

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 สาหร่ายผักกาดทะเล

สาหร่ายผักกาดทะเลเป็นสาหร่ายทะเลชนิดหนึ่งที่มีสีเขียว มีลักษณะแผ่นใบแผ่กว้าง ใบหยักคล้ายใบผักกาด จึงเรียกว่าสาหร่ายผักกาดทะเล ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กมากต้องส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์จนถึงขนาด 65 เซนติเมตร การเจริญเติบโตโดยการแบ่งเซลล์ทั้งในแนวกว้างและแนวยาว จึงแผ่ออกเป็นแผ่นและมีรอบจีบอยู่ตรงขอบ (ภาพที่ 2-1) มีชื่อสามัญเรียกว่า sea lettuce มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ulva rigida* (สุวรรณา วรสิงห์ และคณะ, 2552)



ภาพที่ 2-1 สาหร่ายผักกาดทะเล

2.1.1) แหล่งที่พบสาหร่ายผักกาดทะเล

สาหร่ายผักกาดทะเลมักขึ้นตามฤดูกาลและพบในบริเวณน้ำลงต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายผักกาดทะเลขึ้นตามชายฝั่งทะเลของจังหวัดภูเก็ต โดยเฉพาะในพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลที่มีสาหร่ายชนิดนี้ขึ้นปะปนอยู่หรือหลุดลอยตามผิวน้ำเคลือบทับบนหญ้าทะเลและที่ทางสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดตราดได้มีการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายผักกาดทะเลมาใช้ในการเพาะเลี้ยงปลา

กะรังจุดฟ้า และพ่อแม่พันธุ์หอยหวานเพื่อเป็นอาหารและบำบัดให้น้ำมีคุณภาพดี ด้านการเจริญเติบโตจัดเป็นสาหร่ายที่มีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว โดยมีการแบ่งเซลล์ทั้งในแนวกว้างและแนวนอน ซึ่งจะมีการแผ่อกเป็นแผ่นและมีรอยจีบอยู่ตรงขอบถือเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการขยายการเจริญของเซลล์ และพื้นที่ผิวของสาหร่ายที่แผ่กว้างนั้นทำให้สามารถดูดซับธาตุอาหารได้มาก จึงเหมาะแก่การนำมาปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ (สุวรรณ วรสิงห์, 2552)

2.1.2) ประโยชน์ของสาหร่ายผักกาดทะเล

สุวรรณ วรสิงห์ และคณะ (2552) รายงานว่า สาหร่ายชนิดนี้สามารถนำมาปรุงเป็นอาหารในรูปแบบต่าง ๆ อาทิเช่น สาหร่ายชุบแป้งทอด เหมปุระ ใส่ในสลัด ก๋วยเตี๋ยว ซุปแกงจืด ยำ สปาเก็ตตี้ ฯลฯ นอกจากนี้ยังได้คิดค้นวิธีการแปรรูปผักกาดทะเล เพื่อให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานยิ่งขึ้นโดยการนำสาหร่ายมาล้างน้ำจืดให้สะอาด นำมาลวกด้วยน้ำเดือด 5 วินาที ตากแห้งด้วยแสงแดด หากฤดูฝนอาจใช้วิธีอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที โดยทำการกลับสาหร่ายทุกๆ 2 - 3 นาที เพื่อให้สาหร่ายแห้งทั่วทั้งแผ่น จนได้สาหร่ายอบแห้งที่สามารถเก็บไว้รับประทานได้นานขึ้น โดยการรับประทานสาหร่ายอบแห้งนั้นให้นำมาแช่น้ำจืดประมาณ 2-3 นาที แล้วล้างให้สะอาดอีกครั้งแล้วสามารถนำไปปรุงเป็นอาหารที่ต้องการได้เลย โดยสาหร่ายผักกาดทะเลมีคุณค่าทางอาหารหลายชนิดที่มีประโยชน์แก่ร่างกาย มหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทยได้รายงานองค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายผักกาดทะเลว่าประกอบด้วย โปรตีน 13 - 18 % ไขมัน 0.3 - 1.9 % คาร์โบไฮเดรต 53 - 58 % โยอาหาร 9 - 12 % น้ำหนักแห้ง และความชื้น 15 - 20 % (Padua et al., 2004 อ้างถึงใน สุวรรณ วรสิงห์, 2552) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับไข่มิโปรตีน 10 - 15 % เนื้อวัวมีโปรตีน 18 - 20 % และในปลาทู ปลาอินทรีมีโปรตีน 20 % นอกจากนี้จะมีสารอาหารดังกล่าวแล้ว สาหร่ายผักกาดทะเลยังอุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ชนิดต่าง ๆ เช่น วิตามินบี วิตามินซี แคลเซียม และไอโอดีน เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นอาหารที่ย่อยง่ายและไขมันต่ำ จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการจะลดน้ำหนัก และยังมีสรรพคุณช่วยรักษาโรคกระดูกผุ ช้ำระล้างหลอดเลือด ทำให้หลอดเลือดมีความยืดหยุ่น ช่วยลดคอเลสเตอรอล ลดความดันโลหิต รักษาโรคท้องผูก สมานแผลในกระเพาะอาหาร กระตุ้นภูมิคุ้มกันโรค บรรเทาไขข้ออักเสบ เป็นยาระงับประสาท และ ช่วยกำจัดแบคทีเรียบางชนิดที่ก่อสารมะเร็งได้

อาจกล่าวได้ว่าสำหรับประโยชน์ ด้านอาหาร สาหร่ายทะเลมีคุณสมบัติทั่วไป เช่นเดียวกับพืชบกที่มีโปรตีนและไขมันไม่มากนัก มีแคลเซียมต่ำ แต่กลับมีกากใยอาหารสูง คุณค่าทางอาหารที่

แตกต่างจากพืชบก คือสาหร่ายทะเลจะมีปริมาณวิตามินและเกลือแร่สูง อาทิเช่น วิตามินเอ วิตามินบี วิตามินซี วิตามินดี วิตามินอี และวิตามิน แร่ธาตุแมกนีเซียม แคลเซียม สังกะสี ทองแดง เหล็ก ไอโอดีน เป็นต้น ซึ่งล้วนแต่เป็นพวกที่ร่างกายมนุษย์ต้องการแทบทั้งสิ้น และการที่สาหร่ายผักกาดทะเลมีกากใยสูงถึง 33-75% ของน้ำหนักแห้งส่งผลให้การขับถ่ายสะดวก ป้องกันท้องผูกและเกิดริดสีดวงทวารได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างเมนูจากธรรมชาติที่มีคุณค่าต่อสุขภาพ เช่น สาหร่ายเทมปุระ สลัดสาหร่าย สาหร่ายชุบแป้งทอด นอกจากสาหร่ายผักกาดทะเลจะเป็นอาหารของมนุษย์แล้ว สาหร่ายผักกาดทะเลยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของพวกแอมฟิพอด หอย ลิ่นทะเล หอยขมทะเล และหอยเม่น (อนุสรฯ แก่นทอง, 2555)

สุวรรณฯ วรสิงห์ และคณะ (2552) กล่าวถึงประโยชน์ด้านการประมงและด้านระบบนิเวศ เป็นงานวิจัยต่อยอดในการใช้สาหร่ายผักกาดทะเล บำบัดน้ำเสียในฟาร์มของสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดตราด พบว่าสาหร่ายชนิดนี้สามารถดูดซับแอมโมเนียจากน้ำทิ้งทางการเกษตร นอกจากนี้ยังดึงสารประกอบไนโตรเจนจากน้ำทิ้งมาเป็นปุ๋ย ทำให้คุณภาพของน้ำดีขึ้นช่วยให้ผู้ประกอบการลดปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำ สาหร่ายผักกาดทะเลสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Bioindicators) ในแหล่งน้ำธรรมชาติได้กล่าวคือ หากมีสาหร่ายชนิดนี้มากในแหล่งน้ำแสดงว่า ในแหล่งน้ำดังกล่าวมีความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารมาก เช่น พวกไนโตรเจน และฟอสเฟต ในทางกลับกันหากสาหร่ายลดจำนวนลงก็จะบ่งชี้ได้ว่าแหล่งน้ำกำลังประสบปัญหาการปนเปื้อน จนทำให้สาหร่ายผักกาดทะเลไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

2.2 ขนมขบเคี้ยว

ขนมขบเคี้ยว (Snack foods) หมายถึง อาหารที่ใช้รับประทานเล่นระหว่างมื้ออาหารหลัก ลักษณะเด่นของขนมขบเคี้ยวในปัจจุบัน คือ น้ำหนักน้อย เก็บรักษา นำติดตัวไปในที่ต่างๆ ได้สะดวก ขนมขบเคี้ยวจัดเป็นอาหารให้พลังงานสูง เนื่องจากมีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรตเป็นจำนวนมาก จึงช่วยให้อิ่มท้องได้

รองรัตน์ รัตนารธรรมวัฒน์ (2546) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวหรืออาหารว่างเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคกันทั่วไปในระหว่างมื้อของอาหาร และความนิยมดังกล่าวได้มีเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งผลิตจากวัตถุดิบและใช้กรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันไป จากความนิยมในการบริโภคขนมขบเคี้ยวที่เพิ่มมากขึ้นผนวกกับความเจริญของเทคโนโลยี จึงทำให้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงการผลิตจากระดับครัวเรือนมาเป็นระดับ

อุตสาหกรรม ซึ่งทำให้ชนิดและรูปแบบของผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายมากขึ้น รวมทั้งการแข่งขันทางการตลาดก็สูงขึ้นด้วย

จากการรวบรวมความหมายของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว (Snack) หรืออาหารขบเคี้ยว (snack food) ของ Blenford (1982); Tettweiler (1991); ธงชัย สันติวงษ์ (2535); เพ็ญขวัญ ชมปริดา และทัศนีย์ คชสิทธิ์ (2541) อ้างถึงใน รองรัตน์ รัตนารธรรมวัฒน์ (2546) สรุปได้ว่า ขนมขบเคี้ยวควรมีลักษณะพื้นฐานดังนี้ มีลักษณะรูปร่างขนาดเล็ก อาจเป็นของหวานหรือของเค็ม โดยที่ผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการแปรรูปมาแล้วพร้อมบริโภคได้ทันที หรือมีการเตรียมเพียงเล็กน้อย บริโภคขณะร้อนหรือเย็นในรูปของแข็งหรือของเหลวก็ได้ ใ้รับประทานเป็นอาหารว่างหรือโอกาสต่างๆ ตามที่ผู้บริโภคต้องการ ซึ่งจะทำให้เกิดความพึงพอใจและประทังความหิวในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ได้ ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นาน 6 สัปดาห์ โดยไม่ต้องอาศัยความเย็น นอกจากอาหารที่ประกอบภายในครัวเรือนแล้วอาหารขบเคี้ยวส่วนใหญ่ยังมีการผลิตในระดับอุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวในประเทศไทยมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งบริษัทศูนย์วิจัยไทยพาณิชย์ จำกัด (2543) อ้างถึงใน รองรัตน์ รัตนารธรรมวัฒน์ (2546) ได้จำแนกประเภทของขนมขบเคี้ยวที่มีในตลาดส่วนใหญ่เป็น 7 ประเภทหลัก ได้แก่ 1) มันฝรั่งทอด หรืออบเนย ทั้งชนิดแท่ง (stick) และแผ่น 2) ปลาเส้น ปลาแผ่น ปูรสต่างๆ 3) ขนมขึ้นรูป ได้แก่ ขนมอบกรอบที่ผลิตจากวัตถุดิบประเภทแป้ง เช่น แป้งข้าวโพดและส่วนผสมอื่น ขึ้นรูปเพื่อให้มีรูปร่างต่างๆกัน 4) ขนมขบเคี้ยวประเภทถั่วต่างๆ 5) ข้าวเกรียบกุ้ง ข้าวเกรียบปลา และอื่นๆ 6) ข้าวโพดอบเนย 7) ปลาหมึกปรุงรส

นอกจากนั้น Reilly and Man (1989) อ้างถึงใน รองรัตน์ รัตนารธรรมวัฒน์ (2546) ได้แบ่งขนมขบเคี้ยวออกเป็น 4 กลุ่ม ตามกลุ่มเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ดังต่อไปนี้

1) Deep-fat fried เป็นการทอดแบบน้ำมันท่วมขึ้นอาหาร (Deep-fat frying) ได้แก่ มันฝรั่งทอดกรอบ และมันฝรั่งแท่ง และถือได้ว่าเป็นธุรกิจส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว

2) Quick fried เป็นการทอดในระยะเวลาสั้นๆมักมีลักษณะเป็นแผ่นเพลเลต (Pellet) มีการทำให้สุกมาแล้วบางส่วน ซึ่งได้จากมันฝรั่ง แป้งมันฝรั่ง และ/หรือธัญชาติอื่นๆ นำมาทอดที่อุณหภูมิสูง (เช่น ประมาณ 200 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาสั้นๆ (10 -15 วินาที) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความพองและเนื้อสัมผัสเบา

3) Extrusion cooked มักเป็นส่วนผสมของมันฝรั่งและธัญชาติอื่นๆ ที่อยู่ในลักษณะเป็นผง นำไปผลิตด้วยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ที่อุณหภูมิและความดันสูง เพื่อให้ได้เอ็กซ์ทรูเดตที่ทำให้พองด้วยการทอดในภายหลัง จากนั้นทำการเคลือบด้วยน้ำมันและกลั่นรส ผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในตลาด

เป็นจำนวนมากอยู่ในกลุ่มนี้ และสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่าง ลักษณะเนื้อสัมผัส และกลิ่นรสแตกต่างกัน

4) Roasted เป็นการอบผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มักเป็นพวกถั่วต่างๆ (Nuts) เช่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรูปถั่วลิสงคั่ว

Tettweiler (1991) อ้างถึงใน กาญจนา สุภทนต์ (2538) อธิบายว่า การบริโภคอาหารขบเคี้ยว (Snacking) เป็นการบริโภคที่ง่ายต่อการจัดการ ลักษณะผลิตภัณฑ์อาจร้อนหรือเย็นในรูปของแข็งหรือของเหลว ซึ่งอาศัยการเตรียมเพียงเล็กน้อยหรือบริโภคโดยตรงและสามารถทำให้เกิดความพึงพอใจได้เมื่อเกิดความรู้สึกหิว โดยอาหารขบเคี้ยวจะมีลักษณะพื้นฐานดังนี้ คือ มีความสะดวกสบายในการใช้หรือการบริโภค สามารถแบ่งเป็นส่วนเล็กส่วนน้อยได้ ช่วยประพังกความหิว และมีรสชาติตอบสนองความพึงพอใจของความหิวในช่วงเวลาสั้นๆ อาจเป็นของหวานหรือของคาว มีน้ำหนักเบาหรือแน่น อาจใช้เป็นอาหารที่มีคุณลักษณะเฉพาะ เช่น อาหารเพื่อสุขภาพ หรืออาหารว่างในงานสังสรรค์

ขนมขบเคี้ยวนั้นมีบทบาทในวิถีการดำรงชีวิตของคนไทย และได้รับความนิยมบริโภคมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ศูนย์วิจัยกสิกรไทยรายงานว่ ปัจจุบันขนมขบเคี้ยวมีการผลิตออกมาจำหน่ายในท้องตลาดเป็นจำนวนมากมายหลายชนิด ประมาณว่ามีมูลค่าปีหนึ่งๆไม่ต่ำกว่า 4,000-5,000 ล้านบาท และมีแนวโน้มว่าจะขยายตัวได้อีก ขนมขบเคี้ยวที่ผลิตได้ในประเทศสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทกึ่งอาหารหลัก ได้แก่ ขนมปังกรอบ เช่น คุกกี้ แครกเกอร์ ซึ่งมูลค่าตลาดของสินค้าประเภทนี้คาดว่า ประมาณร้อยละ 40 ของตลาดอาหารว่างทั้งหมด ประเภทที่ 2 เป็นอาหารว่างที่รับประทานเป็นอาหารเล่น ซึ่งตลาดกำลังเจริญเติบโตและมีที่ว่างจะแย่งตลาดสินค้าประเภทลูกอม ลูกกวาด อีกด้วย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งปรงรส ถั่ว ข้าวเกรียบ เป็นต้น ในปัจจุบัน เมื่อสังคมมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่สถาบันพื้นฐานของครอบครัว ไปจนถึงการพัฒนาเทคโนโลยี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภค ซึ่งปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะซื้อสินค้าโดยไม่ได้พิจารณาที่ราคาถูกเพียงอย่างเดียว ยิ่งผู้ที่มีรายได้สูงอยู่แล้วจะพยายามเลือกซื้อสินค้าที่มีคุณภาพดีแม้ราคาจะแพงก็ตาม พฤติกรรมของผู้บริโภคไทยเปลี่ยนไปให้ความสำคัญต่อสุขภาพมากขึ้น สนใจกับสินค้าเพื่อสุขภาพตามกระแสที่กำลังเกิดขึ้นในตะวันตก สำหรับอาหารว่างซึ่งมักถูกมองว่าเป็นอาหารที่ไม่มีคุณค่า และเป็นสาเหตุของการเกิดทุพโภชนาการโดยเฉพาะในเด็ก (Sinthavalai, 1984) ก็ได้มีการพัฒนาโดยคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการและผลต่อสุขภาพเป็นหลัก เรียกได้ว่าเป็นขนมขบเคี้ยวยุคใหม่ (New generation snacks) ซึ่งหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันต่ำ ใช้วิธีการอบแทนการทอด มีใยอาหารสูง เป็นต้น โดยกลุ่มของผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับความสนใจ และมีการพัฒนาอย่าง

มาก ได้แก่ ขนมขบเคี้ยวแบบแท่ง (Snack bars) ขนมขบเคี้ยวผสม (Snack mixes) และขนมขบเคี้ยวจากธัญพืช (Granola products)

การตลาดของขนมขบเคี้ยวในประเทศไทยเป็นตลาดที่มีแนวโน้มการขยายตัวค่อนข้างสูงจะเข้าไปเบียดตลาดลูกอมเพราะกลุ่มเป้าหมายกลุ่มเดียวกัน จนทำให้ตลาดลูกอมไม่ค่อยจะมีอัตราการเติบโตมากนัก ประกอบกับตลาดขนมขบเคี้ยวมักจะมีอะไรแปลกๆใหม่ๆ มานำเสนอบริโภคในรูปแบบรสชาติใหม่ รวมทั้งมีกิจกรรมทางการตลาดอย่างสม่ำเสมอจนทำให้ตลาดเกิดความเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ด้านการแข่งขันของตลาดขนมขบเคี้ยวก็มีหลายรูปแบบ เพื่อกระตุ้นผู้บริโภคในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการชิงโชค การแจกของฟรีเมี่ยม อาทิ ข้าวเกรียบกุ้ง ได้จัดโปรโมชั่นชิงโชค หรือมันฝรั่งอย่างเลย ได้จัดโปรโมชั่นอย่างหนัก และต่อเนื่องร่วมกับโรงภาพยนตร์ สื่อวิทยุ เป็นต้น ผู้ประกอบการจะให้ความสนใจในตัวสินค้า คือให้ความสำคัญกับรสชาติและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การออกสินค้าใหม่ ต้องแตกต่างจากสินค้าชนิดอื่นในท้องตลาด และมีจุดขายที่ชัดเจน มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะมีพฤติกรรมในการใส่ใจสุขภาพของตนเอง เลือกสินค้าที่มีประโยชน์กับร่างกายมากขึ้น ดังนั้นถ้าสินค้าขนมขบเคี้ยวตัวใดที่จัดว่ามีคุณค่าทางอาหาร หรือภาพพจน์ของสินค้าที่ดีก็สามารถเกิดได้เร็วในตลาดสินค้าขนมขบเคี้ยว

2.3 โภชนาการสำหรับเด็กวัยเรียน

สำนักงานโภชนาการ กรมอนามัย (2546) กล่าวว่า เด็กวัยเรียน หมายถึง เด็กอายุ 6-12 ปี เป็นวัยที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง เด็กวัยเรียนมีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงวัยเรียนตอนต้นจะเป็นไปอย่างช้าๆ แต่สม่ำเสมอเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่วัยแรกรุ่น ในช่วงวัยเรียนตอนปลายอัตราการเจริญเติบโตของร่างกายจะสูงมากอีกครั้งหนึ่ง เพศหญิง เริ่มเข้าสู่วัยแรกรุ่นเมื่ออายุประมาณ 10 ปี เร็วกว่าเพศชายประมาณ 2 ปี สำหรับการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อสมองและระบบประสาท จะไม่มีการเจริญเติบโตเพิ่มขนาด แต่จะมีการพัฒนาในด้านการเสริมสร้างเขาวนปัญญา พฤติกรรมการกินอาหารของเด็กวัยนี้คือ จะไม่ลองอาหารเคยกิน กินอาหารไม่ตรงเวลา มัวแต่เล่นจนลืมกิน เล่นมากจนเพลียไม่อยากกินอาหาร เลือกกินอาหารที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ

ดังนั้น เด็กวัยเรียนจึงต้องการอาหารที่ดีให้พลังงานเพียงพอ เพื่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการของสมอง โดยมีข้อปฏิบัติในการจัดอาหารสำหรับเด็กวัยเรียน ดังนี้

- 1) จัดอาหารให้ครบ 5 หมู่ ในแต่ละวันโดยให้มีปริมาณพอเหมาะกับความต้องการ
- 2) ควรให้เด็กเป็นผู้เสนอรายการอาหารบ้าง เพื่อให้เด็กมีความรู้สึกถึงการมีส่วนร่วม

3) ควรฝึกวินัยในการรับประทานอาหารให้เป็นเวลา ไม่รับประทานอาหารจุบจิบ อย่างไรก็ตามอาจจะยอมให้เด็กกินอาหารผิดเวลาบ้างโดยเฉพาะวันหยุด เพื่อผ่อนคลายความกดดันที่โรงเรียน

4) ควรฝึกให้เด็กรู้จักความพอดีในการรับประทานอาหารแต่ละประเภท ไม่ควรตามใจ หรือใช้อาหารเป็นสิ่งต่อรองให้รางวัล หรือทำโทษ

5) ควรให้อาหารสำรองไว้บ้างเป็นอาหารที่เตรียมได้ง่ายแต่มีประโยชน์เพราะเด็กวัยนี้นอกจากกินอาหารไม่เป็นเวลาเพราะหิวเล่น ยังหิวไม่เป็นเวลาอีกด้วย

Bogert et al. (1973) อ้างถึงใน กาญจนา สุภทนต์ (2538) และ กรมอนามัย (2553) กล่าวว่า เด็กที่มีอายุอยู่ในช่วง 7-10 ปี เป็นวัยที่มีการเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอจนถึงวัยรุ่น ร่างกายต้องการอาหารเพื่อสร้างกระดูก ฟัน กล้ามเนื้อ และเลือด ยิ่งไปกว่านั้นเด็กวัยนี้จะมีการออกกำลังกายมากขึ้นจึงจำเป็นต้องได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์และเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เด็กช่วงวัยนี้มีปัญหาทั้งการขาดสารอาหารและภาวะโภชนาการเกิน ปัญหาการขาดสารอาหารที่พบบ่อยในเด็กวัยเรียนและวัยรุ่น คือ ภาวะการขาดโปรตีนและพลังงาน โรคโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก และโรคขาดสารไอโอดีน ปัญหาดังกล่าวจะทำให้เด็กเจริญเติบโตช้า เจ็บป่วยบ่อย ความสามารถในการเรียนรู้ด้อย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำ และสมรรถภาพในการทำกิจกรรมและการเล่นกีฬาต่ำ

กรมอนามัย (2546) รายงานว่า ความต้องการพลังงานและสารอาหารประเภทต่างๆ ของเด็กวัยเรียนแสดงดังตารางที่ 2-1 โดยสรุปปริมาณพลังงานสำหรับเด็กวัยเรียนอายุ 6-8 ปี และ 9-12 ปี จากปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546 คือผู้ชาย 6-8 ปี 1,400 กิโลแคลอรี 9-12 ปี 1,700 กิโลแคลอรี ผู้หญิง 6-8 ปี 1,400 กิโลแคลอรี ผู้หญิง 9-12 ปี 1,600 กิโลแคลอรี โดยมีการกระจายของพลังงานจากสารอาหารโปรตีนร้อยละ 10-12 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 45-65 และไขมันร้อยละ 25-35 ของพลังงานที่ได้รับต่อวัน (กรมอนามัย, 2546)

กรมอนามัย (2546) และ นิรนาม (2526) อ้างถึงใน กาญจนา สุภทนต์ (2538) กล่าวว่า เด็กวัยเรียน เป็นวัยที่ต้องการปริมาณแคลอรีเพียงพอ สำหรับการเจริญเติบโตเพราะใช้พลังงานในการวิ่งเล่นและออกกำลังกายมาก พลังงานที่ใช้ควรได้รับจากคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 50 ของอาหารที่เด็กรับประทาน ถ้าเด็กได้รับแคลอรีน้อยไป โปรตีนจะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานซึ่งเป็นการเสียประโยชน์อย่างมากแทนที่จะใช้อาหารประเภทโปรตีนไปใช้ในด้านที่สำคัญกว่า เช่นสร้างร่างกายให้เจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย และสร้างความต้านทานโรค ส่วนไขมันก็มี ความสำคัญโดยเฉพาะกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายซึ่งมักจะมีในน้ำมันพืช การให้เด็กรับประทาน

ตารางที่ 2-1 ความต้องการสารอาหารประเภทต่างๆ ของเด็กไทยวัยเรียน

| พลังงาน/สารอาหาร | ปริมาณที่ควรได้รับในแต่ละวัน |
|--------------------------------------|------------------------------|
| พลังงาน (กิโลแคลอรี) | 2,000 |
| โปรตีน (กรัม) | 28 |
| วิตามินที่ละลายในไขมัน | |
| วิตามินเอ (ไมโครกรัมเรตินอล) | 700 |
| วิตามินดี (ไมโครกรัม) | 10 |
| วิตามินอี (มิลลิกรัม แอลฟาโทโคฟีรอล) | 7 |
| วิตามินเค (ไมโครกรัม) | 30 |
| วิตามินที่ละลายในน้ำ | |
| วิตามินซี (มิลลิกรัม) | 45 |
| ไทอะมิน (มิลลิกรัม) | 1 |
| ไรโบฟลาวิน (มิลลิกรัม) | 1.2 |
| ไนอะซิน (มิลลิกรัม) | 13 |
| วิตามินบีหก (มิลลิกรัม) | 1.4 |
| โฟเลท (ไมโครกรัม) | 100 |
| วิตามินบีสิบสอง (ไมโครกรัม) | 1.4 |
| ไบโอติน (ไมโครกรัม) | 30 |
| กรดเพนโทธินิก (มิลลิกรัม) | 4-5 |
| เกลือแร่ | |
| แคลเซียม (มิลลิกรัม) | 800 |
| ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม) | 800 |
| เกลือแร่ที่ต้องการในปริมาณน้อย | |
| เหล็ก (มิลลิกรัม) | 10 |
| สังกะสี (มิลลิกรัม) | 10 |
| ไอโอดีน (ไมโครกรัม) | 120 |
| แมกนีเซียม (มิลลิกรัม) | 170 |
| ซีลีเนียม (ไมโครกรัม) | 30 |
| ทองแดง (มิลลิกรัม) | 1-2 |
| มังกานีส (มิลลิกรัม) | 2-3 |
| ฟลูออไรด์ (มิลลิกรัม) | 1.5-2.5 |
| โครเมียม (ไมโครกรัม) | 50-200 |
| โมลิบดีนัม (ไมโครกรัม) | 50-150 |

อาหารที่ใช้วิธีการทอดหรือการผัด หรือรับประทานเนื้อติดมัน จะทำให้เด็กได้รับไขมันในปริมาณที่เพียงพอ ศิริลักษณ์ สีนธวาลัย (2533) กล่าวว่า นอกจากนี้ เด็กในวัยเรียนยังต้องการวิตามินและเกลือแร่ซึ่งแม้จะต้องการในปริมาณน้อย แต่ถ้าขาดไปก็จะทำให้เมตาบอลิซึมภายในร่างกายผิดปกติและทำให้เกิดโรคได้ วิตามินและเกลือแร่ที่สำคัญสำหรับเด็กวัยนี้ ได้แก่

- วิตามินเอ ได้จาก น้ำมัน ตับ ไข่แดง ฟักทอง มะละกอสุก เป็นต้น วิตามินเอจะช่วยในการเจริญเติบโตและเพิ่มความต้านทานโรค นอกจากนี้ยังช่วยบำรุงผิวหนังและตา ถ้าขาดวิตามินเอจะทำให้เป็นโรคตาฟาง ถ้าเป็นมากอาจทำให้ตาบอดได้

- วิตามินบีหนึ่ง ได้จาก รำข้าว ตับ ข้าวซ้อมมือ ถั่วเมล็ดแห้ง เป็นต้น วิตามินบีหนึ่งจะช่วยบำรุงประสาท เพิ่มความอยากอาหาร ทำให้หัวใจทำหน้าที่ปกติ ถ้าขาดวิตามินบีหนึ่งจะทำให้เป็นโรคเหน็บชา

- วิตามินบีสอง ได้จาก นม เครื่องในสัตว์ ถั่วเมล็ดแห้ง เป็นต้น วิตามินบีสองจะบำรุงผิวหนัง ประสาท ตา ลิ้น และริมฝีปาก ถ้าขาดวิตามินบีสองจะทำให้เป็นโรคปากนกกระจอก

- วิตามินซี ได้จาก ผักใบเขียว โดยเฉพาะผักดิบ น้ำผลไม้ เช่น น้ำส้ม น้ำมะเขือเทศ วิตามินซีจะช่วยเพิ่มความต้านทานโรค ทำให้แผลหายเร็ว ถ้าขาดวิตามินซีทำให้อาจเป็นโรคเลือดออกตามไรฟันและโรคเหงือก

- วิตามินดี ได้จาก ตับ ไข่แดง ช่วยสร้างและบำรุงกระดูกและฟัน ถ้าขาดวิตามินดีจะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน สำหรับประเทศไทยเด็กไม่ค่อยมีการขาดวิตามินดีเพราะร่างกายสามารถสังเคราะห์ได้เมื่อได้รับแสงแดดอย่างเพียงพอ

- เหล็ก มีมากในตับทุกชนิด เครื่องในสัตว์ ถั่วเมล็ดแห้ง เป็นต้น มีผลในการสร้างและบำรุงโลหิต การขาดธาตุเหล็กทำให้เป็นโลหิตจาง ลือชา วรรัตน์ (2536) อ่างถึงใน กาญจนนา สุขทนต์ (2538) กล่าวว่า เด็กวัยเรียนถือเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อการขาดธาตุเหล็ก เพราะเด็กในวัยนี้ร่างกายเจริญเติบโตเร็ว มีการสร้างเม็ดเลือดแดงมากขึ้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องการธาตุเหล็กมากขึ้น

- แคลเซียม มีมากใน นม งา ปลาเล็กปลาน้อย เป็นต้น มีผลให้การสร้างกระดูกและฟันช่วยให้เลือดแข็งตัวเร็ว ควบคุมระบบประสาทที่ใช้ควบคุมกล้ามเนื้อ ถ้าขาดแคลเซียมจะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน เจริญเติบโตไม่เต็มที่ แคระแกรน ฟันไม่แข็งแรง และถ้ามีแคลเซียมในเลือดต่ำจะทำให้เลือดแข็งตัวช้า

ในวันหนึ่งๆ เด็กควรได้รับสารอาหารตามที่กล่าวไว้ในตารางที่ 2-1 แต่การรับประทานอาหารมื้อหลักเพียงอย่างเดียวอาจไม่ทำให้เด็กได้รับสารอาหารครบถ้วน เนื่องจากอาหารแต่ละมื้อมีปริมาณมากกว่าเกินที่เด็กจะรับประทานได้ อาหารว่างจึงมีความสำคัญสำหรับเด็กวัยเรียน เพราะนอกจากสามารถประทังความหิวก่อนที่จะถึงอาหารมื้อหลักได้แล้วยังช่วยให้เด็กได้รับสารอาหารครบถ้วนอีกด้วย ถ้าอาหารว่างชนิดนั้นมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับอาหารมื้อหลัก จะช่วยลดปริมาณอาหารมื้อหลักที่เด็กต้องรับประทานลงได้ (Guthrie, 1979 อ้างถึงใน กาญจนา สุภทนต์, 2538)

Munro (1957) อ้างถึงใน กาญจนา สุภทนต์ (2538) พบว่า การรับประทานอาหารว่างก่อนอาหารมื้อเที่ยงเป็นเวลา 2 ชั่วโมงครึ่งจะไม่มีผลต่อความอยากอาหารของอาหารมื้อเที่ยง ทั้งยังได้รับพลังงานมากกว่าการรับประทานอาหารมื้อเที่ยงเพียงมื้อเดียว ดังนั้นอาหารว่างจึงมีความสำคัญในการส่งเสริมให้เด็กได้รับสารอาหารที่ครบถ้วนและการรับประทานอาหารปริมาณน้อยแต่บ่อยครั้งนี้จะทำให้ลดการสร้างเนื้อเยื่อไขมันลงถือเป็นการป้องกันโรคอ้วนได้อีกด้วย

2.4 สถานการณ์ภาวะโภชนาการของเด็กวัยเรียนในประเทศไทย

สำหรับพฤติกรรมของเด็กวัยเรียน Stare และ McWilliams (1981) กล่าวว่า เมื่อเด็กเริ่มเข้าโรงเรียนเด็กจะยังคงรับประทานอาหารที่บ้านทุกมื้อ ยกเว้นมื้อเที่ยง ในช่วงแรกผู้ปกครองก็ยังคงดูแลในเรื่องอาหารอย่างใกล้ชิด เด็กยังไม่มีอิสระในการตัดสินใจเลือกอาหารเท่าใดนัก ต่อมารูปแบบการรับประทานอาหารของเด็กวัยเรียนจะเริ่มเปลี่ยนไป การรับประทานอาหารเช้าจะต้องรีบเร่งมากขึ้น จนบางครั้งเด็กอาจไม่ได้รับประทานอาหารเช้าเนื่องจากต้องรีบเร่งไปโรงเรียน ทั้งนี้จากการศึกษาของ Cereal Institute (1962) พบว่าอาหารเช้ามีคุณค่าต่อร่างกายมาก เด็กที่รับประทานอาหารเช้าที่มีประโยชน์จะเรียนหนังสือและทำกิจกรรมต่างๆ ได้ดีกว่าเด็กที่อดอาหารเช้า

การรับประทานอาหารเช้าที่โรงเรียนมีผลต่อการได้รับสารอาหารต่างๆ ของเด็กเช่นกัน เด็กที่รับประทานอาหารเช้าของโรงเรียนอาจจะเลือกรับประทานแต่อาหารที่ตนเองชอบ เช่น เนื้อสัตว์ และไม่รับประทานอาหารที่ตนไม่ชอบ เช่น ผักต่างๆ ส่วนเด็กบางคนก็ผู้ปกครองให้เงินมาเพื่อซื้ออาหารเที่ยงรับประทานเอง เด็กยังไม่รู้จักที่จะเลือกซื้ออาหารว่างชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมาเพื่อบริโภค จึงอาจนำเงินไปซื้ออาหารประเภทที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ เช่น ขนมหวาน ทอฟฟี่ ลูกกวาด (นิรนาม, 2526)

นอกจากนี้ Drummond (1989) ยังกล่าวอีกว่า เด็กวัยเรียนจะมีความอยากอาหารและหิวบ่อย ประมาณว่ามีความต้องการที่จะรับประทานอาหารทุกๆ 4-6 ชั่วโมง เพราะเด็กจะเสียพลังงานไปกับการทำกิจกรรมต่างๆ มาก ทำให้ต้องหาอาหารมารับประทานประทังความหิวก่อนที่จะได้รับประทานอาหารมื้อหลัก บางครั้งเด็กก็รับประทานอาหารว่างจนอึด และทำให้รับประทานอาหารมื้อหลักได้น้อย

ในวันหนึ่งๆ เด็กควรได้รับสารอาหารตามที่กล่าวไว้ในตารางที่ 1 แต่การรับประทานอาหารมื้อหลักเพียงอย่างเดียวอาจไม่ทำให้เด็กได้รับสารอาหารครบถ้วน เนื่องจากอาหารแต่ละมื้อมีปริมาณมากกว่าเกินที่เด็กจะรับประทานได้ อาหารว่างจึงมีความสำคัญสำหรับเด็กวัยเรียน เพราะนอกจากสามารถประทังความหิวก่อนที่จะถึงอาหารมื้อหลักได้แล้ว ยังช่วยให้เด็กได้รับสารอาหารครบถ้วนอีกด้วย ถ้าอาหารว่างชนิดนั้นมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับอาหารมื้อหลัก จะช่วยลดปริมาณอาหารมื้อหลักที่เด็กต้องรับประทานลงได้ (Guthrie, 1979)

Munro (1957) พบว่า การรับประทานอาหารว่างก่อนอาหารมื้อเที่ยงเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ครั้งจะไม่มีผลต่อความอยากอาหารของอาหารมื้อเที่ยง ทั้งยังได้รับพลังงานมากกว่าการรับประทานอาหารมื้อเที่ยงเพียงมื้อเดียว ดังนั้นอาหารว่างจึงมีความสำคัญในการส่งเสริมให้เด็กได้รับสารอาหารที่ครบถ้วนและการรับประทานอาหารปริมาณน้อยแต่บ่อยครั้งนี้ จะทำให้ลดการสร้างเนื้อเยื่อไขมันลงถือเป็นการป้องกันโรคอ้วนได้อีกด้วย

2.4.1 ภาวะของการขาดไอโอดีน

กองโภชนาการ กรมอนามัย (2552) รายงานสถานการณ์ภาวะโภชนาการของประเทศไทย ช่วงแผนพัฒนาฉบับที่ 10 พ.ศ. 2550-2554 พบว่า เด็กและสตรีมีครรภ์มีสถิติขาดไอโอดีน จึงเสนอแนวทางแก้ปัญหา โดยกองโภชนาการใช้ยุทธศาสตร์ 6 เรื่อง ในการแก้ไขปัญหาภาวะการขาดไอโอดีน ดังนี้ ยุทธศาสตร์ที่ 1 การผลิตและการกระจายเกลือเสริมไอโอดีนที่มีคุณภาพ โดยการบริหารจัดการที่มีความต่อเนื่องยั่งยืน ยุทธศาสตร์ที่ 2 การจัดทำระบบการเฝ้าระวัง ติดตามและประเมินผลของโครงการ ยุทธศาสตร์ที่ 3 การสร้างความเข้มแข็งให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พันธมิตร และภาคีเครือข่าย เพื่อการมีส่วนร่วม ยุทธศาสตร์ที่ 4 การประชาสัมพันธ์ รณรงค์และการตลาดเชิงสังคม เพื่อการบริโภคเกลือเสริมไอโอดีนอย่างต่อเนื่อง ยุทธศาสตร์ที่ 5 การศึกษา และวิจัย สู้ตาย ยุทธศาสตร์ที่ 6 การใช้มาตรการเสริมในระยะเฉพาะหน้าและมาตรการเสริมอื่น

กระทรวงสาธารณสุข ประกาศเจตนารมณ์ส่งเสริมสุขภาพหญิงตั้งครรภ์และเด็กที่ได้รับไอโอดีนที่มีคุณภาพอย่างต่อเนื่องและเพียงพอ ซึ่งเป็นกลยุทธ์ในการเสริมสร้างสติปัญญาเด็กไทยให้

เฉลี่ยฉลาด เน้นป้องกันเด็กปัญญาอ่อน เร่งพัฒนาระดับสติปัญญาการเรียนรู้และพัฒนาการของเด็ก ทั้งนี้เกี่ยวเนื่องมาจากการสำรวจพัฒนาการเด็กไทย กรมอนามัย (2554) พบว่า เด็กไทยมีโภชนาการ สมวัยเพียงร้อยละ 73 และการสำรวจ ไอคิวของเด็กนักเรียนไทยอายุ 6-15 ปี โดยกรมสุขภาพจิต พบ ไอคิวเฉลี่ย 99 จุด โดยสูงสุดที่กรุงเทพฯ 105 จุด ต่ำสุดที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 96 จุด ซึ่งต่ำกว่า มาตรฐานสากลคือ 100 จุด สาเหตุหลักเกิดจากการขาดสารไอโอดีนซึ่งสำคัญต่อการพัฒนาสมอง ตลอดจนการเลี้ยงดูของพ่อแม่ มาตรการควบคุมป้องกันโรคขาดสารไอโอดีน กระทรวงสาธารณสุขตั้ง เป้าจะให้เด็กปฐมวัยมีพัฒนาการสมวัยร้อยละ 90 และมีไอคิวเกิน 100 จุด ภายในปี 2559 การ ดำเนินการใน 4 ปีนี้ โดยจะเน้น 3 เรื่อง ได้แก่

1) การส่งเสริมสุขภาพในประชากร 5 กลุ่ม ได้แก่ หญิงตั้งครรภ์ หญิงให้นมบุตร เด็ก ทารก เด็กปฐมวัย และเด็กวัยเรียน รวมปีละ 14 ล้านคน โดยในกลุ่มหญิงตั้งครรภ์ปีละ 8 แสนคน จะ เน้นให้ฝากครรภ์ทันทีที่รู้ว่าตั้งครรภ์หรืออายุครรภ์น้อยกว่า 12 สัปดาห์ให้ได้มากกว่าร้อยละ 80 เพื่อที่จะป้องกันแก้ไขปัญหาได้ทันทั่วถึง และจัดระบบเฝ้าระวังระดับไอโอดีนในปัสสาวะของหญิง ตั้งครรภ์ให้อยู่ระหว่าง 150-249 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร โดยสนับสนุนให้ได้รับยาเม็ดเสริมไอโอดีน เหล็ก และโฟเลต ทุกคนตลอดการตั้งครรภ์จนถึงหลังคลอด 6 เดือน

2) กำหนดให้เกลือบริโภคทั้งคนและสัตว์ทุกชนิด ต้องเป็นเกลือเสริมไอโอดีน โดยได้ ออกกฎหมายให้เกลือบริโภคต้องมีปริมาณไอโอดีน 20-40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สร้างศูนย์เรียนรู้การผลิตเกลือบริโภค เสริมไอโอดีนในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปีนี้ได้สนับสนุนเครื่อง ผสมเกลือไอโอดีนที่ได้มาตรฐานให้กับผู้ประกอบการเกลือบริโภคเสริมไอโอดีนทั้งขนาดกลางและ ขนาดเล็ก จำนวน 100 เครื่อง และสนับสนุนสารโพแทสเซียมไอโอเดท เพื่อให้ผู้ประกอบการผลิต เกลือเสริมไอโอดีนที่มีคุณภาพและเป็นไปตามหลักกฎหมายที่กำหนด ร่วมมือกับภาคีเครือข่ายทุกภาค ส่วนร่วมพัฒนาชุมชนหมู่บ้านทั่วประเทศซึ่งมี 77,000 แห่งให้เป็นชุมชน/หมู่บ้านไอโอดีน และพัฒนา สู่วัยยืนเป็นจังหวัดไอโอดีนทั้งหมด ภายในปี 2558

3) เสริมไอโอดีนในน้ำดื่มในพื้นที่ทุรกันดาร ในโครงการพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่น ทุรกันดาร ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และรณรงค์สร้าง กระแส ความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักเรื่องไอโอดีนที่มีผลต่อพัฒนาการสมวัยและสติปัญญา

รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์เกลือเสริมไอโอดีนและ ผลิตภัณฑ์เสริมไอโอดีนมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด กลุ่มผู้บริโภค กลุ่มผู้ประกอบการ

ด้านอาหาร ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก โรงเรียน และครัวเรือน มีการใช้เกลือบริโภคเสริมไอโอดีนและอาหารอื่น ๆ ที่มีไอโอดีน เช่น ไข่ไก่เสริมไอโอดีน อาหารทะเล เป็นประจำจนอยู่ในวิถีชีวิตของประชาชนทุกกลุ่มวัย (วิทยา บุรณศิริ, 2555)

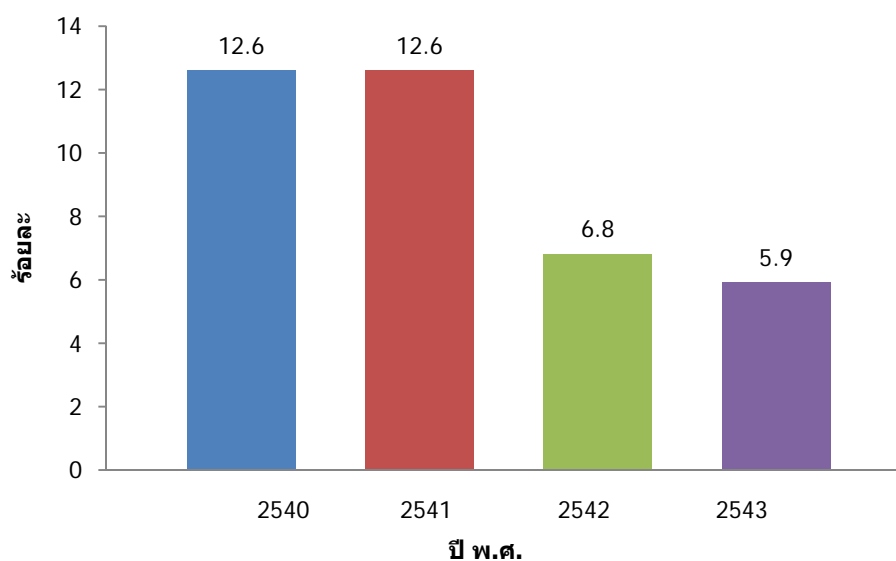
นอกจากนี้ องค์การอาหารและยา (2553) ประกาศนโยบายส่งเสริมให้ผลิตผลิตภัณฑ์เสริมไอโอดีนในผลิตภัณฑ์ 4 ประเภท ทั้ง เกลือบริโภค น้ำปลา น้ำเกลือปรุงอาหาร และผลิตภัณฑ์ปรุงรสที่ได้จากการย่อยโปรตีนของถั่วเหลือง เช่น ซอสปรุงรส ซีอิ๊ว ป้องกันคนไทยไอคิวต่ำ มีผลบังคับใช้วันที่ 31 ธันวาคม 2553 ที่ฉลากเกลือบริโภค ต้องระบุว่า “เกลือบริโภคเสริมไอโอดีน” ส่วนผลิตภัณฑ์ปรุงรสดังกล่าว ต้องระบุว่า “ใช้เกลือบริโภคเสริมไอโอดีน” หรือระบุปริมาณไอโอดีนอย่างใดอย่างหนึ่ง มีผลให้ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ใช้ผลิตภัณฑ์ปรุงรสดังกล่าวเสริมไอโอดีนไปด้วย โดยองค์การอาหารและยามีความมุ่งมั่นในการติดตาม ตรวจสอบ รวมทั้งเฝ้าระวังสถานที่ผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย ผลิตภัณฑ์กลุ่มดังกล่าว หากพบว่าผู้ประกอบการรายใดไม่ปฏิบัติตามกฎหมายก็จะดำเนินคดีอย่างเคร่งครัด เพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคได้ว่า สามารถได้รับสารไอโอดีนอย่างทั่วถึง และป้องกันโรคขาดสารไอโอดีนได้อย่างยั่งยืน เพื่อสติปัญญาของคนไทยจะได้ไม่ด้อยกว่าชาติอื่น

2.4.2 ภาวะของการขาดธาตุเหล็ก

กองโภชนาการ กรมอนามัย (2546) รายงานว่า ธาตุเหล็กเป็นธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยแต่สำคัญ เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง การขาดธาตุเหล็กจะทำให้เป็นโรคโลหิตจาง ซึ่งปัจจุบันยังคงเป็นปัญหาทางโภชนาการและสาธารณสุขที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่กำลังพัฒนา ธาตุเหล็กมีความสำคัญต่อพัฒนาการและการเรียนรู้ในเด็กโตและในผู้ใหญ่ธาตุเหล็กมีความสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพด้านสมรรถภาพการทำงาน ปริมาณธาตุเหล็กอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับ วัยรุ่นชายอายุ 9-18 ปี เท่ากับ 11.8-16.6 มิลลิกรัมต่อวัน วัยรุ่นหญิงอายุ 9-12 ปี เท่ากับ 11.8 มิลลิกรัมต่อวัน แต่เมื่ออยู่ในวัยมีประจำเดือนความต้องการธาตุเหล็กจะเพิ่มขึ้น ธาตุเหล็กจะอยู่ในรูปของฮีโมซิงอยู่ในเนื้อสัตว์และถูกดูดซึมได้ดีกว่าธาตุเหล็กที่อยู่ในรูปที่ไม่ใช่ฮีโมซิงพบในพืช ถึงแม้จะมีรายงานว่า วิตามินซีจะช่วยในการดูดซึมของธาตุเหล็กที่ไม่ใช่ฮีโมซิง แต่ก็ยังไม่เพียงพอ นอกจากนี้ในพืชผักมีสารที่ขัดขวางการดูดซึมของธาตุเหล็ก เช่น ไฟเตท และแทนนิน

กองโภชนาการ กรมอนามัย (2547) กล่าวว่า ภาวะโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก คือ ภาวะที่ร่างกายมีการขาด หรือพร่องธาตุเหล็ก ไม่เพียงพอที่จะนำไปสร้างเม็ดเลือดแดงได้ เป็นผลให้

ร่างกายมีจำนวนเม็ดเลือดแดง หรือความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเลือดต่ำกว่าปกติ จะพบว่า มีอาการซีดของเล็บ และเปลือกตาด้านในด้วย กองโภชนาการ กรมอนามัย (2552) รายงานสถานการณ์ภาวะโภชนาการ ช่วงแผนพัฒนาฉบับที่ 10 พ.ศ. 2550-2554 พบว่า เด็กวัยเรียนมีสถิติการขาดธาตุเหล็กและเป็นโรคโลหิตจางในปี 2540-2543 อยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 6-12 ดังภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 ร้อยละของโรคโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็กในเด็กวัยเรียน

ที่มา : nutrition.anamai.moph.go.th/temp/files/NuSitu%2053.doc

กองโภชนาการ กรมอนามัย (2555) กล่าวว่า ธาตุเหล็กเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อชีวิต คือ เป็นส่วนประกอบของโปรตีนชนิด "ฮีโมโกลบิน" ที่อยู่ในเม็ดเลือดแดง และชนิด "ไมโอโกลบิน" ในกล้ามเนื้อ โปรตีนเหล่านี้ทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจน จากปอดไปยังเซลล์ร่างกาย ประมาณร้อยละ 70 ของธาตุเหล็กที่มีในร่างกาย อยู่ในฮีโมโกลบิน นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ต่างๆ หลายชนิดในสมอง และมีบทบาทในการทำงานของเม็ดเลือดขาว ซึ่งเป็นกลไกต้านทานโรค สาเหตุของการเกิดภาวะโลหิตจาง จากการขาดธาตุเหล็ก ได้แก่

1) การรับประทานอาหารที่มีธาตุเหล็กไม่เพียงพอ กับภาวะที่ร่างกายต้องการธาตุเหล็กสูงขึ้น เช่น เด็กในวัยเจริญเติบโต หญิงตั้งครรภ์ และหญิงให้นมบุตร

- 2) การรับประทานอาหารที่มีตัวขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็ก เช่น แคลเซียม ไฟเตท ออกซาเลท
- 3) รับประทานอาหารที่มีวิตามินซีต่ำ เพราะธาตุเหล็กจะดูดซึมได้ดี เมื่อมีอาหารที่มีวิตามินซีสูง
- 4) การมีภาวะสูญเสียเลือดอย่างรวดเร็ว เช่น โรคพยาธิปากขอ โรคแผลในกระเพาะอาหาร การมีเนื้องอกในระบบทางเดินอาหาร หญิงวัยเจริญพันธุ์ที่มีประจำเดือนมาก การคลอด และการแท้งบุตร

สำหรับผลกระทบต่อเด็กวัยเรียนที่มีภาวะโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก กองโภชนาการ กรมอนามัย (2555) รวบรวมไว้ดังนี้คือ

ผลเสียด้านสรีรวิทยา

- 1) ภาวะซีด ทำให้มีการนำ และสะสมออกซิเจนในเลือดน้อยลง
- 2) กระทบวงจรทางชีวเคมีในร่างกายกระทบกระเทือน ส่งผลต่อขีดความสามารถในการทำงาน
- 3) ส่งผลต่อกระบวนการในร่างกาย เกี่ยวกับการส่งสัญญาณของเส้นประสาทต่างๆ
- 4) ส่งผลต่อการสร้างสารทางพันธุกรรมบางอย่าง
- 5) มีการเจริญเติบโตช้ากว่าเด็กปกติ ในช่วงอายุเดียวกัน

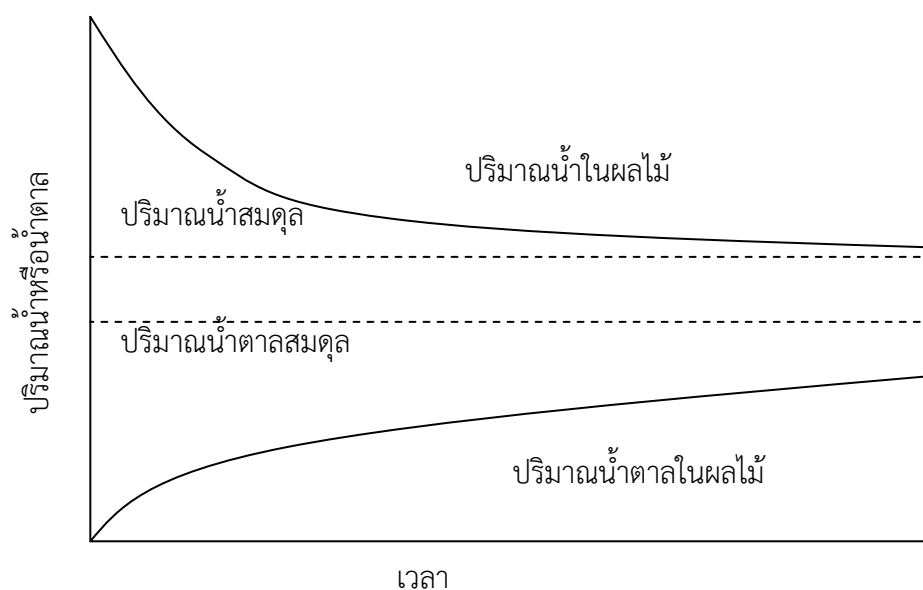
ผลเสียด้านพฤติกรรม

- 1) มีพัฒนาการต่อการเรียนรู้ช้ากว่าปกติ ในช่วงอายุเดียวกัน
- 2) มีอาการเฉื่อยชา ไม่กระตือรือร้นในการเรียน ไม่มีสมาธิ เหนื่อยง่าย เบื่ออาหาร

2.5 หลักการออสโมซิสในการแปรรูปผักผลไม้

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก (2532) กล่าวว่า การออสโมซิสในการแปรรูปผักและผลไม้ หมายถึง การกำจัดน้ำออกด้วยการแช่ผักผลไม้ในน้ำเชื่อม หรือน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นสูง จะทำให้เกิดกระบวนการออสโมซิสในอาหาร วิธีที่เหมาะสมสำหรับการแปรรูปผักและผลไม้ โดยแช่ชิ้นอาหารในสารละลายออสโมติกซึ่งมีค่า a_w ต่ำ การถ่ายเทมวลสารที่เกิดขึ้นในกระบวนการออสโมซิสจะมีลักษณะสวนทางกัน กล่าวคือ น้ำตาลหรือน้ำเกลือจะแพร่เข้าไปในอาหารทำให้ปริมาณน้ำหรือความชื้นในชิ้นอาหารลดลง 50% ของปริมาณน้ำหรือความชื้นเริ่มต้น ซึ่งการออสโมซิสมีประโยชน์ในด้านช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร เพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ Torreggiani (1993) กล่าวได้ว่า การดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิส เช่น กระบวนการดึงน้ำออกจากชิ้นอาหาร โดยเป็นการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของน้ำจากสารละลายเจือจางไปยังสารละลายที่เข้มข้นกว่า เป็นการดึงน้ำบางส่วนออกจากชิ้นอาหารก่อน

นำไปอบแห้งจนได้ความชื้นที่ต้องการ ผลของการลดความชื้นด้วยวิธีออสโมซิสที่อุณหภูมิต่างๆจะช่วยลดการสูญเสียคุณค่าทางสารอาหาร ผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงคุณค่าของสารอาหารไว้และเป็นการปรับปรุงกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ลดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสีของผลไม้ เนื่องจากการทำงานของ Enzymatic oxidative browning ดังนั้น ในการดื่งน้ำออกด้วยวิธีการออสโมซิสจึงอาศัยหลักความแตกต่างของอัตราเร็วในการแพร่ระหว่างน้ำตาลกับน้ำ เพื่อใช้ในการควบคุมปริมาณของน้ำ ในการจะดื่งออกและปริมาณของของแข็งที่เพิ่มขึ้น การแลกเปลี่ยนมวลสารที่เกิดขึ้นจะดำเนินไปจนกระทั่งสารละลายมีค่า a_w เข้าสู่ภาวะสมดุล การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำและปริมาณของแข็งก่อนเข้าสู่ภาวะสมดุล โดยที่ภาวะสมดุลของน้ำเกิดได้เร็วกว่าภาวะสมดุลของน้ำตาล (ภาพที่ 2-3) จนถึงภาวะของทั้งน้ำและน้ำตาลจะได้ผลิตภัณฑ์ในลักษณะของผลไม้แช่อิ่มที่มีน้ำตาลสูง โดยกระบวนการออสโมซิสนี้สามารถกำจัดได้ประมาณ 30-50% ของน้ำหนักเริ่มต้นของชิ้นอาหาร หลังจากนั้นจึงนำไปทำการอบแห้งต่อไปด้วยเครื่องทำแห้งแบบต่างๆ จนได้ความชื้นที่ต้องการ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก, 2532)



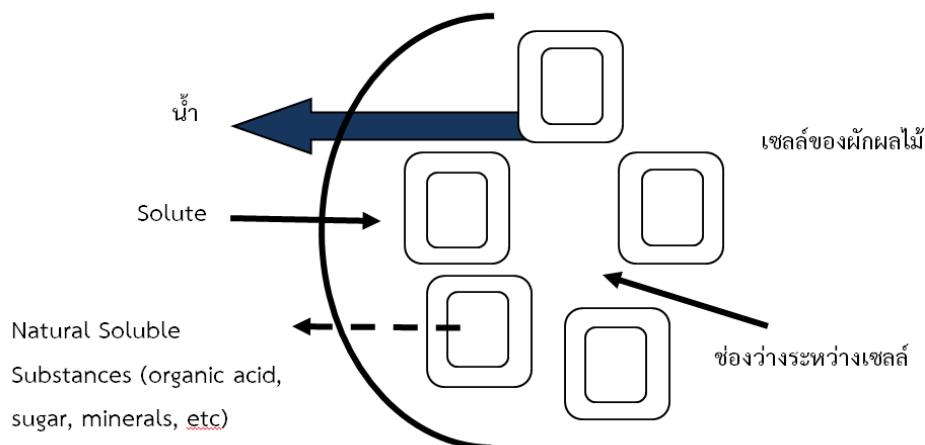
ภาพที่ 2-3 สมดุลของน้ำและน้ำตาลระหว่างการออสโมซิส

ที่มา: ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก (2532)

วันวิสาข์ กระแสคุปส์ (2535) กล่าวว่า การดื่งน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิส คือ กระบวนการแยกน้ำออกจากเซลล์หรือการกำจัดน้ำออกจากอาหารหรือผักผลไม้ก่อนบางส่วนโดยอาศัยหลักการของการออสโมซิสด้วยการแช่ชิ้นอาหารหรือผักผลไม้ในน้ำเชื่อมหรือน้ำเกลือเข้มข้น โดยการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของน้ำจากสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่า

ผ่านเยื่อบาง ๆ ที่เรียกว่า Semi-permeable membrane จนกระทั่งถึงสภาวะสมดุลหรือจุดสมดุล การกระทำเช่นนี้ทำให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างภายในเซลล์และภายนอกของ เซลล์ของผักผลไม้ เกิดเป็นแรงขับเคลื่อน (Driving force) ให้มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างผักผลไม้กับ สารละลายภายนอกผ่านเยื่อหุ้มเซลล์หรือเซลล์เมมเบรน โดยการถ่ายเทมวลสารที่เกิดขึ้นจะมีการ ถ่ายเทมวลของน้ำและตัวถูกละลาย (Solute) ในเวลาเดียวกันเป็นการเคลื่อนที่แบบสวนทางกัน (Counter-current mass transfer) แสดงในภาพที่ 2-4 ดังนี้ คือ (อ่อนรวี รัตนาพันธ์, 2533)

- น้ำภายในเซลล์ของผักผลไม้จะแพร่กระจายออกจากเซลล์สู่สารละลายภายนอก
- ขณะเดียวกันตัวถูกละลายภายนอกเช่น น้ำตาลหรือเกลือ จะแพร่กระจายเข้าสู่ภายใน เซลล์ของผักผลไม้หรือเนื้อผักผลไม้
- สารบางอย่างที่มีอยู่ในเซลล์ตามธรรมชาติ เช่น กรดอินทรีย์ น้ำตาล เกลือแร่ เป็นต้นจะ แพร่กระจายออกนอกเซลล์สู่สารละลายภายนอก



ภาพที่ 2-4 การถ่ายเทมวลสารระหว่างภายในเซลล์และสารละลายภายนอกระหว่างการออสโมซิส
ที่มา : อ่อนรวี รัตนาพันธ์ (2533)

2.5.1 ตัวบ่งชี้สำหรับการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิส

ในการศึกษาการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสอาจทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยตัวบ่งชี้กระบวนการซึ่งอาจวัดเป็นปริมาณน้ำที่สูญเสีย (Water loss; WL) ปริมาณของแข็งที่ เพิ่มขึ้น (Weight reduction; WR) และปริมาณน้ำหนักที่ลดลง (Solid gain; SG)

- ปริมาณน้ำที่สูญเสีย (Water loss; WL) คำนวณได้จาก

$$WL (\%) = \frac{W_i (X_i/100) - W_f (X_f/100)}{W_i} \times 100$$

- ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (Solid gain; SG) คำนวณได้จาก

$$SG (\%) = \frac{[(W_f (100 - X_f) / 100) - (W_i (100 - X_i) / 100)]}{W_i} \times 100$$

- ปริมาณน้ำหนักที่ลดลง (Weight reducing; WR) คำนวณได้จาก

$$WR (\%) = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

เมื่อ W_i = น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง (กรัม)

W_f = น้ำหนักของตัวอย่างที่เวลาใดๆ

X_i = ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (กรัมของน้ำ/100 กรัมของน้ำหนักเริ่มต้น)

X_f = ปริมาณความชื้นของตัวอย่างที่เวลาใดๆ (กรัมของน้ำ/100 กรัมของน้ำหนัก

เริ่มต้น)

2.5.2 ขั้นตอนการออสโมซิส (วันวิสาข์ กระแสคุปส์, 2535)

1) การเตรียมชิ้นผลไม้ การผ่าหรือหั่นชิ้นผลไม้ก่อนที่จะนำไปออสโมซิสมีอยู่หลายวิธีโดยขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้และความต้องการของตลาด เช่น หั่นเป็นชิ้นตามยาว หั่นเป็นชิ้นตามขวาง หั่นเป็นรูปลูกเต๋า เป็นต้น

2) การลวก เป็นขั้นตอนการให้ความร้อนแก่ชิ้นผลไม้ เนื่องจากผลไม้มีเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (Peroxidase) โพลีฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol oxidase) ซึ่งจะทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์จึงจำเป็นต้องใช้ความร้อนทำลายเอนไซม์นี้ และการลวกจะทำให้โครงสร้างบางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพไปทำให้อัตราการสูญเสียจากชิ้นผลไม้เกิดได้เร็วขึ้น ระยะเวลาในการลวกผลไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป นอกจากนี้ผลไม้บางชนิดอาจต้องลวกในสารละลายต่างกันไป เพื่อรักษาสีของผลไม้ให้คงอยู่ตามต้องการ หลังจากการลวกแล้วต้องทำให้เย็นลงทันทีเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากความร้อน

กฤษฎากร บุคดาจันทร์ สวนิต จิรัฎฐิติกาล และ ศิระษา เจริญสุขสวัสดิ์ (2549) กล่าวว่า การลวกผลไม้ก่อนการแช่มีผลต่อการถ่ายเทมวลของสาร เนื่องจากความร้อนระหว่างการลวกจะทำให้โครงสร้างของเซลล์ผลไม้ที่มีส่วนต้านทานการถ่ายเทมวลสาร โดยทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ คือ เนื้อเยื่อเกิดการอ่านตัวลงทำให้สูญเสียคุณสมบัติการเป็น

เยื่อเลือกผ่าน จึงทำให้อัตราการถ่ายเทมวลสารของผลไม้และน้ำตาลในสารละลายภายนอกสูงขึ้น การลวกผลไม้ด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 - 5 นาที ขึ้นกับชิ้นและขนาดของผลไม้ การใช้ความร้อนในการลวกผลไม้สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ polyphenol oxidize ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียคุณภาพ นอกจากนี้การลวกที่เหมาะสมยังช่วยปรับปรุงคุณลักษณะเนื้อสัมผัส เพื่อเพิ่มอัตราการถ่ายเทมวลสารของสารละลายซูโครสเข้าสู่เนื้อผลไม้ในระหว่างกระบวนการออสโมซิส

3) การแช่ในสารละลายออสโมติก การแช่ผลไม้ในสารละลายออสโมติกนี้เป็นขั้นตอนของการลดน้ำหนักหรือลดความชื้นของผลไม้ โดยสารละลายจะมีตัวถูกละลายช่วยให้เกิดแรงดันออสโมติก ตัวถูกละลายต่างชนิดกันจะให้ผลในการลดความชื้นหรือลดน้ำหนักได้ต่างกัน โดยส่วนใหญ่ในขั้นตอนนี้จะลดความชื้นของผลไม้ได้ประมาณ 50 - 60 % ในสารละลายออสโมติกอาจมีการใช้สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลขึ้นในช่วงการตากแห้งและการเก็บรักษา ตัวอย่างที่ใช้เช่น โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ เป็นต้น การทำแห้งโดยวิธีออสโมซิสเป็นพื้นฐานของการแช่อิ่มและดองเค็ม โดยการแช่อิ่มจะมีการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลที่ใช้ขึ้นอย่างช้าๆ เพื่อให้น้ำตาลซึมเข้าไปได้มากขึ้นและผลิตภัณฑ์มีรสชาติหวานตามต้องการ และถ้าใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงมากในครั้งเดียวจะทำให้ผลไม้เกิดการคายน้ำอย่างรวดเร็วผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเสี่ยงต่อการเหนียวและแข็งเกินไป

2.5.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการออสโมซิส

1) ชนิดของผลไม้ พันธุ์ และความสุก ซึ่งผลไม้บางชนิดสามารถทำแห้งด้วยวิธีออสโมซิสได้เร็ว บางชนิดทำได้ช้า เนื่องจากการถ่ายเทมวลสารระหว่างน้ำและตัวถูกละลายขึ้นอยู่กับระบอบทางเคมีและโครงสร้างของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ ผลไม้ชนิดเดียวกันแต่คนละพันธุ์มีอัตราในการทำแห้งต่างกัน นอกจากนี้ความสุกยังมีผลด้วย ผลไม้ที่สุกจะทำแห้งได้เร็วกว่าผลไม้ดิบ แต่ถ้าสุกเกินไปผลไม้จะเละไม่น่ารับประทาน (อ่อนรวี รัตนพันธ์, 2533)

2) ชนิดของสารละลายออสโมติก โดยสารละลายออสโมติกที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นสารละลายน้ำตาล น้ำเกลือ โซลบีทอล เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส มอลโตส รวมทั้งน้ำเชื่อมข้าวโพดด้วย โดยสารละลายออสโมติกที่นิยมใช้กับผักผลไม้ได้แก่ น้ำเชื่อมซูโครส น้ำตาลแลคโตสผสมกับน้ำตาลซูโครส สารละลายออสโมติกที่ใช้อาจมีการเติมสารอื่นๆลงไปด้วยเช่น กรดซิตริก เกลือซัลไฟต์ แคลเซียมคลอไรด์ สารออสโมติกที่ใช้ต้องมีค่า a_w ต่ำ มีรสชาติเป็นที่ยอมรับ ในการใช้จะต้องพิจารณาเพิ่มเติมอีก 3 ข้อ คือ

- ต้องไม่ทำให้ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป
- มีราคาต่อหน่วยถูก ไม่ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นมาก

- สารละลายที่ใช้ควรมีน้ำหนักโมเลกุลสูง เพราะถ้ามีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะทำให้มีแรงดันออสโมติกสูง เช่น น้ำตาลกลูโคสจะมีแรงดันออสโมติกสูงกว่าน้ำตาลซูโครสจึงทำให้มีปริมาณน้ำตาลซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อได้มากและเกิดการสูญเสียน้ำมากกว่าการใช้น้ำตาลซูโครส ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่กระด้างขึ้น (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2532)

3) ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกที่ใช้มีความสำคัญมาก เพราะอาจมีส่วนช่วยในการดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ โดยมีผลต่อค่าออสโมติกที่วัดได้ถ้าความเข้มข้นยิ่งมากขึ้น อัตราการสูญเสียน้ำจะมาก เป็นผลทำให้อัตราการออสโมซิสเร็วขึ้นด้วย ความเข้มข้นของสารละลายจะมีค่าสูงสุดค่าหนึ่ง ซึ่งเมื่อเลยค่านี้ไปแล้วจะไม่มี การสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ จะไม่สามารถเพิ่มความสามารถในการแพร่ของน้ำออกจากผลไม้ได้ สารละลายชนิดเดียวกันเมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้นจะทำให้ น้ำซึมออกได้เร็วขึ้น แต่ในขณะเดียวกันน้ำตาลที่ซึมเข้าไปในผลไม้ได้มากขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงเป็นข้อดีอันหนึ่งของวิธีการออสโมซิสนี้คือ ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่หวานจนเกินไป (นิธิยา รัตนานนท์, 2544)

จุฑามาศ นิวัฒน์ (2542) ได้ศึกษาการทำแห้งสับประรดด้วยวิธีออสโมซิสระบบต่อเนื่อง โดยศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล 3 ระดับ คือ 45 50 และ 55 °Brix พบว่า เมื่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการถ่ายเทมวลสารระหว่างน้ำกับน้ำตาลเพิ่มขึ้นด้วย

4) อุณหภูมิในการออสโมซิสก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงอีกประการหนึ่ง เพราะว่ามีผลต่ออัตราการออสโมซิส เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงไปจะทำให้โครงสร้างบางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพไป กล่าวคือ ทำให้เยื่อหุ้มอ่อนตัวลงจึงมีผลทำให้ความแน่นของผลไม้เปลี่ยนไปด้วยทำให้การซึมผ่านดีกว่า และเร็วกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำถึงอัตราการออสโมซิสจะสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การใช้อุณหภูมิสูงในระหว่างการออสโมซิสจำเป็นต้องใช้เวลาในการออสโมซิสให้น้อยลงด้วย ทำให้ เกิดวิธีใหม่ที่เรียกว่า High Temperature Short Osmosis (HTST osmosis) (สุธีรา เลิศวุฒิกุล, 2540 อ้างถึงใน ศิวาพร หงส์ทอง และจตุมา สอนดี, 2554)

5) อัตราส่วนระหว่างสารละลายออสโมติกและผักผลไม้ ถ้าอัตราส่วนเพิ่มขึ้นจะทำให้ น้ำซึมออกได้เร็วขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำที่ซึมออกมาไม่ค่อยมีผลให้ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมลดลง ในกรณีที่น้ำเชื่อมมีความเข้มข้นมาก ดังนั้น แรงขับ (Driving force) คือ ความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำภายในเซลล์และภายนอกสูงอยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม การใช้น้ำเชื่อมปริมาณมากจะทำให้ ค่าใช้จ่ายสูงและมีปัญหาในการขจัดน้ำตาลภายหลังการออสโมซิสด้วย อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดระหว่างสารละลายออสโมติกและผลไม้คือ 2:1 (วันวิสาข์ กระแสคุปส์, 2535)

6) การคนหรือกวน ในขณะที่เกิดการออสโมซิสความเข้มข้นบริเวณรอบๆชิ้นอาหารจะลดลงเนื่องจากน้ำภายในชิ้นอาหารซึมผ่านออกมา ทำให้ประสิทธิภาพการออสโมติกต่ำลงไปด้วย

ดังนั้น การคนหรือกวนจะช่วยทำให้เกิดการกระจายความเข้มข้นโดยทำให้สารละลายที่เข้มข้นมากกว่าไหลมาแทนที่สารละลายที่เจือจางกว่าทำให้การออสโมติกสูงขึ้นด้วย (วันวิสาข์ กระแสคุปส์, 2535)

7) รูปร่างและขนาดของผลไม้ มีผลต่ออัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวสัมผัสต่อปริมาตร ถ้าอัตราส่วนนี้สูงน้ำจะซึมออกมาได้เร็วขึ้นเนื่องจากตัวถูกละลายสามารถสัมผัสกับพื้นที่ผิวของผักผลไม้ได้มากขึ้น ถ้าผักผลไม้มีชิ้นใหญ่ น้ำจะซึมออกได้น้อยหรือถ้ามีรูปร่างกลม น้ำจะซึมออกได้น้อยเช่นกัน เนื่องจากทั้งสองกรณีมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรน้อย (อ่อนรวี รัตนาพันธ์, 2533) นอกจากนี้ความเป็นรูพรุนของตัวอย่างยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าการสูญเสีย น้ำ ผลไม้ที่มีขนาดของรูพรุนสูงมักมีค่าการสูญเสียสูงแต่ความเป็นรูพรุนไม่สามารถอธิบายการเพิ่มของของแข็งทั้งหมดได้ เนื่องจากมีผลกระทบจากการหดตัวและขนาดโมเลกุลของสารละลายเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (พีรยา โชติถนอม, 2551)

2.5.4 ข้อดีของการแปรรูปด้วยวิธีออสโมซิส (คำนวน ตั้งพันธุ์ และวัชรพงษ์ ทองสิมา, 2533)

1) ลดเวลาและพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งด้วยลมร้อน โดยใช้อุณหภูมิสูงเป็นเวลายาวนานเพื่อการระเหยน้ำเพราะขั้นตอนการออสโมซิสช่วยขจัดน้ำออกจากผักผลไม้ไปส่วนหนึ่งแล้ว

2) การไม่ใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้งจะไม่ทำลายคุณภาพของผลไม้ คือ ไม่ทำให้สีและรสชาติเปลี่ยนแปลงไป แต่จะทำให้สีและรสชาติดีขึ้น

3) น้ำตาลหรือน้ำเชื่อมที่ใช้จะเป็นตัวช่วยป้องกันรสชาติความสดเอาไว้ วิธีการอื่นไม่สามารถป้องกันการสูญเสียกลิ่นและรสได้มากกว่าวิธีนี้

4) น้ำเชื่อมหรือสารละลายเข้มข้นช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ไม่ให้สีของผลไม้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จึงได้ผลไม้แห้งที่มีสีสดสวยน่ารับประทานยิ่งขึ้น

5) นอกจากน้ำที่ขจัดออกจากผลไม้แล้วยังมีกรดบางส่วนจากผลไม้ถูกขจัดออกไปด้วยมาผสมกับน้ำตาล และน้ำตาลบางส่วนก็อาจติดกับผลไม้เมื่ออบแห้งออกมา ผลไม้ที่ได้จะมีความหวานและความนิ่มนวลกว่าผลไม้ที่อบแห้งด้วยวิธีอื่นๆทั่วไป

2.5.5 ข้อเสียของการแปรรูปด้วยวิธีออสโมซิส (คำนวน ตั้งพันธุ์ และวัชรพงษ์ ทองสิมา, 2533)

1) ทำให้กรดที่มีอยู่ในผลไม้ลดลง ดังนั้นควรมีการเติมกรดลงไปในการละลายที่ใช้ในการออสโมติก

2) น้ำตาลทำให้เกิดแผ่นฟิล์มบางบริเวณผิวหน้าผลิตภัณฑ์ สามารถแก้ไขได้โดยการล้างในน้ำอย่างรวดเร็วภายหลังการทำแห้งแบบออสโมติก

3) ผลน้ำตาลที่ใช้อาจทำให้เกิดกลิ่นอับ หรือกลิ่นหืนได้เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง กระบวนการนี้มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการทำแห้งแบบใช้ลมร้อนหรือทำแห้งแบบใช้สุญญากาศ แต่จะมีราคาถูกกว่าการทำแห้งแบบวิธีแช่เยือกแข็ง

4) การจัดการสารละลายออสโมติกที่ใช้แล้ว ทำได้โดยการนำสารละลายไปปรับความเข้มข้นแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ แต่มีข้อจำกัดคือ เสียค่าใช้จ่ายในกระบวนการติดตั้งสูง การนำสารละลายกลับมาใช้ใหม่อย่างต่อเนื่องก็มีข้อจำกัดคือ ทำให้สารละลายเกิดการเจือจางและลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์หรือใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร เช่น สารให้สี สารให้กลิ่น

2.6 การใช้สภาวะสุญญากาศในกระบวนการออสโมซิส

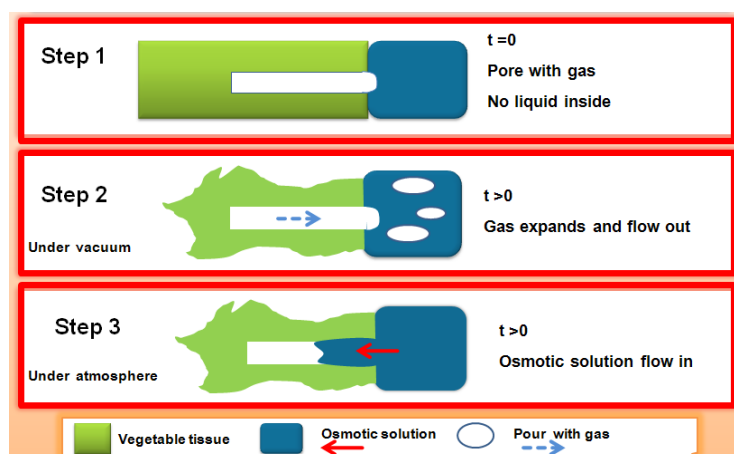
การประยุกต์ใช้สภาวะสุญญากาศในกระบวนการออสโมซิส แบ่งเป็น 2 แบบ คือการดึงน้ำออกแบบออสโมซิสในสภาวะความดันสุญญากาศ (Vacuum Osmotic Dehydration; VOD) และการใช้สภาวะความดันสุญญากาศแบบเป็นจังหวะ (Pulse Vacuum Osmotic Dehydration; PVOD) ทำได้โดยการแช่ชิ้นอาหารลงในสารละลายออสโมติกแล้วให้สภาวะสุญญากาศในสภาวะปิดสนิทซึ่งสามารถเรียกสภาวะนี้ว่า Vacuum impregnation; VI ซึ่งเป็นกระบวนการที่ประยุกต์ใช้แรงขับเคลื่อนในการแพร่กระจายของน้ำ (Hydrodynamic Mechanism; HDM) จากเนื้อเยื่อของชิ้นอาหารไปสู่แรงดันออสโมซิสที่สูงกว่าผ่านเยื่อเลือกผ่านด้วยการใช้สภาวะสุญญากาศกระบวนการนี้ ทำได้โดยการลดความดันอากาศลง จนทำให้เกิดสภาวะความดันสุญญากาศในภาชนะที่ปิดสนิทเมื่อเริ่มต้นกระบวนการเป็นระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นจะปล่อยให้กลับคืนความดันบรรยากาศ ในขณะที่ให้ความดันสุญญากาศ ก๊าซที่อยู่ในโครงสร้างของชิ้นอาหารจะมีปริมาณลดลง เนื่องจากก๊าซถูกบีบอัดจากความดันสุญญากาศทำให้ก๊าซเกิดการแพร่ขยายและเคลื่อนที่ออกนอกเนื้อเยื่ออาหาร หลังจากนั้นเมื่อกลับสู่ความดันบรรยากาศ สารละลายออสโมติกจะแพร่เข้าภายในโครงสร้างของชิ้นอาหาร เนื่องจากก๊าซที่เหลือจากการถูกบีบอัดจะเป็นตัวนำสารละลายเข้าสู่ทางช่องว่างระหว่างเซลล์ ทำให้การเคลื่อนย้ายมวลสารต่อพื้นที่เพิ่มมากขึ้น เป็นเหตุที่ทำให้ปริมาณของตัวที่ถูกละลายที่เข้าสู่ชิ้นอาหารมีปริมาณมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบจากการแช่ชิ้นอาหารแบบดั้งเดิม

Fito et al. (1995) ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการแช่ในสภาวะสุญญากาศและอธิบายว่าในระหว่างการแช่ที่สภาวะดังกล่าวจะเกิดกลไกการถ่ายเทมวลสารและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่เรียกว่า Hydrodynamic mechanism (HDM) ดังแสดงได้ในภาพที่ 2-5 โดยมีการเปลี่ยนแปลงแต่ละขั้นตอนดังนี้

1) เมื่อ $t=0$ เป็นขั้นตอนที่เริ่มมีการแช่ชิ้นผักผลไม้ลงในสารละลายออสโมติก ยังไม่มีการเคลื่อนที่ของก๊าซออกสู่สารละลายภายนอกหรือสารละลายออสโมติกและยังไม่มีมีการเคลื่อนที่ของสารละลายออสโมติกเข้าสู่ช่องว่างระหว่างเซลล์

2) เมื่อเวลาผ่านไปในสภาวะสุญญากาศ $t>0$ ก๊าซจากช่องว่างระหว่างเซลล์จะถูกดูดออกสู่สารละลายภายนอก อีกทั้งยังเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโครงสร้างของเนื้อเยื่อของผักและผลไม้ด้วย

3) เมื่อสิ้นสุดการใช้สภาวะสุญญากาศ และแช่ชิ้นผักผลไม้ต่อที่สภาวะบรรยากาศ $t>0$ สารละลายจะแพร่ผ่านเข้ามาในช่องว่างระหว่างเซลล์โดยจะเข้ามาแทนที่ก๊าซที่ถูกดูดออกไปเป็นผลให้ตัวถูกละลายแพร่เข้าไปในเนื้อเยื่อผักผลไม้ได้ และในขณะเดียวกันน้ำในชิ้นผักผลไม้ก็สามารถแพร่ออกสู่สารละลายออสโมติกได้เช่นกัน



ภาพที่ 2-5 ขั้นตอนการเกิด Hydrodynamic mechanism (HDM) สำหรับการแช่
ในสภาวะสุญญากาศ

ที่มา : ดัดแปลงจาก Chiralt & Fito (2003)

2.7 การทำแห้งอาหาร

วิลโล รังสาดทอง (2546) กล่าวว่า การทำให้แห้งหรือการกำจัดน้ำ (Drying) หมายถึงการใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในอาหาร โดยการระเหยน้ำหรือการระเหิดของแข็งในการอบแห้งแบบระเหิด (Freeze drying) คำจำกัดความนี้จะไม่รวมถึงการกำจัดน้ำออก

จากอาหารด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การแยกโดยทางกล การทำให้เข้มข้นโดยการใช้น้ำมัน การระเหย การอบ เนื่องจากในกระบวนการเหล่านี้จะมีการกำจัดน้ำน้อยกว่าการทำให้แห้ง วัตถุประสงค์ของการกำจัดน้ำคือการยืดอายุการเก็บรักษาอาหารโดยการลดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ โดยทั่วไปอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ในระหว่างกระบวนการมักจะไม่สูงพอที่จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนั้นการลดน้ำหนักและปริมาณอาหารยังช่วยในการลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่งเพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค วัตถุประสงค์หลักของการออกแบบเครื่องทำแห้งคือการหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำอาหารแต่ละชนิดให้แห้งโดยมีการสูญเสียคุณภาพการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด ตัวอย่างอาหารที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมที่สำคัญได้แก่ น้ำตาล กาแฟ นม มันฝรั่ง แป้ง ถั่ว ถั่วลิสง ส่วนผสมสำหรับทำขนมปัง อาหารเข้าประเภทที่ทำมาจากธัญพืช ชาและเครื่องเทศ

ฤทธิไกร งามชุ่ม (2547) กล่าวว่า หลักการอบแห้งแบบสุญญากาศคือ เมื่ออากาศที่อยู่ในห้องอบแห้งนั้นอยู่ในสภาวะสุญญากาศ ทำให้อากาศนั้นมีความดันของไอน้ำต่ำ และความเข้มข้นของความชื้นในอากาศต่ำ เมื่อมีวัสดุอยู่ในห้องอบแห้งสุญญากาศจะทำให้เกิดการถ่ายเทมวลเกิดขึ้น โดยไอน้ำที่ผิวของวัสดุจะแพร่สู่อากาศเนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของความชื้น (Vapor diffusion) และความดันไอ (Partial vapor pressure) และของเหลวที่อยู่ในวัสดุจะเคลื่อนที่ออกมายังผิวด้วยแรง capillary flow ซึ่งเป็นผลมาจากแรงตึงผิว (Surface force) โดยอากาศที่อยู่ในห้องอบแห้งอาจจะต้องจำเป็นต้องให้ความร้อนมากเท่ากับการอบแห้งลมร้อน เนื่องจากของเหลวที่อยู่ในวัสดุเมื่ออยู่ในสภาวะความดันสุญญากาศแล้วนั้นอาจจะมีการเดือดเกิดขึ้นในเนื้อวัสดุทำให้เหมือนเป็นการเร่งอัตราการถ่ายเทมวลสาร โดยน้ำภายในวัสดุจะเคลื่อนที่มายังผิววัสดุในรูปของเหลวหรือน้ำแล้วระเหยอย่างรวดเร็วซึ่งถ้าของเหลวที่อยู่ภายใต้สภาวะความดันสุญญากาศต่ำมาก ๆ แล้วนั้น อาจจะทำให้ผิวของวัสดุที่อบแห้งมีความเป็นรูพรุนสูง เนื่องจากมีการเดือดอย่างรุนแรงในเนื้อวัสดุ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kowalska et al. (2008) ได้ศึกษาผลการเตรียมชิ้นต้นด้วยการลวกและการแช่แข็งที่มีต่อการดึงน้ำออกของฟักทองด้วยวิธีออสโมซิส โดยลวกฟักทองในน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที แล้วแช่น้ำเย็น 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วินาที และการแช่แข็งทำได้โดยแช่แข็งที่อุณหภูมิ 18 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายกลูโคสความเข้มข้น 61.5 เปอร์เซ็นต์ สารละลายกลูโคสความเข้มข้น 49.5 เปอร์เซ็นต์ และสตาร์ชไซรัป ความเข้มข้น 67.5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 180 นาที โดยใช้อัตราส่วนชิ้นตัวอย่าง

ต่อสารละลายเท่ากับ 1:4 พบว่า การลวกและการแช่แข็ง ทำให้มีปริมาณน้ำลดลงเหลือ 71-74 เปอร์เซ็นต์ ใน 30 นาทีแรกของการออสโมซิส ทำให้ตัวอย่างมีปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการเตรียมขั้นต้น ตัวอย่างที่มีการสูญเสียน้ำมากที่สุดคือ ตัวอย่างที่ผ่านการลวกและใช้สตาร์ไชรูปเป็นสารละลายออสโมติก ส่วนการใช้สารละลายซูโครสทำให้ตัวอย่างมีปริมาณน้ำที่สูญเสียน้อยที่สุด สำหรับการเตรียมขั้นต้นด้วยการแช่แข็งก่อนการดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสทำให้เกิดการสูญเสียน้ำน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ผ่านการลวกแต่มีปริมาณตัวถูกละลายเพิ่มขึ้น

Escobar et al. (2007) ได้ศึกษาผลการเตรียมขั้นต้นด้วยการลวกต่อกลไกการดึงน้ำออกจากแครอทด้วยวิธีออสโมซิส ทำได้โดยลวกชิ้นแครอทในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 20 และ 30 นาที แล้วนำไปแช่ในน้ำเย็นทันที เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการลวก การดึงน้ำออกด้วยวิธีออสโมซิสทำได้โดยแช่ชิ้นตัวอย่างแครอทในสารละลายซูโครสความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส อัตราส่วนระหว่างสารละลายออสโมติกต่อชิ้นตัวอย่างเท่ากับ 1:45 กวนด้วยอัตราเร็ว 260 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 ชั่วโมง อบแห้งในตู้อบภายใต้สูญญากาศ 70 องศาเซลเซียส ความดัน 100 Pa พบว่า ผลของการเตรียมขั้นต้นด้วยการลวกต่อกลไกการดึงน้ำออกจากแครอทด้วยวิธีออสโมซิสต่อค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำและสารละลายออสโมติกเป็นไปได้ง่าย และพบว่าเมื่อลวกชิ้นตัวอย่างด้วยเวลานานขึ้นจะทำให้เนื้อเยื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปคือ อ่อนนุ่มมากขึ้นและโครงสร้างเซลล์ถูกทำลายมากขึ้น

จุฑามาศ นิวัฒน์ (2542) ได้ศึกษาการดึงน้ำออกจากสับประรดออกด้วยวิธีออสโมซิสแบบต่อเนื่องโดยทำการศึกษาการลวกสับประรดที่เวลา 0 2.5 5.0 7.5 และ 10.0 นาทีก่อนการออสโมซิส พบว่าการถ่ายเทมวลสารระหว่างน้ำและสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการลวก แต่การลวกนานกว่า 5.0 นาที ทำให้สับประรดมีลักษณะเปื่อยยุ่ยไม่น่ารับประทาน

วรรณรัตน์ ลิสุขสวัสดิ์ และคณะ (2549) ศึกษาผลของกระบวนการในการลวกที่มีต่อกิจกรรมของเอนไซม์ พอลิฟีนอลออกซิเดสในมันฝรั่ง โดยศึกษากระบวนการลวกที่อุณหภูมิ 70 80 และ 90 องศาเซลเซียส ที่เวลา 1-4 นาที ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิ และเวลาในการลวกสามารถลดค่ากิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่สภาวะอุณหภูมิการลวก 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที สามารถนำไปใช้ในการเตรียมขั้นต้นก่อนการออสโมซิสได้

Rodriguez et al. (2003) ได้ศึกษาผลของการเตรียมขึ้นต้นด้วยวิธีออสโมซิสสำหรับ *Porphyra* โดยการแช่สำหรับในสารละลายผสมระหว่าง น้ำตาลทราย 46% โซเดียมคลอไรด์ 11% และเติมกรดซิตริกเพื่อปรับให้เป็นกรด pH 3 และมีการเติมโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 0.2% โดยแช่สำหรับในสารละลายผสมนี้เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ในสภาวะกวนสารละลายตลอดเวลา ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส แล้วนำมาอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าการเตรียมขึ้นต้นด้วยวิธีการออสโมซิสไม่มีผลให้สีผลิตภัณฑ์แตกต่างกับตัวอย่างที่ไม่มีการเตรียมขึ้นต้น ($p > 0.05$) และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกัน

Saencom et al. (2011) ได้ศึกษาผลของผลของการเตรียมขึ้นต้นด้วยการลวกในน้ำเกลือที่ความเข้มข้น 0-3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นเวลา 1 นาที และนำไปตำลึงมาอบแห้งด้วยลมร้อนและการอบแห้งแบบสุญญากาศ (ที่ความดัน 7 กิโลปาสกาล) อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส พบว่า การลวกตำลึงในน้ำเกลือที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นและระยะเวลาขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้นของผักตำลึงหลังการลวกลดลงทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งสั้นลง นอกจากนี้ยังพบว่า การลวกในน้ำเกลือทำให้สีและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกในน้ำร้อน สำหรับผลของวิธีการอบแห้ง พบว่า การอบแห้งแบบสุญญากาศสามารถช่วยรักษาปริมาณเบต้าแคโรทีนและคลอโรฟิลล์ได้ดีกว่าการอบแห้งแบบลมร้อน เมื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิอบแห้งเดียวกัน อย่างไรก็ตามวิธีการอบแห้งไม่ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผักตำลึงแผ่นอบแห้งอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

Dermesonlouoglou et al. (2007) ได้ศึกษาผลของการเตรียมขึ้นต้นด้วยวิธีออสโมซิสต่ออายุการเก็บมะเขือเทศแช่แข็ง โดยนำมะเขือเทศมาสไลด์ตามความยาวหนา 6 มิลลิเมตร นำมะเขือเทศส่วนหนึ่งไปลวกในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 วินาที อีกส่วนหนึ่งนำมะเขือเทศมาออสโมซิสด้วยสารละลายน้ำเชื่อม High Dextrose Equivalent Maltodextrin (HDEM) 56.5% (w/w) ร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 3.5% (w/w) และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% (w/w) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง อัตราส่วนระหว่างตัวอย่างต่อสารละลายออสโมติกเท่ากับ 1:5 (w/w) หลังจากนั้นนำมะเขือเทศทั้งหมดไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยบรรจุในถุง pouches ที่ทำจากฟิล์มลามิเนต bio-oriented polypropylene หรือ polyethylene พบว่า การเตรียมขึ้นต้นด้วยวิธีออสโมซิสสามารถปรับปรุงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษามะเขือเทศแช่แข็งได้ โดยสามารถลดการเปลี่ยนแปลงของค่า

สี ปริมาณโลโคปีนทั้งหมด และวิตามินซีได้มากกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีการออสโมซิส (ลวกและไม่ลวก)

Dermesonlouoglou et al. (2007) ได้ศึกษาผลของการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิส ต่ออายุการเก็บมะเขือเทศแช่แข็ง โดยนำมะเขือเทศมาสไลด์ตามความยาว หน้า 6 มิลลิเมตร นำมะเขือเทศส่วนหนึ่งไปลวกในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 80 วินาที อีกส่วนหนึ่ง นำมะเขือเทศมาต้มน้ำออกด้วยสารละลายออสโมติก 56.5% (w/w) โดยสารละลายที่ใช้ได้แก่ 1) กลูโคส 2) High Dextrose Equivalent Maltodextrin (HDEM) 3) oligofrutose 4) trehalose และ 5) สารละลายผสม oligofrutose – trehalose อัตราส่วน 2:1 โดยสารละลายทุกชนิดใช้ร่วมกับ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 3.5% (w/w) และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1.5% (w/w) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง อัตราส่วนระหว่างตัวอย่างต่อสารละลายออสโมติกเท่ากับ 1:5 (w/w) หลังจากนั้นนำมะเขือเทศทั้งหมดไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยบรรจุในถุง pouches ที่ทำจากฟิล์มลามิเนต pouches ที่ทำจากฟิล์มลามิเนต bio-oriented polypropylene หรือ polyethylene และศึกษาอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -12 และ -20 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ เมื่อครบ 3 6 และ 12 เดือน พบว่า การใช้สารละลายกลูโคส และ HDEM ทำให้ปริมาณการสูญเสียน้ำมีค่าสูง ส่วนการใช้สารละลายกลูโคสและสารละลายผสมระหว่าง oligofrutose – trehalose ทำให้ของแข็งที่เพิ่มขึ้นมีค่าสูง ส่งผลทำให้ตัวอย่างมะเขือเทศที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นนี้มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดีเมื่อผ่านการแช่แข็งเป็นเวลา 12 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างมะเขือเทศที่ไม่ได้ผ่านการออสโมซิส ทั้งที่ลวกและไม่ลวก โดยพบว่า ตัวอย่างที่มีการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิสด้วยสารละลายกลูโคส, HDEM, oligofrutose trehalose และ oligofrutose – trehalose ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 เดือน สามารถรักษาปริมาณวิตามินซีของมะเขือเทศได้ 81, 66, 77 และ 88% ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิส (ลวกและไม่ลวก) มีวิตามินซี 44%

อรภรณ์ บัวหลวง (2550) ศึกษาผลของความหนาของชั้นสาหร่ายเกลียวทองและอุณหภูมิ ต่อเวลา โดยอุณหภูมิอากาศต่อเวลาที่ต้องใช้เพื่อลดความชื้นให้เหลือไม่เกิน 7.5% (มาตรฐานแห้ง) หรือ 7% (มาตรฐานเปียก) โดยใช้เครื่องอบแห้งทรงกระบอก ที่อุณหภูมิ 40-60 องศาเซลเซียส ความเร็วของอากาศอบแห้งเท่ากับ 1 เมตรต่อวินาที และความหนาของชั้นสาหร่ายเท่ากับ 2 และ 4

มิลลิเมตร พบว่า เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นสาหร่ายจะแห้งเร็วขึ้นเนื่องจากการถ่ายโอนความร้อนและมวลสูงขึ้น ขณะเดียวกันที่ความหนาของชั้นสาหร่าย 4 มิลลิเมตร ใช้เวลาในการอบแห้งนานกว่าที่ความหนา 2 มิลลิเมตร ที่ความเร็วลม 1 เมตรต่อวินาที ซึ่งอุณหภูมิในการอบแห้งเท่ากับ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบแห้ง 12 7 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยทุกสภาวะสามารถลดความชื้นของสาหร่ายจาก 90% ลดลงเหลือ 6% (มาตรฐานเปียก)

Barrera et al. (2003) ศึกษาการเสริมแคลเซียมและเหล็กให้กับโครงสร้างของเนื้อเยื่อชั้นแอปเปิ้ลลงไปในสารละลายออสโมติกแคลเซียมใช้ในรูป แคลเซียมแลคเตท และเหล็กใช้ในรูปเฟอร์ริกคลอไรด์ โดยแปรการทดลองเป็น 3 สิ่งทดลอง คือ 1) sucrose 211.220 g/l 2) สารละลายผสม sucrose 112.297 g/l กับ แคลเซียม 44.229 g/l 3) สารละลายผสม sucrose 146.702 g/l กับ เหล็ก 1.135 g/l จากการพิจารณาค่าการถ่ายเทมวลสารในกระบวนการแช่ในสภาวะสุญญากาศเพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการเสริมแร่ธาตุในผลไม้ พบว่า หลังการแช่สารละลายออสโมติกมีปริมาณแคลเซียมลดลง 46% หรือมีแคลเซียมเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์สุดท้าย 23 เท่า ของผลไม้สดแสดงถึงตัวอย่าง 200 กรัม มีปริมาณแคลเซียม 18.90% ของค่าที่ RDI กำหนด (800 มิลลิกรัม/วัน) หลังการแช่สารละลายออสโมติกมีปริมาณเหล็กลดลง 32% หรือมีธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์สุดท้าย 5.6 เท่า ของผลไม้สด แสดงถึงตัวอย่าง 200 กรัม จะมีปริมาณธาตุเหล็ก 35.44% ของค่าที่ RDI กำหนด (18 มิลลิกรัม/วัน) แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่จะเสริมแร่ธาตุแคลเซียมและเหล็กให้กับผลไม้ได้โดยเทคนิคการแช่ในสภาวะสุญญากาศ

Derossi et al. (2010) ศึกษาวิธีการลดค่า pH ในพริกหวานหั่นในสภาวะสุญญากาศ โดยประเมินผลของ เวลาที่แช่ในสภาวะบรรยากาศที่เวลา 10 15 และ 30 นาที ระดับสุญญากาศที่ความดัน 200 และ 400 mbar และระยะเวลาการใช้สภาวะสุญญากาศที่ 2 และ 5 นาที ผลการทดลองพบว่าการใช้เทคนิคการแช่พริกหวานในสารละลายออสโมติกในสภาวะสุญญากาศ ทำให้สารละลายกรดแพร่เข้าไปในชั้นพริกหวานจนทำให้ระดับความเป็นกรดสูงกว่าการแช่ที่สภาวะความดันบรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ความดันที่ 400 และ 200 mbar และใช้ระยะเวลาแช่ที่การคลายตัวที่ 30 นาที บรรยากาศที่ 30 นาที ทำให้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นมากที่สุด