมขบเคี้ยว

ความหมายของขนมขบเคี้ยว

ขนมขบเคี้ยว หมายถึง อาหารที่ผู้บริโภคไม่ไดรับประทานเป็นอาหารมื้อหลัก เช่น อาหารมื้อเช้า มื้อกลางวัน หรือมื้อเย็น แต่จะรับประทานในช่วงระหว่างมื้อหลักเพื่อบรรเทาความหิวหรือความอยากรับประทานของผู้บริโภค ดังนั้นจึงมักเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า อาหารว่าง (จุฬาลักษณ์, 2550)

ขนมขบเคี้ยว หมายถึง อาหารว่างหรือเป็นขนมที่รับประทานยามว่าง ที่มีไว้เพื่อระงับความหิวของคนระหว่างมื้อเป็นขนมที่มีส่วนผสมจากแป้งชนิดต่างๆ เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งมันและแป้งข้าวโพด เป็นต้น เกลือ ไขมัน และผงชูรส แต่งกลิ่น รส สีและรสชาติส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกัน คือ หวาน มัน เค็ม ประเภทของผลิตภัณฑ์ อาหารขบเคี้ยวแบ่งตามชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ ขนมขึ้นรูป มันฝรั่งทอดกรอบ เนื้อปลาและปลาหมึก ถั่ว สาหร่าย ข้าวเกรียบกุ้ง และข้าวโพดอบกรอบ เป็นต้น (พเยาว์ อิศรพันธุ์, 2551)

อาหารประเภทขนมขบเคี้ยว เป็นอาหารที่รับประทานระหว่างอาหารมื้อหลักครอบคลุมถึงขนมต่างๆ ไม่ว่าจะแปรรูปโดยการทอด นึ่ง หรืออบ รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอิทธิพลจากซีกโลกตะวันตก (พนิดา เริงกมล, 2536)

จากความหมายของขนมขบเคี้ยวข้างต้น สรุปได้ว่าขนมขบเคี้ยว เป็นอาหารว่างที่มีขนาดเล็ก อาจเป็นของหวานหรือของคาวโดยผ่านกระบวนการแปรรูป ซึ่งมีอยู่หลากหลายรูปแบบและรสชาติรับประทานเพื่อระงับความหิวระหว่างมื้ออาหาร

ประเภทขนมขบเคี้ยว

กรมอนามัยแบ่งผลิตภัณฑ์ ขนมขบเคี้ยวเป็น 4 กลุ่ม ดงนี้

1. ขนมประเภทพองกรอบ ผลิตภัณฑ์ในประเภทนี้จัดได้ว่ามีมากชนิดที่สุด และหลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบชั้นรูปร่างต่างๆ แบบแผ่น แบบแท่ง รสหวาน รสเค็ม แม้กระทั่งแบบสอดไส้ บางชนิด

อาจต้องนำไปทอดในน้ำมัน รวมทั้งข้าวเกรียบและมนฝรั่งทอดกเป็นที่นิยมมาก

2. ขนมประเภทปลาเส้นและถั่วชนิดต่างๆ เป็นขนมขบเคี้ยวที่ยังคงรูปลักษณ์ของวัตถุดิบตั้งต้นอยู่มาก โดยเฉพาะพวกถั่ว ซึ่งอาจจะนำมาทอด คั่ว หรืออบ ผสมเกลือและเครื่องปรุงรส หรือนำมาเคลือบ

3. เยลลี่พร้อมบริโภค มีทั้งชนิดบรรจุถ้วยขนาดพอคำและถ้วยใหญ่ที่ต้องตักกิน ส่วนประกอบของเยลลี่จะเป็นพวกส่วนผสมที่สกัดมาจากพืชหรือสาหร่าย ส่วนผสมเหล่านี้มีคุณสมบัติในการเกิดเป็นวุ้นหรือเจลเมื่อผสมน้ำ และบางชนิดมีใส่น้ำตาลด้วย

4. ลูกอมทั้งแบบอมและแบบเคี้ยว ชนิดที่เป็นลูกอมแบบเม็ดแข็งหรือแบบหนืดที่เคี้ยวได้ ส่วนประกอบหลักของลูกอมก็คือน้ำตาล ซึ่งส่วนมากจะมีอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90

สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล (นิภาธร ว่านม่วง, 2557) ได้จำแนกขนมขบเคี้ยวออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มหมากฝรั่ง เยลลี่ พบว่ามีน้ำตาลและสารให้ความหวานอื่นๆ เป็นส่วนผสมจำนวนมาก
2. กลุ่มช็อกโกแลต ที่มีไขมันในปริมานสูง
3. กลุ่มถั่วและเมล็ดพืช มีไขมันและโซเดียมมาก
4. กลุ่มปลาเส้นปรุงรสต่างๆ แม้มีโปรตีนสูงแต่ก็มีโซเดียมสูง
5. กลุ่มมันฝรั่งทอด ข้าวเกรียบ ข้าวอบกรอบ ข้าวโพด มีลักษณะเป็นแป้งทอดซึ่งมีไขมันและโซเดียมสูง

อันตรายของวัตถุเจือปนในขนมขบเคี้ยว

ขนมขบเคี้ยวส่วนใหญ่ประกอบด้วยแป้ง น้ำตาล ไขมัน เกลือ และผงชูรส เป็นสารปรุงแต่งสีและรสชาติ ผสมอยู่ในปริมาณสูง หากบริโภคเกินความจำเป็นของร่างกายจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ ดังนี้ (ชัชวิน เพชรเลิศ, 2549)

1. เกลือ มีอันตรายต่อสุขภาพ ทำให้ไตทำงานหนัก และเสี่ยงต่อการเกิดโรค ความดันโลหิตสูงและไตวายซึ่งจากผลการทดสอบปริมาณเกลือโซเดียมในขนมขบเคี้ยวที่ระบุประมาณโซเดียมไว้ในฉลากโภชนาการพบว่า ประเภทปลาและปลาหมึกกรอบ จำนวน 9 ตัวอย่าง พบปริมาณโซเดียมอยู่ระหว่าง 21.88-1870.7 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ประเภทมันฝรั่งทอดกรอบ จำนวน 34 ตัวอย่าง พบปริมาณโซเดียมอยู่ระหว่าง 53.97-844.50 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ประเภทข้าวโพดอบกรอบ จำนวน 21 ตัวอย่าง พบปริมาณโซเดียมอยู่ระหว่าง 67.61 -945.50 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม ประเภทถั่วอบกรอบจำนวน 3 ตัวอย่าง พบปริมาณโซเดียมอยู่ระหว่าง 381.70-405.00 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม (กองบรรณาธิการวารสารฉลาดซื้อ, 2543) จากผลการทดสอบปริมาณเกลือโซเดียมในขนมขบเคี้ยวดังกล่าวข้างต้น ทราบได้ว่าการบริโภคขนมขบเคี้ยวเป็นอีกทางหนึ่งที่ทำให้ได้รับโซเดียมเพิ่มมากขึ้นจากอาหารปกติ ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา แนะนำให้บริโภคโซเดียมไม่เกิน 2400 มิลลิกรัม ต่อ วัน หากบริโภคเกินบ่อยๆ ไตจะรับภาระหนักในการกำจัดส่วนที่เกินออกไปและส่งผลเสียต่อสุขภาพได้

2. ผงชูรส ในขนมขบเคี้ยวบางชนิดมีผงชูรสผสมด้วย ซึ่งผงชูรสจัดเป็นแหล่งของโซเดียมด้วย

เช่นกัน ทำให้เกิดความดันโลหิตสูงได้ ผู้บริโภคบางคนมีอาการแพ้ผงชูรส ที่เรียกว่า Chinese Restaurant Syndrome ซึ่งจะมีอาการ ชาที่ปาก ลิ้น หน้า คอและหลัง ผื่นแดงขึ้นตามตัวแน่นหน้าอก หายใจไม่ออก ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน กระหายน้ำ มีผลต่อระบบประสาทและสะสมนานๆ จะทำให้มีผลต่อระบบประสาทตา การเกิดมะเร็งและไตวาย

3. สีผสมอาหาร สำหรับขนมขบเคี้ยวที่ใส่สีผสมอาหาร หากใส่เป็นจำนวนมาก ร่างกายขับออกมาไม่ทัน สะสมอยู่ในร่างกาย และเกิดโทษต่อร่างกาย เช่น ผื่นคันที่ผิวหนัง หน้าบวม ท้องเดิน อ่อนแรง และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดมะเร็งต่อมน้ำเหลือง เป็นต้น อันตรายจากสารสังเคราะห์ที่มากับสีที่ไม่ใช่สีผสมอาหาร จะมีโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว สารหนู ปรอท แคดเมียม ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อร่างกายทั้งเฉียบพลันและเรื้อรัง ดังนี้

3.1 ตะกั่ว เมื่อสะสมในร่างกายจะทำให้ร่างกายอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร คลื่นไส้อาเจียน สมองไม่ปกติ เพ้อ คลั่งและหมดสติ

3.2 สารหนู ทำอันตรายต่อระบบทางเดินอาหาร ตับอักเสบ เป็นอันตรายต่อระบบไหลเวียนเลือดส่งผลให้เกิดหัวใจวายได้

3.3 ปรอท จะมีอาการ มือ เท้าชา ตาพร่ามัว สมองพิการ หากเป็นในเด็กอาจเสียชีวิตได้

3.4 แคดเมียม ทำให้เวียนศีรษะ กระหายน้ำรุนแรง อาจเสียชีวิตได้หากปัสสาวะเป็นพิษ

4. น้ำมันทอดอาหารซ้ำๆ ผลการวิจัยเกี่ยวกับขนมขบเคี้ยวที่ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม พบว่ามีการใช้น้ำมันทอดอาหารซ้ำๆ กันหลายครั้ง ซึ่งน้ำมันที่ผ่านการทอดซ้ำๆ จะมีคุณภาพที่เสื่อมลงทั้งสี กลิ่น รสชาติ มีความหนืดมากขึ้นและเกิดสารประกอบที่สามารถสะสมในร่างกาย ทำให้เกิดผลกระทบต่อการทำงานของเซลล์ได้

ผลกระทบจากการบริโภคขนมขบเคี้ยวที่ไม่เหมาะสม

ผลกระทบจากการบริโภคขนมขบเคี้ยวที่ไม่เหมาะสมส่งผลกระทบหลายด้านดังนี้ (นิภาธร ว่านม่วง, 2557)

1. ทำให้ความอยากอาหารลดลง ปกติความหิวและความอิ่มเป็นอาการบอกความรู้สึกต้องการอาหารของร่างกาย ทำให้เกิดการปรับควบคุมปริมาณอาหารที่รับประทานเข้าไปให้สมดุลกับการใช้ของร่างกาย การควบคุมความหิวและความอิ่ม มีศูนย์ควบคุมอยู่ในสมองส่วนไฮโปธาลามัส (hypothalamus) 2 แห่ง คือ ศูนย์ควบคุมความอิ่ม (satiety center หรือ appestat) ตั้งอยู่ที่สมองส่วนที่เรียกว่า ventyomedial nucleus เมื่อศูนย์นี้ถูกกระตุ้นร่างกายจะปฏิเสธอาหาร เพราะเกิดความอิ่ม ถ้าศูนย์นี้ถูกทำลายร่างกายจะมีความต้องการอาหารมากว่าปกติ จนทำให้น้ำหนักของร่างกายเพิ่มขึ้นมากมาย จนในที่สุดจะกลายเป็นโรคอ้วน(obesity) และ ศูนย์ควบคุมความหิว (feeding center) ซึ่งตั้งอยู่สมองที่เรียกว่า Lateral hypothalamus เมื่อกระตุ้นร่างกายจะกินจุ ถ้าถูกทำลายคนราจะไม่ยอมกินอาหารจนอดตายได้ โดยปัจจัยของการควบคุมการรับอาหารนั้นมี 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยการควบคุมโดยอาหาร (nutritional regulation) ซึ่งเป็นการควบคุมที่เวลานานเพื่อปรับรักษาจำนวนอาหารที่เก็บสะสมในเนื้อเยื่อของร่างกายให้ปกติมีปัจจัยที่สำคัญคือจำนวน

กลูโคสที่ไปยังเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย ถ้าระดับน้ำตาลในเลือดลดลงมากจะเป็นสัญญาณเตือนให้คนเกิดความรู้สึกหิวและต้องการรับอาหารมากขึ้น เพื่อชดเชยแก้ไขระดับกลูโคสในเลือดให้กลับสู่ระดับปกติในทางตรงกันข้ามเมื่อรับประทานอาหารแล้วเลือดจะมีระดับน้ำตาลสูงขึ้น มีการกระตุ้นศูนย์อิ่มและส่งผลยับยั้งศูนย์หิวลดลงดั้งนั้นการบริโภคน้ำตาลมากๆจะทำให้ไม่อยากอาหารนั้นเอง 2) ปัจจัยควบคุมโดยระบบทางเดินอาหาร (alimentary regulation) ซึ่งเป็นการควบคุมระยะสั้นๆ ไม่เกี่ยวกับการครองธาตุหรือกระบวนการเผาผลาญอาหาร (Metabolism) แต่เกิดจากระบบทางเดินอาหารเป็นสำคัญ เมื่อร่างกายได้รับอาหารเข้าไปจะมีผลทำให้กระเพาะอาหารหรือลำไส้ส่วนเล็กยืดออกตามปริมาณอาหารและจะส่งสัญญาณยับยั้งไปที่ศูนย์หิวเป็นผลให้ร่างกายอยากอาหารลดลง

2. ปัญหาฟันผุ ฟันผุในที่นี้หมายถึงเนื้อฟันมีการผุถูกทำลายไป สาเหตุเกิดจากการที่แบคทีเรียในช่องปากทำให้อาหารโดยเฉพาะพวกน้ำตาลกลายเป็นกรดและสารละลายพวกแคลเซียมซึ่งเป็นส่วนประกอบของฟัน เมื่อเรารับประทานอาหารก็จะมีคราบอาหารไปติดตามตัวฟันโดยเฉพาะบริเวณที่ไม่เรียบ เช่น ด้านสบของฟัน บริเวณคอฟันเหนือเหงือก และด้านประชิดของตัวฟัน (ด้านที่มีฟันสองซี่มาติดกัน) คราบอาหารนี้มักเกิดจากอาหารจำพวกแป้งหรือน้ำตาลเหนียวๆ เช่น ขนมปัง ลูกกวาด ช็อกโกแลต เป็นต้น มักติดแน่นเป็นแผ่นคราบบางๆ บนตัวฟันในปาก ถ้าไม่ทำความสะอาดทันทีเชื้อแบคทีเรียบางพวกจะเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลจากน้ำตาลเป็นกรดและละลายพวกแคลเซียมในตัวฟันทำให้ฟันผุกร่อนได้

3. ปัญหาการขาดสารอาหาร ในแง่ของคุณค่าทางโภชนาการขนมขบเคี้ยวส่วนใหญ่ประกอบด้วยแป้ง น้ำตาล และไขมัน เมื่อบริโภคอาหารมื้อหลักจะรู้สึกอิ่มเพราะได้รับพลังงานสูงจากการบริโภคขนมขบเคี้ยว ทำให้รับประทานอาหารได้น้อย จึงทำให้ขาดสารอาหารที่จำเป็นและไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย

4. ปัญหาการได้รับสารอาหารเกิน เนื่องจากในขนมขบเคี้ยวส่วนใหญ่เป็นอาหารที่ให้พลังงานมาก โดยเฉพาะให้สารอาหารจำพวกแป้ง น้ำตาล และไขมัน ซึ่งมีผลทำให้น้ำหนักมากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (Over-weight) จึงทำให้เป็นโรคอ้วนและยังเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ อีกหลายโรค ได้แก่ โรคเบาหวาน ไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ โรคเก๊าท์ เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุวัตร แจ้งชัด และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่น โดยการศึกษาพฤติกรรม ทัศนคติและความต้องการ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สาหร่ายปรุงรสอบแห้งและผักแผ่น พบว่าผู้บริโภคต้องการให้พัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นปรุงรสอบแห้งโดยใช้วัตถุดิบผักประเภทใบและลำต้น โดยชนิดผักที่ต้องการมากที่สุด 3 อันดับคือ ผักคะน้า ผักตำลึง และผักบุ้ง คะน้าถูกเลือกมาพัฒนาต่อโดยมีกรรมวิธีการผลิต คือ ทำความสะอาดด้วยน้ำ หั่นเป็นท่อนขนาด 1 นิ้ว ลวกในน้ำเดือด 3 นาที ทำให้เย็นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง บดคะน้าต่อน้ำสะอาดด้วยอัตราส่วน 1 : 2.5 ปรุงรสด้วยน้ำตาล เกลือ ซีอิ๊วขาว พริกป่น พริกไทยและแป้งสาลี ร้อยละ 6, 0.7, 0.4, 0.05, 0.1 และ 1 ตามลำดับ และนำไปอบแห้งและบรรจุ คุณภาพคะน้าแผ่นที่ได้ คือมีลักษณะเป็นแผ่นสีเขียว ค่าสี L*a*b* เท่ากับ 39.40, -12.40, 16.90 ตามลำดับ ความหนา 0.25 มิลลิเมตร ค่า aw 0.26 ปริมาณร้อยละความชื้น

ไขมัน เส้นใย โปรตีน เถ้าและคาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 5.46, 3.23, 15.97, 16.54, 10.31, 48.49 ตามลำดับ ผู้บริโภคจำนวน 107 คนให้คะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.10)

วันเพ็ญ แสงทองพินิจ และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเพื่อสุขภาพจากกระเจี๊ยบเขียวและผักบุ้งจีนจำนวนสี่สูตร ได้แก่ กระเจี๊ยบแผ่น ผักบุ้งแผ่น กระเจี๊ยบผสมผักบุ้งแผ่น 1:1 และกระเจี๊ยบผสมผักบุ้งแผ่น 3:1 โดยศึกษาการใช้แป้งเป็นตัวประสานเพื่อช่วยในการขึ้นรูปผักแผ่น อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้ง วิธีการปรุงรส การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ จากผลการทดลองพบว่าในการขึ้นรูปผักแผ่นโดยการใช้แป้งเป็นตัวประสานนั้นควรใช้แป้งผสมโดยมีแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียวและแป้งสาลี อัตราส่วน 6:2.5:1 ซึ่งปริมาณน้ำแป้งที่ใช้ในผักแผ่นคือร้อยละ 25 ของน้ำหนักผัก อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งผักแผ่นคือ 70 องศาเซลเซียส วิธีการปรุงรสที่เหมาะสมคือการทาน้ำซอสบนผักแผ่นอบแห้งจะทำให้ผักแผ่นที่ได้กรอบ และผิวหน้ามันเงา และใช้เวลาอบแห้งน้อยกว่าการผสมเครื่องปรุงลงในผักบดก่อนนำไปอบ ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี โดยเฉพาะใยอาหารทั้งหมด 14.24-27.81 กรัม ใยอาหารที่ละลายน้ำ 4.20-5.17 กรัม ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ 10.04-22.64 กรัม เบต้าแคโรทีน 1,488.52-4,516.40 ไมโครกรัม วิตามินเอ 124.04-376.37 ไมโครกรัมและแคลเซียม 332.12-353.70 มิลลิกรัมต่อผักแผ่น 100 กรัม ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นมีคุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ *Escherichia coli* ยีสต์ และรา ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสาหร่ายทะเลอบแห้ง

วิลาสินี ดีปัญญา (2555) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่น โดยมีกรรมวิธีการผลิต คือ นำไข่น้ำล้างให้สะอาดผสมกับสาหร่าย อัตราส่วน 95:5 ลวกในน้ำเดือด 120 วินาที ทำให้เย็นด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องปั้นส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นปรุงรสด้วยน้ำตาล เกลือ ซอสคิคโค่แมน พริกไทยป่น และเจลแป้งเปียก ร้อยละ 6.00, 0.10 , 3.50 , 0.1 และ 3.5 ตามลำดับ เทส่วนผสมน้ำผักน้ำหนัก 100 กรัม ที่ปั่นได้ลงบนถาดอลูมิเนียมขนาด 27x36 เซนติเมตร นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง คุณภาพผลิตภัณฑ์ไข่น้ำแผ่นที่ได้คือ มีลักษณะเป็นแผ่นสีเขียว ค่าสี L*a*b* เท่ากับ 34.09, -1.44 และ 8.31 ตามลำดับ ความหนา 0.25 มิลลิเมตร พบว่าร้อยละความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ 4.80, 3.89, 26.25, 7.34 และ 57.72 ตามลำดับ คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด $2.5x10^2$ โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และรา $2.4x10^2$ โคโลนีต่อกรัม การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสทางด้านความชอบรวม โดยให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale จากผู้ชิม 30 คน มีค่าเท่ากับ 6.32

อนุวัตร แจ้งชัด (2550) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์พริกหวานแผ่น โดยใช้กรรมวิธีการอบแห้ง จากการศึกษาพบว่ากรรมวิธีในการผลิตพริกหวานแผ่น คือการนeพริกหวานไปลวกที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 3 นาทีแล้วนำไปปั่นให้ละเอียด นำไปให้ความร้อนทีอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที เทลงถาดขนาด 22x29 ตารางเซนติเมตร ที่ปูด้วยถุงพลาสติกร้อนใสน้ำหนักต่อถาดเท่ากับ 200 กรัม อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6-8 ชั่วโมง ซึ่งมีส่วนประกอบคือ พริกหวานพันธุ์สีแดงและน้ำสะอาดร้อยละ 84.78 และ 15.22 ตามลำดับ จากการศึกษาชนิดของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมพบว่า ผลิตภัณฑ์พริกหวานแผ่น ควรมีการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับร้อยละ

5 จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะปรากฏที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ ผลิตภัณฑ์พริกหวานแผ่นที่ได้มีค่า a_w เท่ากับ 0.42 ค่าสี L* a* และ b* เฉลี่ยที่ผิวเท่ากับ 38.78, 27.35 และ 19.84 ตามลำดับ และมีปริมาณความชื้น โปรตีน เยื่อใย เถ้าและคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 20.60, 1.40, 1.30, 22.96 และ 53.74 ตามลำดับ ในการทดสอบผู้บริโภคพบว่าความชอบที่มีต่อพริกหวานแผ่นห่อข้าวนั้นอยู่ในระดับปานกลางและผู้บริโภคร้อยละ 78 ยอมรับในผลิตภัณฑ์

ศุกฤชชญา เหมะธุลิน และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นรสธรรมชาติจากเม่า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นรสธรรมชาติจากเม่าหลวง (*Antidesma bunius*) ศึกษาอิทธิพลของสารไฮโดรคอลลอยด์ 4 ชนิด คือ เพคติน เจลาติน กลูโคสไซรัป และกลูโคสไซรัปร่วมกับมอลโทเด็กซ์ตรินต่อคุณภาพของเม่าแผ่น พบว่าการใช้กลูโคสไซรัปร่วมกับมอลโทเด็กซ์ตริน ร้อยละ 45 และ 15 ตามลำดับ สามารถลดความชื้นจาก 45.85 เป็น 5.52 และค่า a_w จาก 0.93 เป็น 0.44 และยังเพิ่มร้อยละผลผลิตได้ถึง 52.67 ให้อัตราการทำแห้ง 3.7 x 10^{-6} g/m^2 min อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลไม้แผ่นรสธรรมชาติจากเม่า คือ ส่วนผสมของน้ำเม่า น้ำตาล และกลูโคสไซรัป ร้อยละ 40 40 และ 20 ตามลำดับ วิธีนี้ใช้ปริมาณน้ำเม่าต่ำและค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสสูงสุดที่ 6.75 คะแนน มีลักษณะสี ความรู้สึกหลังชิม เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเม่าแผ่นที่เก็บไว้นาน 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 30°C มีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 13.22-17.78 และ ค่า a_w ระหว่าง 0.51-0.58 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 2.3x10^4 CFU/g ยีสต์และรา เท่ากับ 5.2x10^3 CFU/g และมีค่าดัชนีการเปลี่ยนสีน้ำตาล (browning index) เพิ่มขึ้นเท่ากับ 288.24 บ่งชี้ว่าเม่าแผ่นเกิดการเสื่อมเสียคุณภาพและเปลี่ยนแปลงสีเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

เชิญพร จันทรสนาม และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบปรุงรส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแห้วทอดกรอบ โดยการวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยการนำแห้วดิบมาหั่นด้วยเครื่องหั่นผักและผลไม้รูปแบบที่ได้คือ รูปแบบแผ่นตามขวางของผล ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทอดแห้ว คือ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาทีเมื่อนำมาประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ผู้ชิมให้คะแนนคุณลักษณะด้านสีกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด ส่วนด้านเนื้อสัมผัสให้คะแนนมากที่สุดที่อุณหภูมิ 185 องศาเซลเซียส โดยความชอบในคุณลักษณะด้านสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (0.05) ส่วนความชอบในคุณลักษณะด้านกลิ่นรสชาติเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (0.05) เมื่อนำแห้วทอดกรอบทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ สรุปได้ว่ามีค่าสี L a* b* เท่ากับ 59.99, 9.20 และ 33.54 ตามลำดับ ความชื้นเท่ากับร้อยละ 4.22 ปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.50 และเนื้อสัมผัสเท่ากับ 87.07 กิโลกรัมต่อวินาทีการศึกษาอายุการเก็บรักษาที่สภาวะปกติเป็นเวลา 4 สัปดาห์โดยบรรจุผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบในถุงอะลูมิเนียมปิดผนึกด้วยระบบสุญญากาศ ตรวจสอบอายุการเก็บรักษาทุก 1 สัปดาห์จนครบกำหนด 4 สัปดาห์เพื่อเปรียบเทียบการอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบ จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส คะแนนด้านความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุก 1 สัปดาห์ สรุปได้ว่าผู้ชิมให้การยอมรับในด้านกลิ่น และเนื้อสัมผัสลดลงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทาง

เคมีและกายภาพของแห้วทอดกรอบ การพัฒนาผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบ ปรุงรส โดยใส่ผงปรุงรสในปริมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนัก ผู้ชิมให้การยอมรับผงปรุงรสชีสมากกว่ารสต้มยำและรสบาร์บีคิว

ธนัชญา อินทร์สุวรรณ์ และปาริชาติ ศงสนันทน์ (2558) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่แผ่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่แผ่น โดยทำการศึกษาปริมาณเพกทินและปริมาณน้ำตาลทรายที่เหมาะสมด้วยแผนการทดลองแบบ 2x2 แฟคทอเรียล แบบมีจุดกึ่งกลาง ผันแปรปริมาณเพกทินในช่วง 8-12 กรัม และปริมาณน้ำตาลทรายในช่วง 100-125 กรัม และทำการปรับเพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายในสูตรด้วยแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์จากการทดลองสามารถสรุปสูตรมัลเบอร์รี่แผ่นที่เหมาะสม คือ เนื้อมัลเบอร์รี่ร้อยละ 72.40 น้ำตาลทรายคิดเป็นร้อยละ 27.15 และเพกทินคิดเป็นร้อยละ 0.45 กรรมวิธีผลิตทำโดยเคี่ยวส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำเข้าอบตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบจำนวน 50 คน พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี ความเกาะตัว ความเหนียว ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบรวม มีคะแนนชอบเฉลี่ยอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก ผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์มัลเบอร์รี่แผ่น พบว่า ค่าความสว่างมีค่า (L) 23.9±0.83 ค่าสีแดง-สีเขียวมีค่า (a) -1.4±1.13 และค่าสีเหลือง-สีน้ำเงินมีค่า (b) +1.6±1.64 มีค่า วอเตอร์แอคตีวิตีของผลิตภัณฑ์ 0.546±0.002 ค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.58 ± 0.002 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 32.26 ± 1.10 องศาบริกซ์ ผลิตภัณฑ์มีจ้านวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.0x10 CFU/g ปริมาณยีสต์และรา 2.3x10 CFU/g และ Coliform Bacteria น้อยกว่า 10 CFU/g

อรพิน ชัยประสพ (2554) ได้ทำการผลิตและพัฒนาคุณภาพแก้วมังกรแผ่น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตแก้วมังกรแผ่นจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง โดยศึกษาการใช้เพ็กทินที่ร้อยละ 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 ของน้ำหนักน้ำแก้วมังกร แป้งมันสำปะหลังที่ร้อยละ 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5, 15.0, 17.5 และ 20.0 ของน้ำหนักน้ำแก้วมังกร พบว่าการใช้เพ็กทินที่ร้อยละ 2.5-3.0 แป้งมันสำปะหลังที่ร้อยละ 10.0-20.0 ใช้เวลาในการอบแห้งแก้วมังกรแผ่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ลดลงจาก 16 ชั่วโมง (ที่ร้อยละ0) เป็น 9-10 และ 11-12 ชั่วโมง ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในด้านเนื้อสัมผัสแก้วมังกรแผ่นมีค่าแรงดึงขาดเพิ่มขึ้นตามปริมาณเพ็กทินและแป้งมันสำปะหลัง ส่วนระยะการยืดตัวมีค่าสูงสุดเมื่อใช้เพ็กทินร้อยละ 2 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 12.5 และจากศึกษาการใช้เพ็กทิน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.25, 0.50 และ 0.75 ร่วมกับแป้งมันสำปะหลัง 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2.5, 5.0 และ 7.5 ของน้ำหนักน้ำแก้วมังกร พบว่าการใช้เพ็กทินร่วมกับแป้งมันสำปะหลังทุกอัตราส่วนใช้เวลาในการอบแห้งแก้วมังกรแผ่นเพียง 6.20 ชั่วโมง ค่าแรงดึงขาดและระยะการยืดตัวเพิ่มขึ้นตามปริมาณแป้งมันสำปะหลัง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ลักษณะทางประสาทสัมผัสของแก้วมังกรแผ่นที่ใช้เพ็กทินร่วมกับแป้งมันสำปะหลังทดสอบโดยวิธี 7 - Point Hedonic Scale พบว่า มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แก้วมังกรแผ่นที่ใช้เพ็กทินร้อยละ 0.75 ร่วมกับแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 2.5 ของน้ำหนักน้ำแก้วมังกร มีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงสุดเท่ากับ 5.27 และ 5.44 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ชอบค่อนข้างมากถึงมาก แก้วมังกรแผ่นที่บรรจุในถุงลามิเนตอลูมิเนียมฟอยด์เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์และการตกผลึกของน้ำตาลตลอด 60 วันของการเก็บรักษา

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากสาหร่ายผักกาดทะเลสำหรับเด็กวัยเรียน จากการศึกษาวิธีการเตรียมขั้นต้นต่อการถ่ายเทมวลสารระหว่างการออสโมซิส พบว่าการเตรียมขั้นต้นด้วยการลวกร่วมกับการแช่ในสภาวะสุญญากาศ มีผลให้ตลอดการออสโมซิสสาหร่ายผักกาดทะเลมีปริมาณน้ำที่สูญเสียและปริมาณน้ำหนักที่ลดลงสูงที่สุด แต่มีปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นต่ำที่สุด โดยค่าการถ่ายเทมวลสารดังกล่าวแตกต่างจากการเตรียมขั้นต้นด้วยการลวกหรือการแช่ในสภาวะสุญญากาศเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลของการเสริมธาตุเหล็กในสาหร่ายผักกาดทะเลโดยการออสโมซิส พบว่า การเติมเฟอรัสซัลเฟตลงในสารละลายออสโมติกเพิ่มขึ้นทำให้สาหร่ายผักกาดทะเลมีปริมาณเหล็กมากขึ้น โดยพบว่าการเติมเฟอรัสซัลเฟตร้อยละ 15 ในสารละลายออสโมติกทำให้สาหร่ายผักกาดทะเลมีปริมาณเหล็กมากที่สุดแต่มีกลิ่นรสของเหล็กเข้มมากและมีสีคล้ำ ปริมาณเฟอรัสซัลเฟตที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 10 โดยทำให้สาหร่ายผักกาดทะเลมีปริมาณเหล็กเท่ากับ 6.76 g/100g โดยมีกลิ่นรสของเหล็กและสีคล้ำเล็กน้อย การออสโมซิสช่วยลดเวลาในการทำแห้งลงได้โดยเวลาที่ใช้ในการทำแห้งสาหร่ายผักกาดทะเลที่ไม่ผ่านและผ่านการออสโมซิสเท่ากับ 285 และ 249 นาที ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สาหร่ายอบแห้งและสาหร่ายสด พบว่าสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งที่ผ่านการออสโมซิสมีปริมาณเหล็ก ไอโอดีน น้ำตาลทั้งหมด และโซเดียมมากกว่าสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งที่ไม่ผ่านการออสโมซิสและสาหร่ายสด ($p<0.05$) แต่มีปริมาณแคลเซียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับเด็กวัยเรียน พบว่าผลิตภัณฑ์สาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งที่ไม่ผ่านและผ่านการออสโมซิสได้รับคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) โดยได้รับคะแนนอยู่ในช่วง 2.73-2.83 คะแนนจาก 5 คะแนน การปรับปรุงกลิ่นรสสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งด้วยกลิ่นรสปลาและกลิ่นรสกุ้ง ทำให้ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากกว่าสาหร่ายผักกาดทะเลอบแห้งแบบเดิม โดยได้รับคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 3.70-3.95 คะแนนจาก 5 คะแนน