บทที่ 1
บทนำเคมีอาหาร
(Introduction to Food Chemistry)

1.1 บทนำ

เคมีอาหารเป็นวิชาแขนงหนึ่งในวิทยาศาสตร์การอาหาร (Food Science) ที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ โครงสร้าง คุณสมบัติ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดกับอาหารภายใต้สภาวะแวดล้อมต่าง ๆ เคมีอาหารสัมพันธ์กับเคมี ชีวเคมี เคมีสรีรวิทยา พฤกษศาสตร์ สัตววิทยาและชีววิทยาของโมเลกุล นักเคมีอาหารอาศัยความรู้จากแขนงวิชาต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมานี้มาศึกษาและควบคุมชีวสาร (Biological substance) เพื่อเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์ ทั้งนักวิทยาศาสตร์ชีวภาพและนักเคมีทางอาหาร ต่างก็สนใจศึกษาคุณสมบัติของชีวสารเหล่านี้ และวิธีการศึกษาก็มีส่วนที่คล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามความสนใจพิเศษต่อชีวสารของนักวิทยาศาสตร์ชีวภาพแตกต่างจากนักเคมีอาหาร นักวิทยาศาสตร์ชีวภาพสนใจการสืบพันธ์ การเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดในชีวสาร ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมต่อการมีชีวิตอยู่ แต่นักเคมีอาหารสนใจชีวสารซึ่งตายแล้วหรือกำลังจะตาย เช่น ผักและผลไม้หลังเก็บเกี่ยวและเนื้อสัตว์ที่ถูกฆ่าใหม่ ๆ เอ็นไซม์ในพืชและเนื้อสัตว์เหล่านี้ ยังคงทำงานต่อประกอบกับเอ็นไซม์จากเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดจากการติดเชื้อเข้าไป จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้ เช่น ทำให้ผักผลไม้ดิบค่อย ๆ สุก และเนื้อสัตว์ก็จะอ่อนนุ่มลงเรื่อย ๆ และถ้าปล่อยทิ้งไว้พืชและเนื้อสัตว์เหล่านี้ก็จะเน่าเสียไปในที่สุด นักเคมีอาหารสนใจสภาวะที่เหมาะสมที่จะเก็บถนอมชีวสารเหล่านี้ไว้เป็นอาหารและให้คงสภาพดีได้นานที่สุด วิธีต่าง ๆ ที่นักเคมีอาหารใช้ได้แก่ ขบวนการความร้อน การแช่แข็ง การรมควัน การกำจัดน้ำ การฉายรังสีและการใช้สารกันเสีย เป็นต้น

ปัจจุบันนักเคมีอาหารมีบทบาทสำคัญมากต่อสังคม ผลงานของนักเคมีอาหารอาจสรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์เพื่อหาคุณสมบัติของอาหารธรรมชาติ อาหารแปรรูปและผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ และอาหารที่ใส่วัตถุเจือปนต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นหลักในการผลิตอาหารที่มีคุณภาพดี มีมาตรฐานและสมบูรณ์ทั้งส่วนประกอบ รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการ

CM 480

คุณภาพดี มีมาตรฐานและสมบูรณ์ทั้งส่วนประกอบ รสชาติ และคุณค่าทางโภชนาการ

2. การศึกษาวิธีถนอมอาหารเพื่อมิให้เกิดการสูญเสียและเพื่อให้มีอาหารที่สมบูรณ์ทั้งคุณค่าทางโภชนาการ ความอร่อยและประหยัด ออกจำหน่ายในทุกฤดูกาล และส่งไปจำหน่ายในถิ่นที่ขาดแคลนอาหารได้ นักเคมีอาหารยังศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารในระหว่างการขนย้าย การผลิตและการเก็บรักษา เพื่อให้ทราบกลไกของการเปลี่ยนแปลง และวิธีที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ เช่น หาวิธีที่จะลดการสูญเสียวิตามินและแร่ธาตุระหว่างการขนย้าย การผลิตและระหว่างการเก็บ, ควบคุมการแปลงสภาพ (denaturation) ของโปรตีน ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางโภชนาการของมัน, ควบคุมแอกติวิตีของเอ็นไซม์, ลดการเกิดออกซิเดชันและไฮโดรลิซิสของลิปิด และป้องกันการเปลี่ยนแปลงด้านสี กลิ่น รสและเนื้ออาหารในทางที่ไม่พึงประสงค์

3. พัฒนาแนวทางใหม่ ๆ ในการปรับปรุงคุณภาพของอาหารโดยการปรับปรุง และเสริมคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่มีจำหน่ายอยู่เดิม เช่น การเสริมวิตามินแร่ธาตุ และกรดอะมิโนที่จำเป็น เป็นต้น ปรับปรุงการขนย้าย การผลิตและการเก็บให้มีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด และปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสของอาหาร พัฒนาการผลิตอาหารใหม่ ๆ เช่น อาหารโปรตีนจากใบไม้ จากถั่วเหลืองและพวกสาหร่าย เป็นต้น นอกจากนี้ยังให้ความสนใจกับอาหารพิเศษสำหรับเด็กอ่อน คนชรา คนเป็นโรคเบาหวาน ตลอดจนผู้ป่วยเป็นโรคต่าง ๆ

นอกจากนี้ นักเคมีอาหารยังมีบทบาทในการรับใช้สังคม โดยการเข้าร่วมในการวางหลักเกณฑ์เกี่ยวกับมาตรฐานของสูตรที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ในทางอุตสาหกรรม วางหลักเกณฑ์เกี่ยวกับคำอธิบายบนฉลากที่ปิดผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อให้ผู้บริโภคได้เลือกซื้ออาหารที่มีคุณภาพดีและมีคุณค่าทางอาหารตามที่ต้องการ วางหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการใส่วัตถุเจือปนในอาหาร เพื่อให้ได้อาหารที่ถูกอนามัยปราศจากสารพิษเจือปน

เคมีอาหารจึงนับได้ว่ามีความสำคัญมากต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ในปัจจุบันนี้ เพราะอาหารที่สมบูรณ์ทั้งคุณค่าทางโภชนาการ กลิ่น รสและปราศจากสารพิษเจือปน ย่อมเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค และยังส่งผลถึงสุขภาพที่แข็งแรงทั้งร่างกายและจิตใจ นอกจากนี้การถนอมรักษาอาหารมิให้เกิดการสูญเปล่า และการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการผลิตอาหารจะช่วยสนองความต้องการของประชากรของโลก ซึ่งยิ่งวันจะเพิ่มทวีมากขึ้น ในการแก้ปัญหาอาหารและโภชนาการของโลก นักเคมีอาหารก็นับว่ามีบทบาทสำคัญอยู่มากเช่นกัน

1.2 ประวัติของเคมีอาหาร

ไม่มีใครบอกได้ว่าเคมีอาหารเริ่มขึ้นเมื่อไร และยังไม่มีใครที่วิเคราะห์และบันทึกอย่างถูกต้องเกี่ยวกับการเริ่มต้นของเคมีอาหาร อย่างไรก็ตาม เราอาจกล่าวได้ว่า เคมีอาหารเริ่มมีมานานแล้ว ในยุคเริ่มแรกที่มีการประดิษฐ์ตัวอักษรขึ้นใช้ มนุษย์ก็รู้จักวิธีหมักเหล้าและทำน้ำส้มสายชูแล้ว ขบวนการเหล่านี้อาจถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของเคมีอาหาร แม้ว่ามนุษย์ในยุคนั้นจะยังไม่รู้จักยีสต์ (yeast) และอะซิโตแบกเตอร์ (Acetobacter) ก็ตาม เคมีอาหารเพิ่งจะมีเอกลักษณ์ของมันเองเมื่อราวศตวรรษที่ 20 และประวัติของมันก็เกี่ยวพันอย่างแน่นแฟ้นกับเคมีการเกษตร โดยไม่มีการแยกออกมาเป็นแขนงของมันเอง

แม้ว่าเคมีอาหารจะเริ่มมานานแล้ว แต่การค้นพบเกี่ยวกับเคมีอาหารที่ถือว่าสำคัญที่สุดในปัจจุบันเริ่มต้นขึ้นในราวศตวรรษที่ 18 ในศตวรรษที่ 17 มีการพัฒนาวิการทดลองในห้องปฏิบัติการและมีการใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น และนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายเริ่มมีการแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน เคมีเริ่มกลายเป็นแขนงวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง ระหว่างช่วงปี 1780-1850 มีการค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยนักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงหลายท่าน สิ่งที่ค้นพบนี้มีบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับเคมีอาหาร ไม่โดยตรงก็โดยทางอ้อม จากบันทึกของ Scheele, Lavoisier, Theodore de saussure, Gay-Lussac, Thernard, Davy, Berzelius, Thomson, Beaumont และ Liebig ซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของเคมีอาหารยุคใหม่ แม้ว่าผลงานที่มีชื่อเสียงของนักวิทยาศาสตร์เหล่านี้ จะไม่ใช่ด้านเคมีอาหารโดยตรง แต่บางส่วนของผลงานของนักวิทยาศาสตร์เหล่านี้ ได้วางพื้นฐานสำคัญของเคมีอาหารไว้ ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างผลงานของนักวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้ :-

Carl Wilhelm Scheel (1742-1786) นักเภสัชกรชาวสวีเดน ผู้ซึ่งนอกจากจะค้นพบคลอรีน กลีเซอรอลและออกซิเจน ยังสามารถแยกและศึกษาคุณสมบัติของกรดแลกติก (1780), เตรียมกรดมูซิก (mucic acid) โดยการออกซิไดส์กรดแลกติก คิดค้นวิธีถนอมน้ำส้มสายชูโดยวิธีใช้ความร้อน (1782) แยกกรดซิตริก (citric acid) จากน้ำมะนาว (1784) และจาก gooseberries (1785) แยกกรดมาลิก (malic acid) จากแอปเปิ้ล (1785) ทดสอบหากรดซิตริก กรดมาลิกและกรดทาร์ทาริกจากผลไม้ 20 ชนิด (1785) การแยกสารเคมีหลายตัวจากพืชและสัตว์ ซึ่งอาจจะพิจารณาได้ว่า เป็นจุดเริ่มต้นของการวิจัยวิเคราะห์ที่ถูกต้องในด้านเคมีเกษตรและเคมีอาหาร

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) นักเคมีชาวสวีเดน ในด้านเคมีอาหาร เขาได้วางรากฐานของการวิเคราะห์ทางอินทรีย์เคมีโดยวิธีสันดาป และเป็นคนแรกที่แสดงให้เห็น

ว่า ขบวนการหมัก (fermentation) สามารถเขียนแสดงสมการสมดุลได้ เขาเป็นคนแรกที่พยายามหาธาตุที่เป็นส่วนประกอบของแอลกอฮอล์ (1784) และเป็นคนหนึ่งที่เขียนบทความ (1786) เกี่ยวกับกรดอินทรีย์ในผลไม้หลายชนิด

(Nicolas) Théodore de Saussure (1767-1845) นักเคมีชาวฝรั่งเศส มีผลงานมากในด้านการให้ความกระจ่างเกี่ยวกับหลักการทางเคมีเกษตรและเคมีอาหาร ที่ค้นคว้าโดย Lavoisier และยังศึกษา (1840) เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของ CO_2 และ O_2 ในระหว่างการหายใจของพืช ศึกษาแร่ธาตุต่าง ๆ ของพืชโดยการเผาเป็นเถ้า และการวิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ ในแอลกอฮอล์อย่างถูกต้องได้เป็นคนแรก โดยใช้เทคนิคการสันดาป (1807)

Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) และ Louis-Jacques Thernard (1777-1857) คิดค้นวิธีสำหรับการหาปริมาณร้อยละของคาร์บอน ไฮโดรเจนและไนโตรเจนในผักแห้งเป็นครั้งแรก (1811)

Sir Humphry Davy (1778-1829) นักเคมีชาวฝรั่งเศส สามารถแยกธาตุ K, Na, Ba, Sr, Ca และ Mg ได้ในปี 1807 และ 1808 และได้เขียนหนังสือซึ่งกล่าวถึงธาตุต่าง ๆ ที่อยู่ในพืชที่มนุษย์ใช้เป็นอาหาร ผลงานของ Jons Jacob Berzelius (1779-1848) นักเคมีชาวสวีเดน และ Thomas Thomson (1773-1852) นักเคมีชาวสก๊อตแลนด์ นำไปสู่การเริ่มต้นของการหาสูตรสารอินทรีย์ Berzelius ได้วิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบประมาณ 2000 ตัว และได้พิสูจน์กฎของอัตราส่วนแน่นอน (definite proportions) และยังค้นพบวิธีที่ถูกต้องในการหาปริมาณน้ำในสารอินทรีย์ นอกจากนี้ Thomson ยังแสดงให้เห็นว่า กฎที่ใช้ควบคุมส่วนประกอบสารอนินทรีย์ สามารถใช้ได้กับสารอินทรีย์ด้วย

Michel Eugène Chevreul (1786-1889) นักเคมีชาวฝรั่งเศส ได้กล่าวถึงธาตุที่ค้นพบในขณะนั้นว่า มีอยู่ในสารอินทรีย์คือ O, Cl, I, N, S, P, C, Si, H, Al, Mg, Ca, Na, K, Mn, Fe และยังกล่าวถึงขบวนการต่าง ๆ ที่ใช้ได้ในการวิเคราะห์สารอินทรีย์ Chevreul ยังเป็นผู้ริเริ่มการวิเคราะห์สารอินทรีย์ และงานวิจัยของเขาเกี่ยวกับส่วนประกอบของไขมันสัตว์ นำไปสู่การค้นพบกรดสเตียริก (Stearic acid) และกรดโอเลอิก (Oleic acid)

Dr.William Beaumont (1785-1853) ศัลยแพทย์ในกองทัพอเมริกัน ซึ่งอยู่ที่ Fort Mackinac ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการย่อยอาหารในกระเพาะ ซึ่งได้ทำลายหลักความเชื่อที่มีมาตั้งแต่สมัย Hippocrates ที่ว่า อาหารประกอบด้วยองค์ประกอบเพียงตัวเดียว โดยการทดลองกับ Alexis St. Martin ชาวสวีเดน ผู้ซึ่งบาดเจ็บเพราะถูกปืนคาบศิลา จากบาดแผลที่

ที่มีมาตั้งแต่สมัย Hippocrates ที่ว่า อาหารประกอบด้วยองค์ประกอบเพียงตัวเดียว โดยการทดลองกับ Alexis St. Martin ชาวสวีเดน ผู้ซึ่งบาดเจ็บเพราะถูกปืนคาบศิลา จากบาดแผลที่ถูกยิง Beaumont สามารถป้อนอาหารเข้าสู่กระเพาะภายในได้โดยตรง ทำให้เขาสามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการย่อย

Jutus Von Liebig (1803-1873) ศึกษาการหมักน้ำส้มสายชู (1837) และแสดงให้เห็นว่า อะซีตัลดีไฮด์เป็นสารมัธยันตร์ระหว่างแอลกอฮอล์และกรดอะซิติกในปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในปี 1842 เขาจำแนกอาหารออกเป็นพวกสารประกอบไนโตรเจน (เช่น เส้นใยของผัก แอลบูมีน, เคซีน, เนื้อสัตว์และเลือด) หรือพวกที่ไม่ใช่สารประกอบไนโตรเจน (ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์) ถึงแม้ว่าการจำแนกแบบนี้จะไม่ถูกต้องในเรื่องรายละเอียด แต่มันก็ใช้เป็นหลักในการพิจารณาความแตกต่างระหว่างอาหารหลายประเภทได้ นอกจากนี้เขายังช่วยทำให้วิธีวิเคราะห์ปริมาณของสารอินทรีย์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการใช้วิธีการสันดาป เขาได้ตีพิมพ์หนังสือเล่มแรกเกี่ยวกับเคมีอาหารในปี 1847 ชื่อว่า "Researches on the Chemistry of Food" ในหนังสือเล่มนี้เขาได้กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวกับองค์ประกอบที่ละลายน้ำได้ของกล้ามเนื้อ เช่น คลีเอตีน (creatine), ครีเอตินิน (creatinine), ซาริโคซิน (saricosine), กรดอิโนซินิก (inosinic acid) และกรดแลกติก เป็นต้น

การพัฒนาด้านการใส่วัตถุเจือปนในอาหาร ได้เริ่มขึ้นพร้อม ๆ กับการพัฒนาด้านเคมีอาหาร จากช่วงดึกดำบรรพ์ถึงปี 1820 การใช้วัตถุเจือปนในอาหารยังไม่เป็นปัญหาเท่าไร เพราะกิจการที่เกี่ยวข้องกับการซื้อขายอาหารยังเป็นกิจการเล็ก ๆ และเป็นกิจการส่วนบุคคล ซึ่งยังไม่กว้างขวางจนเกิดเป็นปัญหาสังคม ดังนั้น การตรวจสอบวัตถุเจือปนในอาหารในช่วงนี้จึงยังมีความต้องการน้อย ตั้งแต่ช่วงต้นของปี 1800 การใส่วัตถุเจือปนในอาหารเริ่มทวีความรุนแรงมากขึ้น ความก้าวหน้าทางด้านขบวนการผลิตอาหารและการซื้อขาย ตลอดจนความเจริญด้านเคมียุคใหม่ ทำให้มีการใช้วัตถุเจือปนอาหารเพื่อการค้ากำไร จนเกิดเป็นปัญหารุนแรง จนกระทั่งปี 1920 จึงได้มีการใช้กฎหมายควบคุมและพัฒนาวิธีการตรวจสอบวัตถุเจือปนในอาหารที่มีประสิทธิผล เพื่อลดปริมาณและควบคุมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม และต่อมาได้มีการปรับปรุงกฎและวิธีการตรวจสอบมาเรื่อย ๆ จนกระทั่งปัจจุบันนี้

การใช้วัตถุเจือปนในอาหาร ซึ่งเพิ่มทวีขึ้นในช่วงต้นของปี 1800 เป็นสาเหตุกระตุ้นให้นักเคมีศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของอาหาร และสารเคมีที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร ตลอดจนวิธีที่จะตรวจสอบสารเคมีเหล่านี้ ดังนั้นช่วงปี 1820-1850 เคมีและเคมีอาหารเริ่มทวีความ

และมีการตีพิมพ์วารสารสำหรับการวิจัยทางเคมี ตั้งแต่นั้นมาเคมีอาหารจึงได้เจริญรุดหน้าขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงปัจจุบันนี้

เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าของเคมีอาหาร คือ ช่วงกลางของปี 1800 Arthur Hill Hassall และผู้ร่วมงานในอังกฤษ ได้ค้นคว้าพบวิธีวิเคราะห์อาหารแบบไมโครสโคปิค (microscopic analysis of food) และได้เขียนไดอะแกรมแสดงลักษณะของอาหารต่าง ๆ ที่บริสุทธิ์และที่ใส่วัตถุเจือปน

ในปี 1860 ได้มีการตั้งสถานีทดลองทางเกษตรขึ้นใน Weede ประเทศเยอรมนี โดยมี W. Hanneberg เป็นผู้อำนวยการของสถานีทดลองนี้ และ F. Stohmann เป็นนักเคมี จากผลงานของนักเคมีอื่น ๆ เขาทั้งสองได้พัฒนาวิธีทดสอบประจำวัน สำหรับวิเคราะห์หาองค์ประกอบสำคัญของอาหาร

ในปี 1871 Jean Baptiste Dumas (1800-1884) แนะว่า การรับประทานอาหารที่มีเฉพาะโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมันนั้น ยังไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต

ในปี 1862 สภานิติบัญญัติของสหรัฐอเมริกาได้อนุมัติพระราชบัญญัติฉบับหนึ่ง ชื่อว่า "Land Grant College Act" เสนอโดย Justin Smith Morrill พระราชบัญญัตินี้ช่วยในการก่อตั้งวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา และทำให้เกิดแรงผลักดันให้มีการฝึกอบรมนักเคมีด้านอาหารและเกษตร และในปี 1862 ได้ก่อตั้งกระทรวงเกษตรในสหรัฐอเมริกา โดยมี Sir Issac Newton เป็นผู้อำนวยการ

ในปี 1863 Harvey Washington Willey ซึ่งเป็นหัวหน้านักเคมีของกระทรวงเกษตรในสหรัฐอเมริกา เป็นผู้นำต่อต้านการใส่วัตถุเจือปนที่ไม่เหมาะสมในอาหาร ทำให้เกิดการก่อตั้งพระราชบัญญัติอาหารและยา (Pure food and Drug Act) ในสหรัฐอเมริกา (1906)

ในปี 1887 สถานีทดลองด้านการเกษตรได้ถูกก่อตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา จากคำสั่งของ William H. Hatch จาก Missouri ซึ่งเป็นประธานกรรมการของสภาล่างของสหรัฐอเมริกา สถานีนี้นับได้ว่าเป็นสถานีทดลองที่ใหญ่ที่สุดในโลก ซึ่งช่วยผลักดันความเจริญก้าวหน้าด้านการวิจัยอาหารในสหรัฐอเมริกา

ระหว่างช่วงครึ่งแรกของศตวรรษที่ 20 สารอาหารที่จำเป็นต่อชีวิตได้ถูกค้นพบ ได้แก่ วิตามิน เกลือแร่ กรดไขมันและกรดอะมิโนบางชนิด

ประมาณช่วงกลางของศตวรรษที่ 20 การพัฒนาและการใช้สารเคมีอย่างกว้างขวางช่วยให้เกิดความก้าวหน้าโดยเฉพาะทางด้านอุตสาหกรรมอาหารและการตลาด