บทที่ 4
อาหารพื้นบ้านไทย
(Thai Traditional Food)

บทนำ

แกะรอยอาหารพื้นบ้านไทย

คำจำกัดความและลักษณะของอาหารพื้นบ้านไทย

อาหารพื้นบ้านไทย 4 ภาค

- ภาคเหนือ
- ภาคกลาง
- ภาคอิสาน
- ภาคใต้

อิทธิพลของอาหารชนชาติอื่นในอดีต

วัฒนธรรมการกินกับขนมธรรมเนียมประเพณี

อาหารตามแนวทฤษฎีการแพทย์แผนไทยและทฤษฎีอื่นที่เกี่ยวข้อง

ผักพื้นบ้าน

อาหารปรับธาตุ อาหารตามฤดูกาล

อาหารพื้นบ้านเพื่ออายุวัฒนะ

อาหารไทยวันนี้

การวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

บทสรุป

เอกสารอ้างอิง

บทที่ 4
อาหารพื้นบ้านไทย
(Thai Traditional Food)

ดร. อำไพ พฤติวรพงศ์กุล

บทนำ

แกะรอยอาหารพื้นบ้านไทย [9, 15]

ในอดีต มนุษย์เรามีวิถีชีวิตความเป็นอยู่แบบไม่อาศัยเทคโนโลยีมากนัก เรามีชีวิตรอดอยู่ได้ด้วยการเรียนรู้จากธรรมชาติ เรียนรู้จากสัตว์ รู้ว่าเมื่อเวลาที่เจ็บป่วยนั้น สัตว์ชนิดนี้ไปกินอะไร เราก็น่าจะกินได้เช่นเดียวกัน มีการทดลองใช้ด้วยตนเอง เมื่อประสบความสำเร็จก็ถ่ายทอดวิธีการกินการใช้นั้นให้กับคนอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในครอบครัวของตัวเองสู่ลูกหลานสืบทอดมาหลายชั่วอายุคน ก่อให้เกิดวิวัฒนาการทางวัฒนธรรมในการปรุงแต่งอาหาร การกินยารักษาโรค และรวมถึงเกษตรกรรมพื้นบ้านสืบเนื่องกันมายาวนาน ที่ใดมีความหลากหลายทางชีวภาพมาก มีความสมบูรณ์ของวัตถุดิบ ผักต่างๆ ซึ่งเป็นผักพื้นบ้านที่เติบโตตามธรรมชาติ ที่นั่นย่อมมีการปรุงแต่งอาหารได้อย่างหลากหลายวิธี จนหล่อหลอมกลายเป็นวัฒนธรรมการกินที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละท้องถิ่นและสอดคล้องลงตัวกับธรรมชาติ ดังจะเห็นได้ชัดเจนจากตำรับตำราอาหารโบราณของไทยแต่ละภูมิภาคล้วนเป็นสิ่งสะท้อนให้เราเห็นถึงวิถีชีวิต วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียม ประเพณีท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี

คำจำกัดความและลักษณะของอาหารพื้นบ้านไทย

จากความหมายของอาหารพื้นบ้านไทยและลักษณะของอาหารพื้นบ้านไทยที่ระบุไว้ในหนังสืออาหารพื้นบ้านไทย ชุดภูมิปัญญาด้านสุขภาพ 1 โดยกรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข[5] นั้น *อาหารพื้นบ้านไทย หมายถึง อาหารที่ประชาชนคนไทยบริโภคอยู่ในชีวิตประจำวัน และบริโภคในโอกาสต่างๆ โดยอาศัยเครื่องปรุง วัสดุที่นำมาประกอบอาหารจากแหล่งต่างๆ ทั้งจากธรรมชาติท่ามกลางนิเวศที่แวดล้อมอยู่ และจากการผลิตขึ้นมาเอง เช่น การเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ หรือจากการซื้อขายแลกเปลี่ยน โดยมีกรรมวิธีในการ*

ทำเป็นเอกลักษณ์ รวมทั้งรสชาติที่เป็นเฉพาะถิ่นแตกต่างกันไป ซึ่งอาหารพื้นบ้านไทยมีคุณลักษณะโดยรวมที่สามารถจำแนกได้ ดังนี้

1. อาหารพื้นบ้านไทยเป็นอาหารที่บริโภคในชีวิตประจำวันและโอกาสพิเศษ
2. อาหารพื้นบ้านไทยเป็นอาหารที่มีการประกอบด้วยวัตถุดิบและเครื่องปรุงรสที่มีภายในท้องถิ่น
3. อาหารพื้นบ้านไทยเป็นอาหารที่มีกรรมวิธีการปรุงแบบเรียบง่ายไปจนถึงความซับซ้อน และวิธีการปรุงจะคงไว้ซึ่งรสชาติแบบธรรมชาติ
4. อาหารพื้นบ้านไทยมีกระบวนการและเทคนิคในการทำให้อาหารสุกหลายรูปแบบ
5. อาหารพื้นบ้านไทยมีกระบวนการและกรรมวิธีในการที่จะถนอมอาหารหลายรูปแบบ
6. อาหารพื้นบ้านไทยมีวิธีการประกอบอาหารที่สอดคล้องกับฤดูกาลและระบบนิเวศ

อาหารพื้นบ้านไทย 4 ภาค

อาหารพื้นบ้านไทย เป็นอาหารที่มีความเชื่อมโยงกับสภาพธรรมชาติที่แวดล้อมที่มีความแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ดังจะเห็นได้จากอาหารพื้นบ้านในแต่ละภาคทั้ง 4 ภาคของไทยที่มีความเป็นเอกลักษณ์ของตนเองนั้น มีความแตกต่างกันทั้งชนิด ลักษณะอาหาร เครื่องปรุงอาหาร ส่วนประกอบอาหาร รสชาติ และกรรมวิธีการปรุงอาหารที่หลากหลาย ดังนี้

ภาคเหนือ[5, 15]

ภาคเหนือเป็นดินแดนแห่งประวัติศาสตร์ที่มีความเจริญรุ่งเรืองมาแต่อดีตจวบจนปัจจุบัน ชาวเหนือได้สรรสร้างศิลปวัฒนธรรมอันละเอียดอ่อนลึกซึ้งในทุกด้าน ไม่เว้นแม้แต่การบริโภคอาหาร อันเป็นเอกลักษณ์ที่สอดคล้องกับฤดูกาลของธรรมชาติ ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่มีเทือกเขาน้อยใหญ่ และมีแหล่งต้นน้ำหลายสาย ทำให้อากาศค่อนข้างหนาวเย็นในฤดูหนาว ฤดูฝนมีความเขียวชอุ่มไปด้วยพืชพรรณธัญญาหาร ภาคเหนือประกอบด้วย 15 จังหวัด โดยแบ่งเป็น ภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด และภาคเหนือตอนล่าง 7 จังหวัด ซึ่งลักษณะอาหารพื้นบ้านภาคเหนือนั้น จะเห็นว่าภาคเหนือตอนบนนิยมรับประทานข้าวเหนียว ภาคเหนือตอนล่างรับประทานข้าวเจ้าคล้ายภาคกลางตอนบน โดยแหล่งอาหารในอดีตได้มาจากธรรมชาติอันอุดมสมบูรณ์ ปัจจุบันได้จากการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ร่วมด้วย การปรุงอาหารของคนไทยภาคเหนือส่วนใหญ่จะมีรสอ่อน หรือรสเผ็ด เค็ม เปรี้ยว แต่ไม่หวานมาก อาหารภาคเหนือไม่นิยมใส่น้ำตาล ความหวานจะได้จากส่วนผสมที่นำมาประกอบอาหาร เช่น ความหวานจากผัก ปลา

มะเขือส้ม เป็นต้น คนภาคเหนือจะรับประทานข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก ส่วนกับข้าวก็จะหาจากสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่น เช่น ไก่ หมู เนื้อ ปลา ที่สำคัญคือผักพื้นบ้าน อันเป็นส่วนประกอบที่ขาดไม่ได้

การปรุงอาหารมีหลายวิธี เช่น การแกง การจอ การส้า การยำ การเจียว การปิ๊ป การปิ้น การคั่วหรือการผัด การหลู้ การต๋ำ ซึ่งอาหารของภาคเหนือมักจะทำให้สุกมากๆ เช่น ผัดผักก็จะผัดจนผักนุ่ม หรือต้มผักจนนุ่ม อาหารส่วนใหญ่จะใช้ผัดกับน้ำมัน แม้แต่ตำขนุน (ยำขนุน) เมื่อตำเสร็จก็ต้องนำมาผัดอีกจึงจะรับประทาน แต่หลายคนคงไม่ปฏิเสธว่าในสำรับขันโตกภาคเหนือเป็นตำรับอาหารที่มีเสน่ห์ มีเอกลักษณ์รสชาติ ซึ่งมีตำนานผักพื้นบ้านและตำรับอาหารบางชนิดดังนี้

1) แกงแค เป็นตำรับแกงที่ใช้ผักพื้นบ้านหลายๆ อย่างเป็นส่วนประกอบสำคัญปรุงรวมกัน สมัยก่อนคนภาคเหนือมักปรุงแกงแคด้วยผักและเนื้อสัตว์หลายชนิด รวมทั้งหมดประมาณ 108 ชนิด แต่ปัจจุบันนี้ผักหายากขึ้นและเสียเวลา จึงปรุงตำรับอย่างย่อ ใช้เนื้อสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่ง ผักพื้นบ้านที่ชาวเหนือเลือกมามักเป็นผักที่ไม่มีรสขม เช่น ชะอม ชะพลู หน่อไม้ ตำลึง ผักขี้หูด ผักคราดหัวแหวน มะเขือพวง มะเขือเปราะ ถั่วฝักยาว บวบ ผักชีฝรั่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับผักที่หาได้ในท้องถิ่น

2) แกงฮังเล เนื่องจากภาคเหนือเป็นดินแดนที่มีหลายเผ่าพันธุ์ จากประวัติศาสตร์ประชาชนแถบภาคเหนือมีเชื้อสายไทยใหญ่ วัฒนธรรมบางอย่างจึงมีความคล้ายคลึงกัน ทั้งด้านประเพณี อาหารการกิน บางตำรากล่าวว่า แกงฮังเลเป็นแกงที่ชาวพม่ารับประทานกับกล้วยไข่ ต่อมาแกงฮังเลได้แพร่เข้ามาทางภาคเหนือ แต่อย่างไรก็ตาม ถือว่าแกงฮังเลเป็นอาหารเด่นของไทยประจำภาคเหนือตำรับหนึ่ง

3) แกงโฮะ สมัยก่อนเวลามีงานบุญต่างๆ มักมีการเตรียมของที่ทำอาหารไว้จำนวนมาก การนำเอาแกงต่างๆ ที่เหลืออยู่ในหม้อ (หลังจากที่ตักรับประทานอิ่มแล้ว) รวมทั้งผักและเนื้อสัตว์ต่างๆ ที่เหลือจากการเตรียมมาทำแกงโฮะ ซึ่ง โฮะ เป็นภาษาเหนือ หมายถึงเอามารวมกัน

คนไทยในแต่ละภาคมีวิธีการรับประทานผักอย่างหลากหลาย แล้วแต่จะดัดแปลงกรรมวิธีอย่างไร แกงโฮะก็เป็นอาหารที่ปรุงจากผักหลายชนิดคล้ายกับอาหารหลายๆ อย่างของคนไทยภาคอื่น แกงโฮะจะเป็นแกงที่แห้งๆ คล้ายผัด ซึ่งก็เป็นเอกลักษณ์ที่สำคัญของแกงโฮะ

4) ขนมจีนน้ำเงี้ยว ส่วนประกอบที่ปรุงเป็นน้ำเงี้ยวจะต่างจากการทำน้ำยาของภาคอื่น แทนที่จะใช้เนื้อปลา ก็จะใช้เป็นเนื้อสัตว์อื่นมาปรุงแทน เช่น เนื้อหมู เนื้อวัว ซี่โครงหมู และเลือดหมู และรสชาติก็จะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของน้ำเงี้ยว

5) วัฒนธรรมการกินของคนไทยจะกินอาหารเป็นสำรับ แต่บางมื้ออาจเปลี่ยนบรรยากาศเป็นอาหารจานเดียวบ้าง ถ้านึกถึงอาหารจานเดียว คนไทยได้สร้างสรรค์ไว้มากมายตามแต่ท้องถิ่นนั้นๆ จะนิยม เช่น ก๋วยเตี๋ยวราดหน้า ซึ่งก็รับประทานกันทั่วไป ขนมจีนน้ำยาภาคกลาง ตัวอย่างอาหารจานเดียวภาคเหนือ นอกจากขนมจีนน้ำเงี้ยวแล้ว คงลืมไม่ได้ที่จะกล่าวถึงข้าวซอย ข้าวซอยต้นตำรับภาคเหนือนั้น เส้นที่ใช้จะทำจากแป้งที่ได้จากข้าวนำมาทำให้เป็นแผ่นบางๆ แล้วซอยให้เป็นเส้นๆ จึงเรียกว่า ข้าวซอย ต่อมามีการดัดแปลงเป็นการใช้เส้นบะหมี่แทนเส้นข้าวซอย

6) น้ำพริกหนุ่ม เป็นตัวแทนภาคเหนือที่เด่นไม่แพ้อาหารอื่น ซึ่งถ้าใครไปเยือนเมืองเหนือเมื่อใด หลายคนก็อดเสียไม่ได้ที่จะหอบน้ำพริกหนุ่มมาฝากพรรคพวกเพื่อนพ้อง น้ำพริกหนุ่มเป็นอาหารเหนือที่มีรสเผ็ด มักนิยมรับประทานกับแค็ปหมู

ภาคกลาง[6, 15]

อาหารพื้นบ้านภาคกลางเป็นอาหารที่มีลักษณะผสมผสานกันหลายรส มีทั้งรสเผ็ด เค็ม เปรี้ยว หวาน จืด และมักมีเครื่องเทศ กะทิ เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยเสมอ อาหารที่ชาวต่างชาติส่วนใหญ่รู้จักและนิยมรับประทานมักเป็นอาหารภาคกลาง ซึ่งผ่านการดัดแปลงส่วนประกอบและรสชาติแล้ว ตัวอย่างอาหารที่คนภาคกลางนิยมรับประทาน เช่น เมี่ยงคำ แกงเลียง แกงส้มดอกแค ยำถั่วพู สะเดาน้ำปลาหวาน ปลาดุกย่าง แกงเขียวหวานลูกชิ้นปลากราย ห่อหมกปลา เป็นต้น

1) เมี่ยงคำ เป็นอาหารว่างที่นิยมรับประทานช่วงฤดูฝน เนื่องจากเป็นช่วงชะพลูออกใบและยอดอ่อนมากที่สุดและรสชาติดี แต่จริงๆแล้ว เมี่ยงคำสามารถรับประทานเป็นอาหารว่างได้ตลอดปี และถือเป็นอาหารเพื่อสุขภาพจานหนึ่งเนื่องจากในเมี่ยงคำมีส่วนประกอบที่สามารถปรับสมดุลของธาตุในร่างกายได้ เช่น ชะพลู มะนาว บำรุงธาตุน้ำ พริก หอมแดง บำรุงธาตุลม ขิงและเปลือกมะนาวบำรุงธาตุไฟ มะพร้าว ถั่วลิสง น้ำตาล กุ้งแห้ง บำรุงธาตุดิน ทั้งนี้ในการรับประทานเมี่ยงคำ ผู้รับประทานสามารถปรุงตามสัดส่วนที่สอดคล้องกับธาตุเจ้าเรือนของตนได้ หรือปรุงสัดส่วนตามอาการที่ไม่สบายได้อย่างเหมาะสม

2) แกงเลียง เป็นอาหารยอดนิยมของชาวภาคกลาง ประกอบด้วยพืชผักหลากหลายส่วนมากมักนำพืชผักที่มีรสเย็นจืดมาเป็นส่วนผสมในแกงเลียง เช่น บวบ ฟักทอง ตำลึง ข้าวโพดอ่อน น้ำเต้า และนิยมปรุงรับประทานขณะร้อนๆ มีสรรพคุณแก้ไข้หวัดได้ดี เนื่องจากในแกงเลียงประกอบด้วยพืชผักพื้นบ้านที่เป็นสมุนไพรหลายชนิด ได้แก่ พริกขี้หนู หอมแดง

พริกไทย ใบแมงลัก และผักต่างๆ ที่มีรสเย็นดังกล่าวข้างต้น นอกจากนี้ คนโบราณเชื่อว่าแกงเลียงเป็นอาหารที่ช่วยประสะน้ำนม (บำรุงน้ำนม) สำหรับสตรีหลังคลอด ทำให้น้ำนมบริบูรณ์

3) ยำถั่วพู เป็นอาหารที่มีส่วนประกอบหลักคือถั่วพูซึ่งเป็นผักที่มีรสมันบำรุงเส้นเอ็น มีแร่ธาตุและวิตามินที่สำคัญในปริมาณสูง ได้แก่ ธาตุแคลเซียม เหล็ก และวิตามินซี ในยำถั่วพู นอกจากมีถั่วพูที่ให้คุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณทางยาแล้ว ยังประกอบด้วยมะพร้าว ช่วยบำรุงกำลัง เส้นเอ็น ถั่วลิสง บำรุงธาตุดิน หอมแดง พริกขี้หนู กระเทียม บำรุงธาตุลม มะนาว บำรุงธาตุน้ำ เป็นต้น

4) สะเดา น้ำปลาหวาน ปลาดุกย่าง สะเดาเป็นผักพื้นบ้านที่มีรสขม คนไทยมักนำช่อดอกของสะเดามารับประทานในช่วงฤดูหนาว และคนไทยภาคกลางนิยมรับประทานกับน้ำปลาหวานและปลาดุกย่าง เนื่องจากรสหวานของน้ำปลาหวานจะช่วยกลบรสขมของสะเดาได้ การรับประทานสะเดานิยมนำมาลวกน้ำร้อนก่อน สรรพคุณของสะเดาช่วยในการดับความร้อนและเจริญอาหาร ใช้บรรเทาอาการไข้ที่เกิดจากอากาศเปลี่ยนแปลงได้ หรือที่คนโบราณเรียกว่าไข้หัวลม ส่วนน้ำปลาหวานและปลาดุกย่างบำรุงธาตุดิน รสเผ็ดจากพริกบำรุงธาตุลม

5) แกงเขียวหวานลูกชิ้นปลากราย แกงเขียวหวานเป็นเอกลักษณ์ของอาหารภาคกลางที่ปรุงแต่งด้วยกะทิที่เข้มข้นจริงๆ แกงเขียวหวานมีหลายชนิด ขึ้นกับชนิดของเนื้อสัตว์ที่ใช้ เช่น แกงเขียวหวานไก่ แกงเขียวหวานหมู แกงเขียวหวานลูกชิ้นปลากราย โดยเฉพาะแกงเขียวหวานลูกชิ้นปลากรายจะเป็นที่นิยมที่สุด และถือเป็นตำรับอาหารที่เหมาะสำหรับรับประทานเพื่อบำรุงธาตุดิน สำหรับผักพื้นบ้านที่เป็นส่วนประกอบหลักในแกงเขียวหวานนี้คือ มะเขือพวง มะเขือเปราะ และพริกชี้ฟ้าแดง

ภาคอิสาน[5, 15]

คนภาคอิสานเป็นผู้ที่กินอาหารได้ง่าย มักรับประทานได้ทุกอย่าง เนื่องจากภาคอิสานมีสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่แห้งแล้ง เป็นที่ราบสูง มีแม่น้ำสายใหญ่ และมีเทือกเขาสูงในบางแห่ง ขาดความอุดมสมบูรณ์กว่าภาคอื่นๆ เพื่อการดำรงอยู่ของชีวิตในการปรับตัวให้สอดคล้องกับธรรมชาติ คนภาคอิสานจึงรู้จักแสวงหาสิ่งต่างๆ ที่รับประทานได้ในท้องถิ่น นำมาดัดแปลงรับประทานหรือประกอบเป็นอาหารทั้งพืชผักจากป่าธรรมชาติ ปลาจากลำน้ำ และแมลงต่างๆ หลายชนิด

อาหารพื้นบ้านอิสานส่วนมากจะมีรสเผ็ด เค็ม เปรี้ยว คนอิสานจะรับประทานข้าวเหนียวกับอาหารพื้นบ้านที่มีรสจัดและน้ำน้อย วิธีปรุงอาหารพื้นบ้านอิสานมีหลายวิธี คือ ลาบ ก้อย จ้ำ จุ๊

หมก อู่ เอ๊าะ อ่อม แกง ต้ม ซุป เผา กี่ ปิ้ง ย่าง รม ดอง คั่ว ลวก นึ่ง ตำ แจ่ว ป่น เมี่ยง ดังนั้นตำรับอาหารพื้นบ้านของภาคอิสาน จึงมีความหลากหลายและมีรูปแบบที่น่ารับประทานมาก ในบรรดาตำรับอาหารภาคอิสานนั้น สิ่งที่จะขาดไม่ได้คือ น้ำปลาร้า จัดว่าเป็นเครื่องปรุงที่ช่วยเพิ่มรสชาติให้อาหารน่ารับประทานยิ่งขึ้น น้ำปลาร้าจึงมีบทบาทต่อการประกอบอาหารเกือบทุกตำรับของอาหารอิสานก็ว่าได้ ซึ่งทำให้กลายเป็นสัญลักษณ์และเป็นอาหารเด่นที่ทุกคนต้องรู้จัก ซึ่งมีตำนานผักพื้นบ้านและตำรับอาหารบางชนิดดังนี้

1) ซุปหน่อไม้ หน่อไม้เป็นอาหารที่นิยมทุกภาค คนไทยนำหน่อไม้มาลวกหรือต้มให้สุกก่อนที่จะรับประทาน อาจเนื่องมาจากหน่อไม้ดิบจะออกรสขื่นขม ประกอบกับในหน่อไม้ดิบมีไซยาไนด์ในปริมาณมาก หากรับประทานดิบอาจเกิดพิษต่อร่างกายได้ คนสมัยก่อนจึงทำให้สุกก่อน แต่เขาไม่สามารถอธิบายเหตุผลนี้ได้ สิ่งนี้ถือเป็นภูมิปัญญาหนึ่งของคนไทย

ซุปหน่อไม้ เป็นอาหารประเภทหนึ่งที่รู้จักกันดีและแพร่หลายในทุกภาค เนื่องจากมีกรรมวิธีในการปรุงที่ง่าย ไม่ยุ่งยาก

2) อ่อมปลาดุก “อ่อม” เป็นคำนาม ตามความหมายในพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง ชื่อแกงชนิดหนึ่ง คล้ายแกงคั่ว แต่ใส่มะระ มักใช้แกงกับปลาดุก เรียกว่า แกงอ่อมปลาดุก ซึ่งเป็นลักษณะของแกงอ่อมภาคกลาง เนื่องจากแกงอ่อมของภาคอิสานมักไม่ใส่มะระ ซึ่งมีลักษณะน้ำข้น ใส่ผักหลายชนิดรวมกัน ต้มให้เปื่อย ถ้าใส่บวบที่มีเมล็ดข้างในสีขาว ไม่แก่จัด จะเพิ่มความอร่อยเมื่อเคี้ยวเมล็ดบวบ เนื้อสัตว์ทุกชนิดสามารถนำมาทำแกงอ่อมได้ทั้งสิ้น

3) ลาบ เป็นอาหารประเภทหนึ่งที่ใช้ปลาหรือเนื้อดิบสับให้ละเอียด ผสมด้วยเครื่องปรุง มีพริก ปลาร้า เป็นต้น ถ้าใส่เลือดวัวหรือเลือดหมูเรียกว่า ลาบเลือด ชาวอิสานทุกครัวเรือนมักนิยมทำอาหารประเภทลาบในงานบุญต่างๆ เช่น งานแต่ง งานบวช งานศพ งานทำบุญขึ้นบ้านใหม่ เป็นต้น

ลาบปลาดุก เป็นอาหารประเภทหนึ่งในบรรดาลาบทั้งหมดที่ขึ้นชื่อของอิสานและทุกภาครู้จักกันดี เนื่องจากปลาดุกเป็นปลาน้ำจืดที่หาได้ในท้องถิ่น มีรสมัน หวาน เป็นปลาที่ไม่มีเกล็ด และก้างน้อย จึงนิยมนำมาประกอบอาหารประเภทลาบ

4) น้ำพริกปลาร้า ปลาร้า หนึ่งในอาหารหมักหลายๆ ชนิดที่มักมองว่าเป็นอาหารที่มีกระบวนการทำที่ไม่ค่อยสะอาด มีกลิ่นที่ไม่น่าพิสมัย หลายคนในเมืองจึงปฏิเสธที่จะกินอาหารชนิดนี้อย่างสิ้นเชิง โดยหารู้ไม่ว่าปลาร้าก็มีประโยชน์ทางด้านโภชนาการเหมือนกัน ปลาร้าที่นำมา

ประกอบอาหารมักมีทั้งเนื้อและน้ำ ซึ่งการกินส่วนมากก็จะกินแยกกัน ปลาร้าและน้ำปลาร้าจะนำมาใส่อาหารของภาคอิสานได้แทบทุกชนิด เช่น น้ำพริก แจ่วบอง แกงหน่อไม้ แกงลาว แกงกบ หรือแกงพื้นเมืองอื่นๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการทำหมักปลา อ่อมกบ แกงปลา ซุปหน่อไม้ ซุปเห็ด ส้มตำ เป็นต้น

น้ำพริกปลาร้า เป็นหนึ่งตำรับอาหารชองชาวอิสานที่พบอยู่ในสำรับอาหารแทบทุกครัวเรือน ผักนานาชนิดถูกนำมาต้ม หรือรับประทานสดๆ จิ้มกับน้ำพริกชนิดนี้

ภาคใต้ [5, 15]

เป็นภาคที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่ติดชายฝั่งทะเลมากที่สุด ลักษณะภูมิประเทศเป็นแหลมที่ยื่นลงไปในทะเล ผู้คนที่อาศัยในดินแดนแถบนี้จึงนิยมทำการประมง เพราะมีทรัพยากรในท้องทะเลมากมาย เมื่ออาศัยอยู่ชายทะเล อาชีพเกี่ยวข้องกับทะเล อาหารหลักในการดำรงชีพจึงเป็นอาหารทะเล

อาหารส่วนใหญ่ของคนภาคใต้มักเกี่ยวข้องกับปลาและสิ่งอื่นๆ จากท้องทะเล อาหารทะเลหรือปลา โดยธรรมชาติจะมีกลิ่นคาวจัด อาหารภาคใต้จึงได้เน้นเครื่องเทศ โดยเฉพาะขมิ้นดูจะเป็นสิ่งที่แทบจะขาดไม่ได้เลยเพราะช่วยดับกลิ่นคาวได้ดี ฉะนั้น จึงจะเห็นได้ว่าอาหารปักษ์ใต้จะมีสีออกเหลืองแทบทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นแกงไตปลา แกงส้มแกงพริก ปลาทอด ไก่ทอด และมองในอีกด้านหนึ่ง คงเป็นวัฒนธรรมการกินที่ผสมผสานกลมกลืนกันระหว่างชาวไทยพุทธและชาวไทยมุสลิมในภาคใต้นั่นเอง

อาหารพื้นบ้านภาคใต้จะมีรสเผ็ด รสเค็ม รสเปรี้ยว ชาวใต้ถือว่าเป็นผู้โชคดีที่มีผักพื้นบ้านที่หลากหลายเมื่อเทียบกับภาคอื่น และคนใต้ก็นิยมรับประทานผักมาก อาหารของชาวใต้จะมีรสร้อน รสเผ็ด กลิ่นฉุนของเครื่องเทศซึ่งแสดงถึงวัฒนธรรมการกินที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกับภาวะภูมิอากาศและภาวะสุขภาพอย่างมาก เพราะภาคใต้มีภูมิอากาศร้อนชื้น ทำให้ง่ายที่จะเป็นหวัดหรือเจ็บป่วย เนื่องจากความเย็นชื้นของอากาศ แต่อาหารที่รับประทานส่วนมากจะมีรสเผ็ดร้อน ช่วยให้ร่างกายอบอุ่น ช่วยป้องกันความเจ็บป่วยได้เป็นอย่างดี ชาวใต้จะรับประทานข้าวเจ้ากับแกงเหลือง แกงส้ม ยำ และที่สำคัญคือน้ำพริก น้ำพริกจะเคียงข้างอยู่กับผักเหนาะ ซึ่งเป็นผักดิบ ผักลวก หรือผักต้ม และผักดองที่ได้จากผักพื้นบ้านเกือบทุกอย่างในท้องถิ่น นอกจากนี้ น้ำบูดู กะปิ ก็เป็นส่วนประกอบสำคัญของอาหารพื้นบ้านภาคใต้เช่นกัน ซึ่งมีตำนานผักพื้นบ้านและตำรับอาหารบางชนิดดังนี้

1) สะตอ เป็นไม้พื้นเมืองของป่าธรรมชาติภาคใต้ และเป็นไม้ที่มีบทบาทด้านวัฒนธรรมการกินสัมพันธ์กับชีวิตและเศรษฐกิจของชาวใต้อย่างใกล้ชิดสะตอเป็นผักที่เป็นเอกลักษณ์ของชาวใต้ คำว่า สะตอ จึงเป็นคำที่เป็นสัญลักษณ์ของความเป็นชาวใต้ เช่น การเรียกฉายาว่า

กลุ่มสะตอ เป็นการให้ความหมายโดยนัยว่า หมายถึงกลุ่มชาวใต้หรือชาวใต้ ชาวใต้รับประทานเมล็ดสะตอเป็นอาหาร และมักเก็บตามป่าตามเขา ในตลาดสดแทบทุกจังหวัดของภาคใต้จะมีสะตอจำหน่ายเกือบตลอดปี สะตอเป็นอาหารที่ชาวใต้นิยมรับประทาน ถือเป็นอาหารที่ให้รสชาติ ทำให้เจริญอาหาร และนิยมให้เป็นของฝากสำหรับญาติมิตร เพื่อแสดงถึงความห่วงใยและเอาใจใส่ ปัจจุบันชาวบ้านในภูมิภาคอื่นก็นิยมรับประทานสะตอเช่นกัน

2) เหรียง เป็นผักพื้นบ้านภาคใต้ ชาวใต้นิยมนำเมล็ดเหรียงมาเป็นอาหารโดยนำมาเพาะให้แตกรากสั้นๆ คล้ายถั่วงอก แต่หัวโตกว่าถั่วงอก มีสีเขียว เรียกว่า ลูกเหรียง หรือหน่อเหรียง มีรสมัน กลิ่นฉุน นำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด ทั้งเป็นผักสดรับประทานกับน้ำพริก นำมาดองหรือแกง

3) ข้าวยำ เป็นอาหารที่เชื่อว่าหลายคนคงเคยลิ้มลองกันมาบ้างแล้ว เพราะข้าวยำเป็นอาหารที่ขึ้นชื่อของชาวใต้จนดูเหมือนจะกลายเป็นสัญลักษณ์อีกเมนูหนึ่ง ข้าวยำของชาวใต้จะอร่อยหรือไม่ ขึ้นอยู่กับน้ำบูดูเป็นสำคัญ น้ำบูดูมีรสเค็ม มีกลิ่นคาวเพราะทำมาจากปลา กลิ่นคล้ายปลาร้าของภาคอิสานแต่กลิ่นจะอ่อนกว่า และเนื่องจากน้ำบูดูมีรสเค็ม ชาวใต้จึงนำมาปรุงรสอาหารแทนน้ำปลา แหล่งที่มีการทำน้ำบูดูมากคือจังหวัดยะลาและปัตตานี เวลานำมาใส่ข้าวยำต้องปรุงรสน้ำบูดูให้ออกรสหวานเล็กน้อยแล้วแต่ความชอบ

4) แกงไตปลาน้ำข้น ไตปลาหรือพุงปลาได้จากการนำพุงปลาทูมารีดเอาไส้ในออก ล้างพุงปลาให้สะอาด แล้วใส่เกลือหมักไว้ประมาณ 1 เดือนขึ้นไป หลังจากนั้นจึงนำมาปรุงอาหารได้ แกงไตปลามีรสจัด จึงต้องรับประทานร่วมกับผักหลายๆ ชนิดควบคู่กันไปด้วย เพื่อช่วยลดความเผ็ดร้อนลง ซึ่งคนใต้เรียกว่า ผักเหนาะ ผักเหนาะของภาคใต้มีหลายอย่าง เช่น สะตอ ลูกเนียง ยอดมะม่วงหิมพานต์ ผักบางอย่างก็เป็นผักชนิดเดียวกับภาคกลาง เช่น ถั่วพู ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ แตงกวา หน่อไม้ เป็นต้น

อิทธิพลของอาหารชนชาติอื่นในอดีต [10]

วัฒนธรรมทางด้านอาหารมีความเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลง ไม่หยุดนิ่ง มีการแลกและรับเอาจากวัฒนธรรมอื่น นำมาปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมเดิม ตลอดจนรสนิยมส่วนตัว

- การเผยแพร่ศาสนา เช่น หมอสอนศาสนาชาวโปรตุเกสสมัยกรุงศรีอยุธยา ต่อมาเป็นชาวอังกฤษ และอเมริกัน

- การค้า (ทางเรือ) เริ่มจากทางทะเลจีน (จีน เวียดนาม) ต่อมาก็มีประเทศทางฝั่งตะวันตก (อินเดีย กรีก โรมัน) เข้ามา
- ศึกสงคราม เช่น ไทยล้านนากับพม่า
- การอพยพย้ายถิ่น เช่น ชาวจีน
- การไปศึกษาต่างประเทศ (โดยเฉพาะประเทศในทวีปยุโรป) ของเจ้านายในสมัยก่อน เช่น ราวสมัยรัชกาลที่ 6

วัฒนธรรมการกินกับขนบธรรมเนียมประเพณี

สมัยโบราณความเป็นอยู่ของครอบครัวไทยนับว่าเป็นครอบครัวขยายที่สมาชิกหลายรุ่นอยู่ร่วมกัน มีความสัมพันธ์ทางเครือญาติเป็นเครื่องผูกมัดกันอยู่ งานทำอาหารเป็นงานที่ต้องแบ่งกันทำ ช่วยกันทำเป็นทีมก็ว่าได้ อาหารแต่ละอย่างต้องการทั้งคนมีฝีมือและไม่มีฝีมือ ทั้งเด็กและผู้ใหญ่ หญิงและชายทำงานร่วมกัน มีทั้งงานหนักและงานเบา ให้แต่ละคนได้ใช้ความสามารถของตนตามถนัด คนไทยแต่เดิมมา บางครอบครัวจะแบ่งงานให้ลูกหลานรู้จักช่วยครอบครัวทำงานตั้งแต่เล็กๆ ไม่ว่าจะเป็นเด็กหญิงหรือเด็กชาย โดยเฉพาะงานครัว เด็กเล็กก็จะช่วยงานเล็กไปตามตัว เช่น เด็ดมะเขือพวง เด็ดใบโหระพา เป็นต้น รุ่นโตขึ้นมาหน่อยสามารถใช้มีดได้แล้วก็ช่วยปอกเปลือก ปอกหอม กระเทียม เด็ดผัก คั้นกะทิ โขลกน้ำพริก เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่งานในครัวถือว่าเป็นงานผู้หญิง

คนสมัยก่อนเห็นว่า การทำงานครัวเป็นงานที่ค่อนข้างพิถีพิถันมาก และยังก่อให้เกิดความใกล้ชิดได้พูดได้คุยกัน หัวเราะกัน ผลพลอยได้อันนี้ นอกจากได้ฝึกหัดเด็ก โดยเฉพาะเด็กผู้หญิงได้เข้าใจช่วยงานทำอาหาร รู้จักทำอาหารเป็นแล้ว ยังเป็นโอกาสอันดีในการฝึกอบรมบ่มนิสัย ฝึกความเป็นระเบียบในการทำงาน การประหยัดเวลาและแรงงานและทรัพยากรอีกด้วย กล่าวอีกอย่างหนึ่งคือ เป็นกระบวนการขัดเกลาทางสังคม

คนไทยแต่เดิมมา มีเทคนิคและเกร็ดความรู้ในการทำอาหารให้ถูกวิธี และทำอย่างไรให้อาหารนั้นอร่อย เริ่มตั้งแต่การเลือกเครื่องปรุง การเตรียมเครื่องปรุงต่างๆ เช่น ก่อนปอกเปลือกหอม ควรจะนำหัวหอมไปจุ่มน้ำเย็นก่อนเพื่อความเย็นจะไปช่วยลดกลิ่นฉุนของหอมลง หรือปอกกระเทียมไม่ควรแกะเปลือกออกทั้งหมด ควรเก็บเยื่อหุ้มไว้บ้าง เวลาทำอาหารจะทำให้อาหารนั้นมีกลิ่นหอม แต่ไม่มีกลิ่นฉุนของกระเทียม

อาหารพื้นบ้านจึงไม่ใช่แค่เป็นอาหารที่กินเพื่ออิ่มและประทังชีวิตเท่านั้น แต่เป็นยารักษาโรคและสร้างเสริมสุขภาพ ตลอดจนมีบทบาทหน้าที่ทางสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจด้วย

จึงเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่อุดมไปด้วยความเชื่อ ความรู้ ทักษะและเทคนิควิธีการในการปรุงแต่ง จัดการและประยุกต์ใช้เพื่อสนองความต้องการทั้งทางกาย ทางใจ ทางสังคม และทางจิตวิญญาณ

ลักษณะครัวไทยและการปรุงอาหารไทย ไม่ว่ายุคสมัยจะเปลี่ยนไปอย่างไร ลักษณะสำคัญของครัวไทยประการหนึ่งคือ ต้องเป็นสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก อาจเป็นส่วนหนึ่งของตัวบ้านและใช้หลังคาร่วมกัน หรือเป็นส่วนหนึ่งของตัวบ้าน แต่แยกหลังคาเพื่อลดกลิ่นและควันไฟไม่ให้รบกวนตัวบ้าน หรืออาจเป็นส่วนที่แยกออกจากตัวบ้านอย่างชัดเจน โดยมีทางเดินเชื่อมถึงกัน

การปรุงอาหารไทย มีด้วยกันหลากหลายวิธี เพื่อไม่ให้ผู้รับประทานเบื่อ แยกออกตามกรรมวิธีการทำให้อาหารสุก ได้แก่

การเผา เป็นการใช้เตาถ่านไฟแรง โดยวางของที่จะเผาบนไฟเพื่อให้สุกข้างนอก หรือเพื่อให้มีกลิ่นหอมและมีรสอร่อยขึ้น เช่น เผาพริก หอม กระเทียม กุ้ง เป็นต้น

การปิ้ง ใช้เตาถ่านไฟอ่อน ในกรณีนี้ต้องใช้ตะแกรงวางบนเตาไฟ ของที่ปิ้งจะเป็นของที่สุกง่ายอยู่แล้ว เช่น กล้วยปิ้ง ข้าวเหนียวปิ้ง

การย่าง คล้ายการปิ้ง ต้องใช้เตาถ่านและวางอาหารที่จะย่างบนตะแกรง มักใช้กับเนื้อสัตว์

สำหรับการปรุงอาหารในเวลาต่อมา เริ่มมีการใช้เครื่องมือต่างๆ มากขึ้น ได้แก่

การต้ม เป็นวิธีการง่ายๆ โดยใช้หม้อกับน้ำ และเตาประเภทใดก็ได้ หม้อที่คนไทยใช้มีหลายประเภท แบ่งตามวัสดุที่ใช้ผลิตได้แก่ หม้อดิน หม้ออลูมิเนียม หม้อเหล็ก หม้อเคลือบ หม้อสแตนเลส เลือกใช้ตามประเภทของอาหารที่จะปรุง เช่น อาหารที่มีรสเปรี้ยวอย่างแกงส้มควรใช้หม้อเคลือบ

การลวก คล้ายการต้ม แต่เป็นการปรุงที่ทำให้อาหารครึ่งดิบครึ่งสุก นิยมใช้กับอาหารเนื้อสัตว์ที่ต้องการนำมายำ เช่น กุ้ง ปลาหมึก หรืออาหารผักที่ต้องการนำมากินกับน้ำพริก เป็นการลวกเพื่อให้ผักนุ่ม หรือลดความขม

การนึ่ง เป็นการทำให้อาหารสุกโดยใช้ไอน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้คือ รังถึง หรือ ซึ้ง ในการนึ่งอาหารเนื้อสัตว์ต้องมีภาชนะรองรับ น้ำจากเนื้อสัตว์จะได้ไม่สูญเสียไป การนึ่งใช้เวลานานกว่าการต้ม แต่อาหารที่ปรุงโดยวิธีนึ่งจะสูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อยกว่าการต้ม ส่วนการนึ่งข้าวเหนียว อาจต้องใช้อุปกรณ์ที่จำเพาะ เรียกว่า หวด

การตุ๋น เป็นกรรมวิธีที่รับมาจากจีน คล้ายการนึ่ง ต่างกันที่การตุ๋นจะใช้หม้อสองชั้นวางซ้อนกัน หม้อใบนอกใส่น้ำ ส่วนใบในใส่ของที่จะตุ๋น การตุ๋นใช้เวลานานกว่าการนึ่ง ใช้เพื่อต้องการให้อาหารเปื่อย โดยเฉพาะเนื้อสัตว์หรือผัก ยกเว้นไข่ตุ๋น

การแกง เป็นวิธีการปรุงอาหารโดยผสมเครื่องแกงชนิดใดชนิดหนึ่งตามประเภทของแกงใส่ลงไปในน้ำ มีเนื้อสัตว์และผักเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ อาจใส่กะทิหรือไม่ใส่ก็ได้ แกงลักษณะนี้เรียกว่า แกงเผ็ด ส่วนแกงจืด ปกติจะใส่น้ำมากกว่าแกงเผ็ด ไม่ใส่เครื่องแกง

การทอด เป็นการทำอาหารให้สุกด้วยน้ำมัน อุปกรณ์ที่ใช้คือ กระทะ นำมันที่ใช้อาจเป็นน้ำมันพืชหรือน้ำมันหมู มีทั้งการทอดโดยตรง และชุบแป้งหรือไข่ก่อนทอด

การผัด ป็นการทำให้สุกโดยใช้กระทะ ใส่น้ำมันลงไปเล็กน้อย จากนั้นใส่เนื้อสัตว์ตามด้วยผักและเครื่องปรุงรสต่างๆ ใช้ไฟแรง ผัดเร็วๆ ทำให้ไม่เสียคุณค่าทางอาหารมากนัก กรณีผัดเผ็ด จะผัดเครื่องแกงให้หอมก่อน จากนั้นใส่เนื้อสัตว์ ผัดให้สุก ตามด้วยผัก อาหารจานผัดจะแห้งหรือมีน้ำเล็กน้อย

การจี่ คล้ายทอด แต่ใช้น้ำมันน้อย ใช้กระทะแบน ไฟอ่อน หรือนำไปเผาด้วยการวางของที่จะจี่ลงบนถ่านไฟโดยตรง

การเจียว คล้ายทอด ของที่เจียวต้องซอยละเอียด (ยกเว้นไข่เจียว) ใช้ไฟอ่อน เช่น เจียวหอม เจียวกระเทียม

การกวน ใช้วิธีผสมอาหารกับน้ำตั้งไฟ คนไปในทิศทางเดียวกันจนน้ำงวดแห้ง ส่วนมากใช้กับของหวาน โดยเริ่มแรกต้องใช้ไฟแรง พอน้ำงวดค่อยลดไฟลงให้อ่อน อุปกรณ์ที่ใช้กวนควรใช้พายทำด้วยไม้ จะได้ไม่ขูดภาชนะให้เป็นรอยสึก

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ยังมีอาหารอีก 2 ประเภทซึ่งเป็นที่นิยมของคนไทยแทบทุกภาค ประเภทแรกคือ อาหาร *ยำ พล่า ลาบ* ได้จากการนำเนื้อสัตว์และพืชผักที่ทำให้สุกแล้วด้วยการปิ้ง ย่าง หรือลวก มาคลุกรวมกันผสมเครื่องปรุงรส อาหารจานนี้เป็นอาหารที่มีรสจัดทั้งเผ็ด เค็ม เปรี้ยว ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ ประเภท*โขลก* หรือ *ตำ* ได้แก่ น้ำพริกชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นอาหารจานหลักของสำรับไทย และก็ส้มตำนานาชนิด

อาหารตามแนวทฤษฎีการแพทย์แผนไทยและทฤษฎีอื่นที่เกี่ยวข้อง

อาหารที่ประชาชนในแต่ละท้องถิ่นบริโภคนั้นนอกจากแสดงถึงลักษณะอาหาร สีสัน รสชาติ ความเป็นเอกลักษณ์ของอาหารแล้ว ยังสะท้อนถึงภูมิปัญญา การเชื่อมโยงผสมผสานระหว่างวิถีการดำเนินชีวิตกับการดูแลรักษาสุขภาพที่บรรพบุรุษได้สั่งสมประสบการณ์จากชีวิตจริงและสืบทอดมาหลายชั่วอายุจนกลายเป็นวัฒนธรรม สังคมไทยจึงมีภูมิปัญญาในการดูแลรักษาป้องกันและส่งเสริมสุขภาพในครอบครัวและชุมชนโดยอาศัยสรรพคุณทางยาของอาหารเหล่านั้น

การผนวกแนวคิดด้านการดูแลสุขภาพตามแนวทฤษฎีการแพทย์แผนไทยกับหลักธรรมทางพุทธศาสนาเพื่อใช้ในการดูแลสุขภาพแบบองค์รวม เรียกว่า “ธรรมานามัย” ซึ่งประกอบด้วยหลัก 3 ประการ คือ 1. กายานามัย (คือการป้องกันก่อนที่จะป่วย ได้แก่ การรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย) 2. จิตตานามัย (คือการฝึกจิต ทำสมาธิ เพื่อให้เกิดปัญญา) และ 3. ชีวิตานามัย (คือการดำเนินชีวิตที่ชอบ มีอาชีพสุจริต) สำหรับการรับประทานอาหารตามแนวธรรมานามัย ประกอบด้วย อาหารปรับธาตุ ผักพื้นบ้าน อาหารพื้นเมือง และเครื่องดื่มสมุนไพร

ผักพื้นบ้าน

อาหารพื้นบ้านเป็นเอกลักษณ์ที่แสดงออกถึงวัฒนธรรมของแต่ละท้องถิ่น และเป็นเอกลักษณ์ที่หลายๆ ชาติพึงพอใจ ทั้งรสชาติ สีสัน คุณค่าทางโภชนาการ ตำรับอาหารพื้นบ้านเป็นการผสมผสานที่ลงตัวระหว่างชนิดของอาหาร ปริมาณ และชนิดของผักพื้นบ้าน เนื้อสัตว์และเครื่องปรุง ความพึงพอใจในรสชาติอาหาร หรือความอร่อยของอาหารพื้นบ้านเหล่านี้ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว เป็นวัฒนธรรมที่คุ้นเคยมาแต่เด็ก ซึ่งแต่ละบุคคลในท้องถิ่นก็จะได้รับการเรียนรู้ตั้งแต่วัยเยาว์ว่าอะไรควรรับประทานกับอะไร

สำหรับอาหารพื้นบ้านของไทย ถือเป็นอาหารที่อุดมไปด้วยคุณค่าทั้งทางวัฒนธรรม โภชนาการ และสารสำคัญที่มีบทบาทป้องกัน รักษาโรคต่างๆ ได้หลายชนิด และองค์ประกอบที่ทำให้อาหารพื้นบ้านไทยเป็นอาหารที่ทรงคุณค่าในการส่งเสริมสุขภาพก็คือ ผักพื้นบ้านที่เติบโตมาพร้อมกับวัฒนธรรม ประเพณีของแต่ละท้องถิ่น

ผักพื้นบ้าน หมายถึง พืชชนิดใดก็ได้ที่ชาวบ้านในท้องถิ่นสามารถหาเก็บได้จากแหล่งธรรมชาติในแต่ละฤดูกาล แต่ละภูมิภาคที่แตกต่างกัน ทั้งป่าเขา ริมลำธาร ลำห้วยเล็กๆ หรือตามหัวไร่ปลายนา เพื่อใช้ประกอบอาหารในแต่ละวัน ตามวิถีชีวิตความเป็นอยู่และวัฒนธรรมการบริโภคของกลุ่มชนนั้นๆ อีกทั้งยังให้คุณค่าทางโภชนาการและเป็นสมุนไพรในครัวเรือนที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ

อย่างไรก็ตาม มีผักหลายชนิดที่นำมาจากต่างประเทศ และพบปลูกในเมืองไทยมานานจนสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศได้ดี จนเข้าใจว่าเป็นผักในท้องถิ่นไทย ด้วยเหตุที่นิยมใช้กับอาหารไทยทุกภาค ผักเหล่านี้จึงเป็นส่วนหนึ่งของผักพื้นบ้านไทยที่มีขายทุกตลาด เช่น กระเจี๊ยบเขียว กระถิน กระเทียม ขิง มะเขือพวง สะระแหน่ โหระพา หัวหอม เป็นต้น ซึ่งการจำแนกผักพื้นบ้าน สามารถแบ่งได้ตามส่วนที่ใช้ ดังนี้

1. ผักกินหัว ราก หรือเหง้าใต้ดิน เช่น เผือก มัน ขิง ข่า เร่ว กระวาน เอื้องหมายนา เป็นต้น

2. ผักกินใบและยอด เช่น ผักเหมียง ช้าพลู ยอดแค ชะอม ผักกูดน้ำ ผักเชียงดา เป็นต้น

3. ผักกินผล หรือฝัก เช่น มะรุม เพกา ฟักข้าว ฟักทอง มะเขือต่างๆ มะดัน เป็นต้น

4. ผักกินส่วนแกนกลางของลำต้น เช่น ยอดมะพร้าว ยอดเต่าร้าง หน่อหวาย หน่อดาหลา เป็นต้น

นอกจากการจำแนกผักพื้นบ้านเป็น 5 กลุ่มดังนี้แล้ว ยังพบว่ามีผักพื้นบ้านอีกหลายชนิดที่สามารถกินได้ทุกส่วน หรือกินได้ทั้งยอด ดอก ผล และมีต่างฤดูกัน ทำให้ในแต่ละฤดูกาลมีผักพื้นบ้านให้เลือกกินได้อย่างหลากหลายและรสชาติแตกต่างกันไป

หากจำแนกผักพื้นบ้านที่พบในแต่ละภาค พบว่า ผักพื้นบ้านหลายชนิดมีการกระจายทั่วทุกภาคของประเทศซึ่งอาจมีชื่อท้องถิ่นที่แตกต่างกันไป และอีกหลายชนิดมีการกระจายที่จำกัดเฉพาะบางภูมิภาคเท่านั้น สำหรับรายการผักพื้นบ้านของแต่ละภาค ทั้ง 4 ภาค ได้รวบรวมไว้ดังแสดงในตารางที่ 1-4

ตารางที่ 1 แสดงผักพื้นบ้านภาคเหนือ[1] จำนวน 127 ชนิด

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
1	กระเจียวแดง	*Curcuma sessilis* Gage	Zingiberaceae	หน่ออ่อน และดอกอ่อน
2	กระโดนน้ำ	*Careya sphaerica* Roxb.	Baringtoniaceae	ยอดอ่อน
3	กระตังบาย	*Leea indica Merr.*	Leeaceae	ยอดอ่อน
4	กระทือ	*Zingiber zerumbet* Smith.	Zingiberaceae	หน่ออ่อน ช่อดอก
5	กระเทียม	*Allium sativum* Linn.	Alliaceae	หัว
6	กระทุงหมาบ้า	*Dragea volubilis* Stapf	Asclepiadaceae	ใบอ่อน ยอดอ่อน ดอก
7	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana* Kurz	Papilionaceae	ยอดอ่อน
8	กลึงกล่อม	*Ardisia polycephala* Wall.	Myrsinaceae	ยอดอ่อน ใบ
9	กุ่มน้ำ	*Crateva adansonii* DC. subsp. *odorata* Jacobs.	Capparidaceae	ใบอ่อน ดอกอ่อน
10	กุ่มบก	C. *adansonii* DC. ssp. *trifolia* (Roxb.) Jacobs.	Capparidaceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน
11	เกี๋ยงพาลาบ	*Eupatorium stoechadosmum*	Compositae	ใบ
12	กำลังเจ็ดช้างสาร	*Lasianthus puberulus* Craib	Rubiaceae	ฝักอ่อน
13	ไก่เตี้ย	*Canavalia rosea* DC.	Papilionaceae	ฝักอ่อน
14	โกสน	*Codiaeum variegatum* Bl.	Euphorbiaceae	ยอดอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
15	ขจร	*Telosma minor* Craib	Asclepiadaceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน ผลอ่อน
16	ขนุน	*Artocarpus heterophyllus* Lamk.	Moraceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน
17	ข่าแดง	*Achasma sphaerocephalum* Holtt.	Zingiberaceae	ช่อดอกอ่อน
18	ค้อนหมาขาว	*Dracaena angustifolia* Roxb.	Agavaceae	ยอดอ่อน ดอก
19	แคหางค่าง	*Fernandoa adenophylla* Steenis	Bignoniaceae	ดอก ฝักอ่อน
20	งิ้ว	*Bombax ceiba* Linn.	Bombacaceae	เกสร
21	จิกนา	*Barringtonia acutangula* (Linn.) Gaertn.	Barringtoniaceae	ยอดอ่อน
22	จิงจ้อดอกขาว	*Merremia umbellata* Haller.	Convolvulaceae	ยอดอ่อน ผลแก่
23	จิงจ้อดอก	*Ipomoea angulata* Lamk.	Convolvulaceae	ผล ยอดอ่อน
24	เจตมูลเพลิงแดง	*Plumbago indica* Linn.	Plumbaginaceae	ยอดอ่อน
25	ชะพลู	*Piper sarmentosum* Roxb.	Piperaceae	ใบอ่อน ยอดอ่อน
26	ชะอม	*Acacia pennata* (L.) Willd. *subsp. insuavis* Nielsen	Leguminosae	ใบอ่อน ยอดอ่อน
27	ชา	*Camellia sinensis* Ktze.	Theaceae	ใบ
28	ช้าเลือด	*Caesalpinia mimosoides* Lamk.	Leguminosae	ยอด
29	ชำมะเรียง	*Lepisanthes fruticosa* Leenh.	Sapindaceae	ยอดอ่อน
30	ดอกดิน	*Aeginetia indica* Roxb.	Orobanchaceae	ดอก
31	ต้างหลวง	*Trevesia palmata* Vis.	Araliaceae	ดอกอ่อน
32	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa* Merr.	Sapindaceae	ผลแก่
33	ตับเต่านา	*Neonauclea sessilifolia* (Roxb) Merr.	Rubiaceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน
34	ตาล	*Borassus flabellifer* Linn.	Palmae	เนื้ออ่อนบริเวณคอต้น
35	ต๋าว	*Arenga pinnata*	Palmae	ผล(ลูกชิด)
36	ถั่วพู	*Psophocarpus tetragonolobus* DC.	Papilionaceae	ฝัก
37	ถั่วมะแฮะ	*Cajanus cajan* (L.) Millsp.	Papilionaceae	ฝักอ่อน ฝักแก่
38	ถั่วลันเตา	*Pisum sativum* Linn.	Papilionaceae	ฝักอ่อน
39	เถากระทุ้งลาย	*Celastrus paniculata* Willd.	Celastraceae	ยอดอ่อน
40	เถาตดหมา	*Merremia hastata* Haller f.	Convovulaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
41	ทองหลางน้ำ	*Erythrina fusea* Lour.	Leguminosae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
42	ทองหลางใบมน	*Erythrina suberosa* Roxb.	Leguminosae	ยอดอ่อน ใบอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
43	นางแย้มป่า	*Clerodendrum viscosum* Vent.	Verbenaceae	ยอดอ่อน
44	นางแลว	*Chlorophytum undulatum* Wall.	Liliaceae	ดอกอ่อน ใบและเถา
45	บัวบก	*Centella asiatica* (Linn.) Urban	Umbelliferae	ใบและลำต้น
46	บวบงู	*Trichosanthes anguina* Linn.	Cucurbitaceae	ผลอ่อน
47	บวบเหลี่ยม	*Luffa acutangula* Roxb	Cucurbitaceae	ผลอ่อน
48	บอน	*Colocasia antiquorum* Schott	Araceae	ลำต้น ใบอ่อน
49	ปันแกล	*Albisia lucidior* Nielsen.	Mimosaceae	ยอดอ่อน
50	ปีบ	*Millingtonia hortensis* Linn.f.	Bignoniaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
51	ผักกาดกวางตุ้ง	*Brassica chinensis* Jusl.	Cruciferae	ต้น ใบ ช่อดอก
52	ผักกูด	*Diplazium esculentum* (Retz.) Swartz	Athyriaceae	ใบอ่อน ยอดอ่อน
53	ผักข้าวเม่า	-	-	ใบอ่อน ยอดอ่อน
54	ผักขี้ขวง	*Glinus oppositifolius* A.DC.	Aizoaceae	ใบ ต้น
55	ผักคราด	*Spilanthes acmella* Murr.	Compositae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก
56	ผักคันทรง	*Colubrina asiatica* Brongn.	Rhamnaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
57	ผักคาวตอง	*Houttuynia cordata* Thunb	Saururaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
58	ผักเชียงดา	*Gymnema inodorum* Decne.	Asclepiadaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก
59	ผักตูบหมูบด	*Kaempferia rotunda* Linn.	Zingiberaceae	ใบอ่อน หัว
60	ผักเบี้ยใหญ่	*Portulaca oleracea* Linn.	Portulacaceae	ยอดอ่อน
61	ผักปลาบ	*Commelina diffusa* Burm.f.	Commelinaceae	ยอดอ่อน
62	ผักปลัง	*Basella rubra* Linn	Basellaceae	ยอด ช่อดอก
63	ผักแพรว	*Polygonum odoratum* Lour.	Polyganaceae	ยอดอ่อน ใบ
64	ผักลิ้นมังกรปลา	-	Verbenaceae	ยอดอ่อน
65	ผักแว่น	*Marsilea crenata* Presl	Marsileaceae	ยอดอ่อน เถาอ่อน
66	ผักสาบ	*Adenia viridiflora* Craib.	Passifloraceae	ผลอ่อน ยอดอ่อน
67	ผักสีเสียด	*Glinus herniariodes*	Molluginaceae	ทั้งต้น
68	ผักเสี้ยว	*Bauhinia purpurea* Linn.	Leguminosae	ใบอ่อน ยอดอ่อน
69	ผักแส้ว	*Marsdenia glabra* Cost.	Asclepiadaceae	ใบอ่อน ยอดอ่อน
70	ผักหนัง	*Parabaena sagittata* Miers	Menispermaceae	ยอดอ่อน
71	ผักหวานบ้าน	*Sauropus androgynus* (Linn) Merr.	Euphorbiaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน
72	ผักหวานป่า	*Melientha suavis* Pierre	Opiliaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
73	ไผ่ตง	*Dendrocalamus asper* Back.	Graminae	หน่ออ่อน
74	ไผ่เป๋าะ	*D. giganteus Munro*	Graminae	หน่อสด
75	ฝอยทอง	*Cuscuta chinensis* Lamk.	Cuscutaceae	เถา
76	พ่อค้าตีเมีย	*Selaginella argentea*	Selaginellaceae	ยอดอ่อน
77	พลูแก	-	-	ยอดอ่อน ใบอ่อน
78	เพกา	*Oroxylum indicum* (L.) Vent.	Bignoniaceae	ยอดอ่อน ฝักอ่อน และดอกอ่อน
79	เพี้ยฟาน	*Allophylus sootepensis Craib.*	Rutaceae	ยอดอ่อน
80	แพงพวยน้ำ	*Jussiaca repens* Linn.	Onagraceae	ยอดอ่อน
81	พฤกษ์	*Albizia lebbeck* Benth	Mimosaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
82	ฟักข้าว	*Momordica cochinchinensis* Spreng	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน
83	ฟักทอง	*Cucurbita maxima* Duchesne	Cucurbitaceae	ดอก ยอดอ่อน ผล
84	มะกอกบก	*Spondias pinnata* Pierr	Anacardiaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
85	มะขาม	*Tamarindus indica* Linn.	Caesalpiniaceae	ดอก ใบอ่อน ผล(ฝัก)
86	มะเขือเครือ	*Sechium edule* Sw.	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน ผล
87	มะเขือขื่น	*Solanum aculeatissimum*	Solanaceae	ผลดิบ
88	มะเขือแจ้	*Solanum barbisetum*	Solanaceae	ผลดิบ
89	มะเขือเทศ	*Lycopersicon esculentum* Mill.	Solanaceae	ผล
90	มะเขือพวง	*Solanum torvum* Sw.	Solanaceae	ผลอ่อน
91	มะเขือยาว	*Solanum melongena* Linn.	Solanaceae	ผล
92	มะแขว่น	*Zanthoxylum limonella* Alston	Rutaceae	ใบอ่อน ผล
93	มะระขี้นก	*Momordica charantia* Linn.	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผล
94	มะรุม	*Moringa obeisfera* Lamk.	Moringaceae	ยอด ดอก ฝักอ่อน
95	มันเทศ	*Ipomoea batatus* Lamk	Convovulaceae	ยอดอ่อน หัวใต้ดิน
96	มันสำปะหลัง	*Manihot esculenta* Crantz	Euphorbiaceae	ยอด ใบอ่อน หัวใต้ดิน
97	เม่าไข่ปลา	*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.	Stilaginaceae	ใบอ่อน ดอกอ่อน
98	โมกเครือ	*Aganosma marginata*	Apocynaceae	ยอดอ่อน
99	ยอ	*Morinda citrifolia* Linn.	Rubiaceae	ใบอ่อน ผลห่าม
100	ย่านาง	*Tiliacora triandra* Diels.	Menispermaceae	เถาและใบ
101	เล็บครุฑฝอย	*Polyscias feuticosa* Harms	Araliaceae	ยอดอ่อน
102	เล็บเลาะ	*Toddalia asiatica* (Linn.) Lamk	Rutaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
103	เลียบ	*Ficus lacor* Buch.	Moraceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
104	เลี่ยน	*Melia azedarach* Linn.	Meliaceae	ยอด ใบอ่อน
105	สมอไทย	*Terminalia chebula* Retz.	Combretaceae	ผลห่าม
106	สะค้าน	*Piper interruptum* Opiz	Piperaceae	เถา ใบอ่อนสด
107	สะเดา	*Azadirachta indica* A.Juss. var. *siamensis* Valeton	Meliaceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน
108	สะแล	*Broussonetia kurzii* Coner	Moraceae	ดอก ผลอ่อน
109	สะอึก	*Ipomoea maxima* Don C.	Convovulaceae	ยอดอ่อน
110	ส้มกุ้งน้อย	*Ampelocissus martinii* Planch.	Vitidaceae	ยอดอ่อน
111	ส้มกบ	*Oxalis acetosella* Linn.	Oxalidaceae	ส่วนเหนือดิน
112	ส้มป่อย	*Acacia rugata* Merr.	Mimosaceae	ยอดอ่อน
113	หม่อน	*Morus alba* Linn.	Moraceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน
114	หางปลาช่อน	*Emilia sonchifolia* (Linn.) DC.	Compositae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
115	หูเสือ	*Coleus amboinicus* Lour.	Labiatae	ใบ
116	เห็ดขอนขาว	*Lentinus squarrosulus* Mont.	Tricholomataceae	ทั้งดอก
117	เห็ดแค้น	-	-	ทั้งดอก
118	เห็ดจาวมะพร้าว	*Calvatia craniformis* (Schw.) Fr.	-	ดอกอ่อน
119	เห็ดตับเต่า	*Boletus edulis Schaeff.ex* Fr.	Boletaceae	ทั้งดอก
120	เห็ดเผาะ	*Astraeus hygrometricus* Morg.	Lycoperdaceae	ดอกอ่อน
121	เห็ดฟาง	*Volvariella volvacea*	Volvariaceae	ดอกอ่อน
122	เห็ดลม	*Lentinus polychrous* Berk.	Tricholomataceae	ทั้งดอก
123	เห็ดหูหนู	*Auricularia auricularis*	Auriculariaceae	ทั้งดอก
124	อโศกน้ำ	*Saraca indica* Linn.	Caesalpiniaceae	ดอกอ่อน ใบอ่อน
125	อบเชยเถา	*Atherolepis pierrei* Cost. Var. *glabra* Kerr.	Asclepiadaceae	ผล
126	อีรอก	*Amorphophallus brevispathus* Gagnep	Araceae	ก้านใบ ก้านดอก
127	เอื้องเพ็ดม้า	*Polygonum orientale* Linn.	Polygonaceae	ลำต้นอ่อน ยอดอ่อน

ตารางที่ 2 แสดงผักพื้นบ้านภาคกลาง [2] จำนวน 128 ชนิด

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
1	กระเจียวแดง	*Curcuma sessilis* Gage	Zingiberaceae	หน่ออ่อน และดอกอ่อน
2	กระเจี๊ยบแดง	*Hibiscus sabdariffa* Linn.	Malvaceae	ผลอ่อน ยอดอ่อน กลีบเลี้ยง
3	กระเจี๊ยบมอญ	*Abelmoschus esculentus* Moench.	Malvaceae	ผลอ่อน
4	กระชาย	*Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schltr.	Zingiberaceae	ราก
5	กระโดน	*Careya sphaerica* Roxb.	Lecythidaceae	ยอดอ่อน
6	กระถินไทย	*Leucaena glauca* Benth.	Mimosaceae	ใบอ่อน ฝักอ่อน เมล็ดอ่อน หน่ออ่อน ช่อดอก
7	กระทือ	*Zingiber zerumbet* Smith.	Zingiberaceae	ใบ
8	กระพังโหม	*Paederia foetida* Linn.	Rubiaceae	ยอดอ่อน
9	กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana* Kurz.	Papilionaceae	ใบ ยอดอ่อน
10	กะเพรา	*Ocimum sanctum* Linn.	Labiatae	ดอกอ่อน ยอดอ่อน
11	กระวาน	*Amomum krevanh* Pierre	Zingiberaceae	หน่ออ่อน และผลอ่อน
12	กระสัง	*Peperomia pellucida* Korth.	Peperomiaceae	ส่วนเหนือดิน
13	กล้วยน้ำว้า	*Musa sapientum* Linn.	Musaceae	หยวกกล้วย ผลดิบ หัวปลี
14	กลอย	*Dioscorea hispida* Dennst.	Dioscoreaceae	หัวใต้ดิน
15	กะทกรก	*Passiflora foetida* L.	Passifloraceae	ยอดอ่อน
16	กุ่มน้ำ	*Crateva adansonii* DC. subsp. *odorata* Jacobs.	Capparidaceae	ใบอ่อน ดอกอ่อน
17	กุ่มบก	*C. adansonii* DC. ssp. *trifolia* (Roxb.) Jacobs.	Capparidaceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน
18	กุยช่าย	*Allium tuberosum* Roxb.	Alliaceae	ดอก ใบ
19	ขจร	*Telosma minor* Craib	Asclepiadaceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน ผลอ่อน
20	ขมิ้นขาว	*Curcuma mangga*	Zingiberaceae	เหง้าสด
21	ขนุน	*Artocarpus heterophyllus* Lamk.	Moraceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน
22	ข่า	*Alpinia galanga*	Zingiberaceae	เหง้าแก่ และอ่อน ดอกอ่อน
23	ข้าวโพด	*Zea mays* Linn.	Graminae	ฝักอ่อน ฝักแก่
24	ข้าวสารดอกเล็ก	*Raphistemma hooperianum* Decne.	Asclepiadaceae	ดอก เถา โคนต้น

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
25	ขี้กาขาว	*Bryonia lacinioas*	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน
26	ขี้เหล็ก	*Cassia siamea* Lamk.	Caesalpinaceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน
27	คูน	*Colocasia gigantea* Hook. f.	Araceae	ก้านใบ
28	แคบ้าน	*Sesbania grandiflora* Desv.	Leguminosae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก
29	จิกนา	*Barringtonia acutangula* (Linn.) Gaertn.	Barringtoniaceae	ยอดอ่อน
30	แจง	*Maerua siamensis* (Kurz) Pax.	Capparaceae	ดอก
31	ชะพลู	*Piper sarmentosum* Roxb. Ex Hunter	Piperaceae	ใบอ่อน
32	ชะมวง	*Garcinia cowa* Roxb.	Guttiferae	ใบ
33	ชะอม	*Acacia pennata* (L.) Willd. subsp. *insuavis* Nielsen	Leguminosae	ใบอ่อน ยอดอ่อน
34	ชะเอมเทศ	*Sarcostemma brunonianum* Wight & Arn.	Asclepiadaceae	ผล
35	ดอกดิน	*Aeginetia indica* Roxb.	Orobanchaceae	ช่อดอก
36	ตะไคร้	*Cymbopogon citratus* (DC. ex Nees) Stapf.	Graminae	ต้นสด
37	ตะลิงปลิง	*Averrhoa bilimbi* Linn.	Averrhoaceae	ผล
38	ตับเต่านา	*Nymphoides indicum* (Linn.) Ktze.	Nymphaeaceae	ต้นอ่อน ยอดอ่อน
39	ตาล	*Borassus flabellifer* Linn.	Palmae	หัวลูกตาลอ่อน
40	ตาลปัตรฤาษี	*Limnocharis flava* (L.) Buchen	Alismataceae	ลำต้น ยอดอ่อน ดอกอ่อน
41	เต่าร้าง	*Caryota urens* Linn.	Palmae	ยอดอ่อน
42	แตงกวา	*Cucumis sativus* Linn.	Cucurbitaceae	ผลอ่อน
43	แตงไทย	*Cucumis melo* Linn.	Cucurbitaceae	ผลอ่อน ผลสุก
44	แตงโม	*Citrullus vulgaris* Schrad. ex	Cucurbitaceae	ผลอ่อน ผลแก่
45	ตำลึง	*Coccinia grandis* (L.) Voigt.	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
46	ถั่วฝักยาว	*Vigna sinensis* Savi. a	Papilionaceae	ฝักอ่อน
47	ถั่วพู	*Psophocarpus tetragonolobus* DC.	Papilionaceae	ฝัก
48	ทองหลางน้ำ	*Erythrina fusea* Lour.	Leguminosae	ใบและยอดอ่อน
49	ท้าวยายม่อม	*Clerodendrum petasites* S. Moore.	Verbenaceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
50	น้ำเต้า	*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl.	Cucurbitaceae	ผลอ่อน
51	บวบเหลี่ยม	*Luffa acutangula* Roxb	Cucurbitaceae	
52	บวบหอม	*Luffa cylindrica* (L.) Roem.	Cucurbitaceae	ผลอ่อน
53	บอน	*Colocasia antiquorum* Schott	Araceae	ผล ยอดอ่อน
54	บัวบก	*Centella asiatica* (Linn.) Urban	Umbelliferae	ก้านใบ ไหล
55	บัวสาย	*Nymphaea lotus* Linn.	Nymphaeaceae	ใบและเถา
56	บัวหลวง	*Nelumbo nucifera* Gaertn.	Nymphaeaceae	ก้านใบ ไหล
57	บุก	*Amorphophallus campanulate* Bl. ex Decne	Araceae	ยอดอ่อน ไหล หัว ต้นอ่อน ใบอ่อน
58	ผักกระเฉด	*Neptunia oleracea* Lour.	Mimosaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ลำต้นอ่อน
59	ผักกูด	*Diplazium esculentum* Swartz	Athyriaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
60	ผักเขียด	*Monochoria vaginalis* Presl var. *plantaginea* Solms	Pontideriaceae	ต้นอ่อน
61	ผักแขยง	*Limnophila aromatica* (Lamk.) Merr.	Scrophulariaceae	ต้นและใบ
62	ผักคราด	*Spilanthes acmella* Murr	Compositae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก
63	ผักชีฝรั่ง	*Eryngium foetida* Linn.	Umbelliferae	ใบอ่อน
64	ผักชีลาว	*Anethum graveolens* Linn.	Apiaceae	ต้นและใบ
65	ผักชีล้อม	*Oenanthe stoloniferae* Wall.	Umbelliferae	ยอดอ่อน
66	ผักตบชวา	*Eichhornia crassipes* Solms.	Pontederiaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน และ ดอกอ่อน
67	ผักบุ้ง	*Ipomoea aquatica* Forsk.	Convolvulaceae	ยอด ใบอ่อน
68	ผักปลัง	*Basella rubra* Linn, *B. alba* L.	Basellaceae	ยอดและดอกอ่อน
69	ผักปลาบ	*Commelina diffusa* Burmf.	Commelinaceae	ยอดอ่อน
70	ผักแพรว	*Polygonum odoratum* Lour.	Polyganaceae	ยอดอ่อน
71	ผักแว่น	*Marsilea crenata* Presl	Marsileaceae	ยอดอ่อน เถาอ่อน
72	ผักสาบ	*Adenia viridiflora* craib.	Passifloraceae	ยอดอ่อน
73	ผักสีเสียด	*Glinus herniariodes*	Molluginaceae	ทั้งต้น
74	ผักเสี้ยน	*Cleome gynandra* Linn.	Capparidaceae	ยอดอ่อน
75	ผักหนาม	*Lasia spinosa* Thw.	Araceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
76	ผักหวานบ้าน	*Sauropus androgynus* (Linn) Merr.	Euphorbiaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน
77	ผักหวานป่า	*Milientha suavis* Pierre	Opiliaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
78	ผักโหม	*Amaranthus lividus* Linn.	Amaranthaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
79	ไผ่สีสุก	*Dendrocalamus giganteus* Munro	Gramineae	หน่ออ่อน
80	พริกขี้หนู	*Capsicum minimum* Roxb.	Solanaceae	ผล ใบอ่อน
81	พริกไทย	*Piper nigrum* Linn.	Piperaceae	เมล็ดอ่อน เมล็ดแก่
82	พ่อค้าตีเมีย	*Selaginella argentea*	Selaginellaceae	ยอดอ่อน
83	เพกา	*Oroxylum indicum* (L.) Vent.	Bignoniaceae	ยอดอ่อน ฝักอ่อน และดอกอ่อน
84	แพงพวยฝรั่ง	*Jussiaca repens* Linn.	Onagraceae	ยอดอ่อน
85	ฟัก	*Benincasa hispida* Coyn.	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน และผล
86	ฟักข้าว	*Momordica cochinchinensis* Spreng	Cucurbitaceae	ผลอ่อน ยอดอ่อน
87	ฟักทอง	*Cucurbita maxima* Duchesne	Cucurbitaceae	ดอก ยอดอ่อน ผล
88	มะกรูด	*Citrus hystrix* DC.	Rutaceae	ใบ ผล
89	มะกอก	*Spondias pinnata* Pierr	Anacardiaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผล
90	มะขาม	*Tamarindus indica* Linn.	Caesalpiniaceae	ดอก ใบอ่อน ผล(ฝัก)
91	มะขามเทศ	*Pithecollobium dulce* Benth.	Mimosaceae	เนื้อหุ้มเมล็ด
92	มะเขือขื่น	*Solanum aculeatissimum*	Solanaceae	ผลดิบ
93	มะเขือไข่เต่า	*Solanum* sp.	Solanaceae	ผลดิบ
94	มะเขือเทศ	*Lycopersicon esculentum* Mill.	Solanaceae	ผล
95	มะเขือพวง	*Solanum torvum* Sw.	Solanaceae	ผลอ่อน
96	มะเขือยาว	*Solanum melongena* Linn.	Solanaceae	ผล
97	มะดัน	*Garcinia schomburgkiana* Pierre	Guttiferae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผล
98	มะเดื่อ-อุทุมพร	*Ficus racemosa* Linn.	Moraceae	ช่อดอก ผลอ่อน
99	มะพร้าว	*Cocos nucifera* Linn.	Palmae	ยอดอ่อน ผลอ่อน ช่อดอก เนื้อมะพร้าว
100	มะเฟือง	*Averrhoa carambola* Linn.	Averrhoaceae	ผล
101	มะม่วง	*Mangifera indica* Linn.	Anarcadiaceae	ผล
102	มะยม	*Phyllanthus acidus* (Linn.) Skeels	Euphorbiaceae	ยอดอ่อน ผลแก่
103	มะระขี้นก	*Momordica charantia* Linn.	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน
104	มะระป่า (มะไห่)	*Momordica charantia* Linn.	Cucurbitaceae	ยอดและผลอ่อน
105	มะรุม	*Moringa obeisfera* Lamk.	Moringaceae	เนื้อในฝักและเมล็ด

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
106	มะละกอ	*Carica papaya* Linn.	Caricaceae	ยอดอ่อน ผลดิบ ผลสุก
107	มะแว้งเครือ	*Soalnum trilobatum* Linn.	Solanaceae	ผลอ่อน
108	มะแว้งต้น	*Soalnum sanitwongsei* Craib.	Solanaceae	ผลอ่อน
109	มะอึก	*Solanum stramonifolium* Jacq.	Solanaceae	ผลอ่อน ผลแก่
110	มันเทศ	*Ipomoea batatus* Lamk	Convovulaceae	ยอดอ่อน หัวใต้ดิน
111	มันห้านาที	*Manihot esculenta* Crantz	Euphorbiaceae	หัวใต้ดิน
112	แมงลัก	*Ocimum canum* Sims.	Labiatae	ใบ
113	ยอ	*Morinda citrifolia* Linn.	Rubiaceae	ใบอ่อน ผลห่าม
114	ย่านาง	*Tiliacora triandra* Diels.	Menispermaceae	เถาและใบ
115	ยี่หร่า	*Ocimum gratissimum* Linn.	Labiatae	ใบ และผล(เครื่องเทศ)
116	เร่ว	*Amomum xanthioides* Wall.	Zingiberaceae	เมล็ด ผล หน่ออ่อน
117	สะเดา	*Azadirachta indica* A.Juss. var. *siamensis* Valeton	Meliaceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน
118	สะตอ	*Parkia speciosa* Hass.k.	Mimosaceae	ยอดอ่อน เมล็ด
119	สะระแหน่	*Mentha viridis* Linn.	Labiatae	ใบ
120	เสม็ดขาว	*Melaleuca leucadendra* Linn.	Myrtaceae	ใบสด
121	โสน	*Sesbania javanica* Miq.	Papilionaceae	ดอก ยอดอ่อน
122	โสมไทย	*Talinum triomgulare* Willd.	Portulaceae	ใบ ลำต้น
123	หางปลาช่อน	*Emilia sonchifolia* (Linn.) DC.	Compositae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
124	เห็ดฟาง	*Volvariella volvacea*	Volvariaceae	ดอกเห็ดอ่อน
125	โหระพา	*Ocimum basilicum* Linn.	Labiatae	ใบ
126	อบเชยเถา	*Atherolepis pierrei* Cost. Var. *glabra* Kerr.	Asclepiadaceae	ยอด ผล
127	อัญชัน	*Clitoria ternatea* Linn.	Papilionaceae	ยอดอ่อน
128	ขิง	*Zingiber officinale* Rosc.	Zingiberaceae	เหง้า

รายการผักพื้นบ้านภาคกลางนี้เป็นการรวบรวมความรู้เกี่ยวกับผักพื้นบ้านไทยที่พบมากในภาคกลาง ซึ่งรวมไปถึงจังหวัดทางชายฝั่งทะเล เช่น ตราด จันทบุรี

ตารางที่ 3 แสดงผักพื้นบ้านภาคอิสาน[3] จำนวน 137 ชนิด

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
1	กะทกรก	*Passiflora foetida* Linn.	Passifloraceae	ยอด ผล
2	กระชาย	*Boesenbergia pandurata* Holtt.	Zingiberaceae	ราก
3	กระชายแดง	*Boesenbergia* sp.	Zingiberaceae	หน่ออ่อน
4	กระโดน	*Careya sphaerica* Roxb.	Lecythidaceae	ยอดอ่อน
5	กระถินไทย	*Leucaena glauca* Benth.	Mimosaceae	ยอดอ่อน ฝักอ่อน ฝักแก่
6	กระทุงหมาบ้า	*Dregea volubilis* Stapf	Asclepiadaceae	ยอดอ่อน ดอก
7	กระทงลาย	*Celastrus paniculata* Willd.	Celastraceae	ยอดอ่อน
8	กระเทียมเถา	*Mansoa alliacea* Lam.	Bignoniaceae	ใบ
9	กันเกรา	*Fagraea fragrans* Roxb.	Gentianaceae	ยอด ใบอ่อน
10	กล้วยตานี	*Musa balbisiana* Colla	Musaceae	ผลดิบ ผลสุก
11	กล้วยนวล	*Ensete glauca* (Roxb.) Cheesman	Musaceae	ผลอ่อน ยอดอ่อน
12	กำจัด	*Zanthoxylum rhetsa* (Roxb.) DC.	Rutaceae	ใบอ่อน ผลแก่ เมล็ดแก่
13	กรุงเขมา	*Cissampelos pareira* var. hersuta	Menispermaceae	เถา ใบ
14	กุยช่าย	*Allium tuberosum* Roxb.	Alliaceae	ใบ
15	เกล็ดปลาช่อน	*Phyllodium pulchellum* (Benth.) Desv.	Leguminosae	ยอด
16	กลอย	*Dioscorea hispida* Dennst.	Dioscoreaceae	หัวสด
17	ขนุน	*Artocarpus heterophyllus* Lamk.	Moraceae	ดอกตัวผู้ ผล เมล็ด
18	ข่าลิง	*Alpinia conchigera* Griff	Zingiberaceae	ยอดอ่อน ต้นอ่อน
19	ขิง	*Zingiber officinale* Rosc.	Zingiberaceae	ใบ เหง้า
20	ขี้เหล็ก	*Cassia siamea* Lamk.	Caesalpinaceae	ยอดอ่อน ดอก
21	ขี้เหล็กบ้าน	*Cassia sophera* Linn.	Caesalpinaceae	ยอด
22	ขลู่	*Pluchea indica* Less	Compositae	ยอด
23	แขม	*Saccharum arudinaceum* Retz	Graminae	ยอดอ่อน
24	ควินิน	*Azadirachta indica* A.Juss.	Meliaceae	ใบอ่อน
25	ค้างคาวดำ	*Tacca chantrieri* Andre	Taccaceae	ใบ ยอดอ่อน
26	คูน	*Colocasia gigantea* Hook.f	Araceae	กาบใบ
27	คอนแคน	*Dracaena angustifolia* Roxb.	Dracaenaceae	ดอก ยอดอ่อน
28	แคบ้าน	*Sesbania grandiflora* Desv.	Leguminosae	ยอดอ่อน ดอก
29	จิกนา	*Barringtonia acutangula* (Linn.) Gaertn.	Barringtoniaceae	ยอดอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
30	เจตมูลเพลิงขาว	*Plumbago zeylanica*	Plumbaginaceae	ใบ
31	ชะมวง	*Garcinia cowa* Roxb.	Guttiferae	ยอด ใบอ่อน
32	ชะอม	*Acacia pennata* (L.) Willd. subsp. *insuavis* Nielsen	Mimosaceae	ยอด
33	ช้าเลือด	*Caesalpinia mimosoides* Lamk.	Leguminosae	ยอด
34	ชุมแสง	*Xanthophyllum glacum* Wall.	Xanthophyllaceae	ยอด
35	ชำชะ	-	-	ยอดอ่อน
36	ตะไคร้หอม	*Cymbopogon nardus* Rendle.	Graminae	กาบใบ
37	ตะคร้อ	*Schleichera oleosa* Merr.	Sapindaceae	ผลแก่
38	ตานหม่อน	*Vernonia elliptica* DC.	Compositae	ยอด
39	ตาลปัตรฤาษี	*Limnocharis flava* (L.) Buchen	Alismataceae	ก้านใบ ก้านดอก
40	ต้าเหลือง	*Mentha* sp.	Labiatae	ยอด
41	ติ้วขาว	*Cratoxylum formosum* Dyer	Guttiferae	ยอด ดอกอ่อน
42	เต่าร้างแดง	*Caryota mitis* Lour.	Palmae	ยอดอ่อน
43	แตงโม	*Citrullus vulgaris* Schrad. ex	Cucurbitaceae	เมล็ด ผลอ่อน ผลแก่
44	ต่อไส้ (เพี้ยฟาน)	Allophylus sootepensis *Craib.*	Sapindaceae	ใบ
45	ถั่วแปบ	*Dolichos lablab* Linn.	Leguminosae	ฝักอ่อน
46	เถาคันขาว	*Parthenocissus quinguefolia* Planch.	Vitaceae	ยอด
47	เถาตดหมา	*Merremia hastata* Haller f.	Convovulaceae	ราก
48	ทูนก้านดำ	*Colocasia* sp.	Araceae	ใบ ก้านใบ
49	เทา	*Spirogyra* sp.	-	-
50	เทียน-ตาตั๊กแตน	*Anethum graveolens* Linn.	Umbelliferae	ใบ ลำต้น
51	เนียมหูเสือ	*Coleus amboinicus* Lour.	Labiatae	ใบ
52	น้ำเต้า	*Lagenaria vulgaris* Ser.	Cucurbitaceae	ผลอ่อน
53	บวบเหลี่ยม	*Luffa acutangula* Roxb	Cucurbitaceae	ผล ยอดอ่อน
54	บุก	*Amorphophallus campanulate* Bl. ex Decne	Araceae	หัว ต้นอ่อน ใบอ่อน
55	บัวบก	*Centella asiatica* (Linn.) Urban	Umbelliferae	ทั้งต้น
56	ปีบ	*Millingtonia hortensis* Linn.f.	Bignoniaceae	ยอด
57	ผักกะเดียง	*Hydrolea zeylanica* Vahl.	Hydrophyllaceae	ยอดอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
58	ผักกาดกุง	*Brassica* sp.	Cruciferae	ทั้งต้นเหนือดิน
59	ผักกาดน้ำ	*Plantago major* Linn.	Plantaginaceae	ทั้งต้นเหนือดิน
60	ผักกาดนา	*Crassocephalum crepidiodes*	Compositae	ยอด ใบ
61	ผักก้านก่อง	*Biden* sp.	Compositae	ใบอ่อน
62	ผักกูดยักษ์	*Angiopteris evecta* Hoffm.	Athyriaceae	ยอดอ่อน
63	ผักแขยง	*Limnophila aromatica* Merr.	Scrophulariaceae	ทั้งต้นเหนือดิน
64	ผักขม	*Amaranthus lividus* Linn	Amaranthaceae	ยอดอ่อน
65	ผักคราด	*Spilanthes acmella* Murr.	Compositae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก
66	ผักชีช้าง	*Seseli yunnanense*	Umbelliferae	ยอดอ่อน ใบอ่อน
67	ผักชีน้ำ	*Oenanthe stolonefera*	Umbelliferae	ยอด ใบอ่อน
68	ผักชีฝรั่ง	*Eryngium foetida* Linn.	Umbelliferae	ใบ
69	ผักชีไร่	*Coriandrum* spp.	Umbelliferae	ใบ
70	ผักตบไทย	*Monochoria hastata* (L.) Solms	Araceae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน ก้านดอก
71	ผักโต่น	*Tadehagi godefroyanum*	Leguminosae	ใบอ่อน
72	ผักโตนน้ำ	-	-	ยอด ใบอ่อน
73	ผักถอบแถบเครือ	*Connarus semidecandrus* Jack	Connaraceae	ยอด เมล็ด ผล
74	ผักบุ้ง	*Ipomoea aquatica* Forsk.	Convolvulaceae	ยอด ใบอ่อน
75	ผักปลังแดง	*Basella rubra* Linn	Basellaceae	ยอดและดอกอ่อน
76	ผักไผ่	*Polygonum odoratum* Lour.	Polyganaceae	ยอดอ่อน ใบ
77	ผักพา	*Limnophila verticillata*	Scrophulariaceae	ใบ ยอด
78	ผักพาย	-	-	ก้านใบ ใบ
79	ผักยอดตอง	*Phyllanthus roseus* Beile.	Euphorbiaceae	ยอด ใบอ่อน
80	ผักแว่น	*Marsilea crenata Presl*	Marsileaceae	ทั้งเครือ (เถา)
81	ผักเสี้ยน	*Cleome gynandra* Linn.	Capparidaceae	ยอดอ่อน
82	ผักหนาม	*Lasia spinosa* Thw.	Araceae	ยอดและดอกอ่อน
83	ผักหวานบ้าน	*Sauropus androgynus* (Linn) Merr.	Euphorbiaceae	ยอดอ่อน
84	ผักหวานป่า	*Milientha suavis* Pierre	Opiliaceae	ยอดอ่อน ดอก
85	ผักหนอก	*Hydrocotyle javanica* Thunb.	Umbelliferae	ก้าน ใบ
86	ผักหมใหญ่	*Amaranthus tricolor* Linn.	Amaranthaceae	ยอดอ่อน
87	ผักอีฮิน	*Monochoria vaginalis* Presl. var. *plantaginea* Solms.	Pontideriaceae	ทั้งต้น
88	ผำ	*Wolffia globosa* Hartog & Plas	Lemnaceae	ทั้งต้น
89	ไผ่ป่า	*Bambusa arundinacea* Wild.	Graminae	หน่ออ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
90	ฝรั่ง	*Psidium guajava* Linn.	Myrtaceae	ผลสุก
91	เพกา	*Oroxylum indicum* (L.) Vent.	Bignoniaceae	ยอดอ่อน ฝักอ่อน และดอกอ่อน
92	พริกขี้หนู	*Capsicum frutescens* Linn.	Solanaceae	ผล
93	พลองเหมือด	*Memecylon edule* Roxb.	Melastomataceae	ยอด ผลสุก
94	ไพล	*Zingiber cassumunar* Roxb.	Zingiberaceae	ใบ
95	ฟักข้าว	*Momordica cochinchinensis* Spreng	Cucurbitaceae	ผลดิบ
96	มะกล่ำ	*Adenanthera pavonina* Linn.	Leguminosae	ยอด ใบ
97	มะเขือขื่น	*Solanum seaforthianum* Andr. ExC	Solanaceae	ผล
98	มะเขือพวง	*Solanum torvum* Sw.	Solanaceae	ผลอ่อน
99	มะเขือม่วง	*Solanum melongena* Linn.	Solanaceae	ผลดิบ
100	มะเขือส้ม	*Lycopersicon esculentum* Mill.	Solanaceae	ผลสุก
101	มะงั่ว	*Citrus medica* Linn.	Rutaceae	ใบแก่ ผล
102	มะเฟือง	*Averrhoa carambola* Linn.	Averrhoaceae	ผล ยอด
103	มะยม	*Phyllanthus acidus* (Linn.) Skeels	Euphorbiaceae	ผล ใบอ่อน
104	มะระขี้นก	*Momordica charantia* Linn.	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผลอ่อน
105	มะละกอ	*Carica papaya* Linn.	Caricaceae	ยอดอ่อน ผลดิบ ผลสุก
106	มะสัง	*Feroniella lucida*	Rutaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ผล
107	มะแว้งเครือ	*Soalnum trilobatum* Linn.	Solanaceae	ผลอ่อน
108	มะแว้งต้น	*Soalnum indicum* Linn.	Solanaceae	ผลอ่อน
109	มะอึก	*Solanum stramonifolium* Jacq.	Solanaceae	ผลแก่
110	มันแกวป่า	*Pachyrrhizus erosus* Urban	Papilionaceae	หัว ฝัก เมล็ดอ่อน
111	เม็ก	*Eugenia grata* Wight *var. collinae* Craib.	Myrtaceae	ยอดอ่อน
112	โมกเครือ	*Aganosma marginata* G. Don	Apocynaceae	ใบอ่อน
113	ย่านาง	*Tiliacora triandra* Diels.	Menispermaceae	เถา ใบ
114	ยี่หร่า	*Ocimum gratissimum* Linn.	Labiatae	ใบอ่อน ยอด
115	เล็บเลาะ	*Toddalia asiatica* (L.) Lamk.	Rutaceae	ใบอ่อน ยอด
116	เลา	*Saccharum spontaneum* Linn.	Graminae	ยอดอ่อน โคนต้นอ่อน
117	สะไคน้ำ	*Cardiopteris quinqueloba* (Hassk) Hassk.	Cardiopteridaceae	ยอดอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
118	สะมัด	*Clausena harmandiana* Pierre.	Rutaceae	ยอดอ่อน
119	สันตะวาใบพาย	*Ottelia alismoides* (L.) Pers.	Hydrocharitaceae	ก้าน ใบอ่อน
120	สาคู	*Maranta arundinacea* L.	Marantaceae	
121	ส้มขี้หม่อน	*Embelia subcoriacea* Mez	Myrsinaceae	เหง้าอ่อน
122	ส้มป่อย	*Acacia rugata* Merr.	Mimosaceae	ยอด
123	ส้มลม	*Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire	Apcynaceae	ยอดอ่อน ใบอ่อน ใบ
124	ส้มเสี้ยวต้น	*Bauhinia pottsii* G. Don *var.decipiens* (Craib) K.et S.S. Larsen.	Leguminosae	ใบอ่อน ฝักอ่อน
125	ส้มสันดาน	*Cissus hastata* Miq.	Vitaceae	ใบ
126	หางปลาช่อน	*Emilia sonchifolia* (Linn.) DC.	Compositae	ยอด
127	หม่อน	*Morus alba* L.	Moraceae	ยอดอ่อน ผล
128	หมากดูกแฮ้ง	*Clerodendrum serratum* Linn.	Labiatae	ช่อดอก
129	หมากแหน่ง	*Amomum xanthioides* Wall.	Zingiberaceae	ผลสด
130	หมากหัวต่อ	*Sarcostemma brunonianum* Wight & Arn.	Asclepiadaceae	ผลอ่อน
131	หวาย	*Calamus* spp.	Graminae	ยอด
132	หวายน้ำ	*Calamus godefroyi* Becc.	Graminae	ยอด
133	โหระพาน้ำ	*Ocimum* sp.	Labiatae	ยอด ใบอ่อน
134	อีรอก	*Amorphophallus brevispathus* Gagnep	Araceae	ก้านใบ ก้านดอก
135	อ้อยดำ	*Saccharum officinarum* Linn.G	Graminae	ยอดอ่อน ลำต้น
136	เอ็นอ่อน	*Cryptolepis buchanani* Roem.&Schult.	Asclepiadaceae	ยอด ใบอ่อน
137	ฮุนไฮ (ผักไห่)	*Momordica* sp.	Cucurbitaceae	ยอด ผล

ตารางที่ 4 แสดงผักพื้นบ้านภาคใต้[15] จำนวน 219 ชนิด

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
1	กรอด	-	-	ผลอ่อน
2	กระเจี๊ยบแดง	*Hibiscus sabdariffa* Linn.	Malvaceae	ผลอ่อน ยอดอ่อน กลีบเลี้ยง ใบอ่อน ฝักอ่อน เมล็ดอ่อน
3	กระถิน	*Leucaena glauca* Benth.	Mimosaceae	ใบอ่อน
4	กระแตไต่ไม้	*Drynaria quercifolia*	Polypodiaceae	หน่ออ่อน ช่อดอก
5	กระทือ	*Zingiber zerumbet* Smith.	Zingibaraceae	ผลอ่อน ผลแก่ เหง้าอ่อน
6	กระวาน	*Amomum krevanh* Pierre	Zingibaraceae	ลำต้น ใบ
7	กระสัง	*Peperomia pellucida* Korth.	Peperomiaceae	หน่ออ่อน เหง้า ช่อดอกอ่อน
8	กะพ้อ	*Licuala peltata* Roxb.	Palmae	ยอด
9	ก้ามกุ้ง	*Lantana aculeata*	Verbenaceae	ดอก
10	การะใหญ่	-	-	-
11	กาหลา	*Etlingera elatior*	Zingiberaceae	ดอกตูม
12	กำจัด	*Zanthoxylum rhetsa*	Rutaceae	เมล็ด ใบอ่อน
13	กำลังควายถึก	*Dracaena conferta* Ridl.	Dracaenaceae	ยอดและใบอ่อน
14	กุ่มน้ำ	*Crateva adansonii* DC.	Capparidaceae	ดอกและใบอ่อน
15	กูด	*Diplazium esculentum* (Retz.) Swartz	Athyriaceae	ยอดอ่อน
16	แก้มปลาช่อน	-	-	เป็นผักสด
17	โก (ตะโก)	*Diospyros dictyoneura*	Ebenaceae	ยอดและใบอ่อน
18	ขี้กา	*Trichosanthes integrifolia*	Cucurbitaceae	ยอดและใบอ่อน
19	ขี้มูกมุดสัง	-	-	ยอด
20	ขี้แรด	-	-	ยอด
21	ขี้เหล็ก	*Cassia siamea* Lamk.	Caesalpinaceae	ใบอ่อน ดอกตูม
22	เข็มทุกชนิด	*Ixora* sp.	Rubiaceae	ยอด
23	คอแห้ง	*Rinorea lanceolata*	Violaceae	ยอด
24	คอแหลน	-	-	ยอด
25	แค	*Sesbania grandiflora* Desv.	Leguminosae	ดอก ยอดอ่อน
26	งิ้ว	*Gossampins malabarica*	Bombacaceae	ใบอ่อน ดอกตูม ผล
27	เงินดอกขาวและแดง	-	-	ยอด
28	จวง (เทพธาโร)	*Cinnamomum cassia*	Lauraceae	ยอดอ่อน
29	จันทน์หอม	*Mansonia gagei*	Sterculiaceae	ใบ

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
30	จำปูน	*Goniothalamus expansus*	Annonaceae	ใบและยอด
31	จำไหร	*Baccaurea kunstleri*	Euphorbiaceae	ผล และยอด
32	จิก	*Barringtonia acutangula* (Linn.) Gaertn.	Barringtoniaceae	ยอด และดอก
33	เจาะเทาะ	-	Anacardiaceae	ยอดอ่อน
34	ฉิ่ง	*Ficus* sp.	Moraceae	ผลอ่อน
35	ชก ฉก	*Arenga saccharifera* Labill	Palmae	เนื้ออ่อน
36	ชมพู่สาแหรก	*Eugenia malaccensis*	Myrtaceae	ยอด
37	ชะพลู	*Piper sarmentosum* Roxb. Ex Hunter	Piperaceae	ใบ
38	ชะพลูช้าง	*Piper* sp.	Piperaceae	ยอด
39	ชะเมา	-	-	ยอด ผลอ่อน
40	ชะอม	*Acacia pennata* (L.) Willd. subsp. *insuavis* Nielsen	Leguminosae	ยอดและใบอ่อน
41	ชีเงาะ	*Urceola lucida*	Apocynaceae	ยอด
42	ชุมเห็ดเทศ	*Cassia alata* Linn.	Leguminosae	ดอก
43	โชน	-	Dennstaedtiaceae	ก้าน
44	แซะ	*Millettia atropurpurea* Berth	Leguminosae	ยอดอ่อน
45	ดาวกระจาย	*Cosmos sulphureus*	Compositae	ดอกตูม
46	ดาวเรือง	*Tagetes erecta*	Compositae	ดอก
47	ดีปลี ดีปลีเชือก	*Piper longum* *Piper retrofractum*	Piperaceae	ผลสุก ผลอ่อน
48	เดือยดิบ	-	Apocynaceae	ใบ
49	โต๊ะเด๊ะ	*Murdannia scapiflora*	Commelinaceae	ยอดอ่อน ใบ
50	ตอก	*Callicarpa longifolia* Lam.	Labiatae	ยอด
51	ต่อไส้	*Allophylus sootepensis*	Sapindaceae	ยอด
52	ตะแบก	*Lagerstroemia* spp.	Lythraceae	ยอด
53	ตะลิงปิง	*Averrhoa bilimbi* Linn.	Averrhoaceae	ผล
54	ตาเป็ดตาไก่	-	-	ยอด
55	ตาลหม่อน	*Vernonia elliptica* DC.	Compositae	ยอด
56	ตำลึง	*Coccinia grandis* (L.) Voigt.	Cucurbitaceae	ยอด ใบอ่อน ผล
57	ตูม (มะตูม)	*Eagle marmelos* Corr.	Rutaceae	ยอดอ่อน
58	ตูมพระ	*Bhesa paniculata* Arn.	Celastraceae	ยอดอ่อน
59	เตยน้ำ	*Pandanus odoratissimus*	Pandanaceae	ยอด

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
60	เต่าร้าง	*Caryota urens* Linn.	Palmae	ยอด
61	แต้ว	*Cratoxylon formosum*	Guttiferae	ยอด
62	ถอบแถบ	*Connarus* spp.	Connaraceae	ยอด ดอก
63	ถั่วพู	*Psophocarpus tetragonolobus* DC.	Leguminosae	ยอดอ่อน ดอกอ่อน ฝักอ่อน
64	เถาคัน	*Vitis trifolia*	Vitidaceae	ผลอ่อน
65	ทวย	*Elaeocarpus floribundus*	Eleocarpaceae	ยอด
66	ทองหลางใบมน	*Erythrina suberosa* Roxb.	Leguminosae	ใบอ่อน
67	ทำมัง	*Litsea petiolata* Hook.f.	Lauraceae	เปลือกต้น
68	เทียม	*Azadirachta excelsa*	Meliaceae	ใบอ่อน ดอก
69	นมสวรรค์	*Clerodendrum paniculatum*	Labiatae	ยอด ใบอ่อน
70	น้อยหน่า	*Annona squamosa*	Annonaceae	ยอดอ่อน
71	น้ำดอกไม้	*Eugenia javanica*	Myrtaceae	ยอดอ่อน
72	น้ำนอง	-	-	ยอดอ่อน ผลอ่อน
73	นุ่น	*Ceiba pentandra* Gaertn.	Bombacaceae	ผลอ่อน
74	เนียง	*Archidendron jiringa* Nielsen	Leguminosae	ผลอ่อน
75	บอนเกียบ	-	Araceae	ก้านใบ
76	บอนขาว	-	Araceae	ก้านใบ
77	บอนตะเกียบ	-	Araceae	ดอก และก้าน
78	บอนเต่า	*Alocasia* sp.	Araceae	ช่อดอก ยอดอ่อน
79	บอนท่า	*Alocasia esculenta*	Araceae	ยอดและไหล
80	บอนฝรั่งขาว	*Caladium* sp.	Araceae	หัว
81	บอนฝรั่งดำ	*Caladium* sp.	Araceae	หัว
82	บอนยายรัด	-	-	หัว ก้านใบ
83	บอนส้ม	*Homalomena sagittifolia*	Araceae	ช่อดอก ยอดอ่อน
84	บังบาย	*Leea indica*	Leeaceae	ยอด
85	บุกชนิดต่างๆ	*Amorphophallus* sp.	Araceae	ต้นอ่อน ใบอ่อน
86	ปลายข้าวสาร	-	-	ยอด ดอก
87	ปุด	*Achasma metriocheilos*	Zingiberaceae	ไส้กลางลำต้น
88	เปราะหอม	*Kaempferia galanga* Linn.	Zingiberaceae	หัว
89	ผักกรอ	-	-	ยอด ดอก
90	ผักกระเฉด	*Neptunia oleracea* Lour.	Mimosaceae	ยอด
91	ผักหูปลาช่อน	*Emilia sonchifolia* (Linn.) DC.	Compositae	ใบ ยอด ต้นอ่อน
92	ผักกาดนกครูด	*Erechtites hieracifolia*	Compositae	ยอด

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
93	ผักขวง	-	-	ใบ
94	ผักขรี	-	-	ยอด
95	ผักคราดหัวแหวน	*Spilanthes acmella* Murr.	Compositae	ยอด ดอก ใบ
96	ผักชีล้อม	*Oenanthe stolonifera* Wall.	Umbelliferae	ยอด ต้นอ่อน
97	ผักตบ (ตาลปัตรฤาษี)	*Limnocharis flava* (L.) Buchen	Butomanceae	ใบอ่อน ช่อดอก
98	ผักบุ้ง	*Ipomoea aquatica* Forsk.	Convolvulaceae	ยอด ใบ
99	ผักเบี้ย	*Portulaca quadrifida* Linn.	Portulacaceae	ทั้งต้นเหนือดิน
100	ผักปังแดง ปังขาว	*Basella rubra* Linn, B. *alba* L.	Basellaceae	ยอดอ่อน
101	ผักเป็ด	*Alternanthera philoxeroides* Griseb	Amaranthaceae	ยอดอ่อน ผลอ่อน
102	ผักแมะ	*Momordica subangulata* BL.	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน ผลอ่อน
103	ผักแว่น (บัวบก)	*Cente lla asiatica* (Linn.) Urban	Umbelliferae	ทั้งต้นเหนือดิน
104	ผักเสี้ยน	*Gynandropsis gynandra*	Capparaceae	ช่ออ่อน
105	ผักหนอก	*Hydrocotyle javanica*	Umbelliferae	กินเป็นผักสด
106	ผักหนาม	*Lasia spinosa* Thw.	Araceae	ยอดอ่อน ลำต้นอ่อน
107	ผักหม	*Amaranthus lividus* Linn.	Amaranthaceae	ใบอ่อน ยอด
108	ผักหวม	-	-	ยอด ใบเพสลาด
109	ผักหวาน	*Milientha suavis* Pierre	Opiliaceae	ยอด
110	ผักหวานบ้าน	*Sauropus androgynus* (L.)	Euphorbiaceae	ยอด
111	ผักหวา (สันตะวา)	*Ottelia alismoides* Pers.	Hydrocharitaceae	ยอด
112	ผักหิง	-	-	ใบ
113	ผักไห่ (มะระขี้นก)	*Momordica charantia* Linn.	Cucurbitaceae	ผล ยอด
114	ผ้าร้ายห่อทอง	*Passiflora foetida* Linn.	Passifloraceae	ยอดอ่อน
115	ผีเสื้อใหญ่	-	-	ยอด ดอก
116	ผีหน่าย	*Eleocarpus grandiflorus* Sm.	Elaeocarpaceae	ใบ
117	พลูแก	*Piper* sp.	Piperaceae	ใบ
118	พังกา (โกงกาง)	*Rhizophora* sp.	Rhizophoraceae	ยอด
119	พันตัน	*Schima wallichii*	Theaceae	ยอด

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
120	พาโหม	*Paederia linearis* Hook.f.	Rubiaceae	เป็นผักสด
121	พุ่มสามง่าม	-	-	ยอด
122	เพกา	*Oroxylum indicum* (L.) Vent.	Bignoniaceae	ยอด ฝักอ่อน
123	ไพ (มะกล่ำตาช้าง)	*Adenanthera pavonica* L.	Leguminosae	ยอด ฝักอ่อน
124	ฟักข้าว	*Momordica cochinchinensis* Spreng	Cucurbitaceae	ยอด ผลอ่อน
125	ฟักทอง	*Cucurbita maxima Duchesne*	Cucurbitaceae	ยอด ผล
126	แฟบ (หูลิง)	*Terminalia tripterordes* Craib	Combretaceae	ผลอ่อน
127	ภูมิ (หมากหมก)	-	-	ยอดอ่อน
128	มหสดำ	*Cyathea* spp.	Cyatheaceae	ใบอ่อน
129	มะกอกป่า	*Spondias pinnata Pierr*	Anacardiaceae	ใบอ่อน ช่อดอก ผล
130	มะเขือพวง	*Solanum torvum* Sw.	Solanaceae	ผลอ่อน
131	มะเดื่อ	*Ficus* spp.	Moraceae	ยอดอ่อน ผล
132	มะปราง	*Bouea burmanica*	Anacardiaceae	ยอด
133	มะปริง	*Bouea microphylla*	Anacardiaceae	ยอด
134	มะเปรียง	-	-	ยอด
135	มะพร้าว	*Cocos nucifera* Linn.	Palmae	ยอดอ่อน เนื้ออ่อน
136	มะพูด	*Garcinia xanthochyma* Hook.f.	Guttiferae	ใบอ่อน ผลดิบ
137	มะเฟือง	*Averrhoa carambola* Linn.	Averrhoaceae	ผล
138	มะม่วง	*Mangifera indica* Linn.	Anarcadiaceae	ยอดอ่อน
139	มะม่วงคัน	*Mangifera caloneura* Kurz	Anarcadiaceae	ผลดิบ
140	มะม่วงหิมพานต์	*Anarcadium occidentale* L.	Anarcadiaceae	ใบอ่อน ยอด
141	มะมุด	*Mangifera foetida* Loue.	Anarcadiaceae	ผลอ่อน
142	มะยม	*Phyllanthus acidus* (Linn.) Skeels	Euphorbiaceae	ใบอ่อน ยอด
143	มะแว้ง	*Solanum indicum* Linn.	Solanaceae	ผลอ่อน
144	มะอึก	*Solanum stramonifolium* Jacq.	Solanaceae	ผล
145	มังคุด	*Garcinia mangostana* Linn.	Guttiferae	ใบอ่อน
146	มังเค	*Melastoma malabathricum*	Melastomataceae	ใบ
147	มันขี้หนู	*Plectranthus rotundifolius*	Labiatae	หัวขนาดเล็ก
148	มันปู	*Glochidion wallichichianum* Muell.	Euphorbiaceae	ยอดอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
149	มันสำปะหลัง	*Manihot esculenta* Crantz	Euphorbiaceae	ยอด เปลือกชั้นในของหัวใต้ดิน
150	มันหอม	-	-	-
151	เม่าโบโล	*Antidesma montanum*	Euphorbiaceae	ใบอ่อน ยอด
152	แมงลัก	*Ocimum canum* Linn.	Labiatae	ใบยอดอ่อน
153	ไม้ค้อนตีหมา (กระทุงหมาบ้า)	*Dregea volubilis* Stapf	Asclepiadaceae	ยอด ผลอ่อน
154	ไม้ปรู	-	-	ยอด
155	ยอ	*Morinda citrifolia* Linn.	Rubiaceae	ใบ ยอด ผล
156	ยายกลั้ง	*Justicia lignostachya*	Acanthaceae	ยอด ดอก
157	รวย (หญ้าช้อง)	*Maesa integrifolia* Ridl.	Myrsinaceae	ทั้งกอ
158	ละไม	*Baccaurea motleyana Muell.* Arg.	Euphorbiaceae	เปลือกผล
159	ลังไก	-	-	ยอดอ่อน
160	ลำเท็ง	*Stenochlaena palutris* Bedd.	Pteridaceae	ยอดอ่อน
161	ลำแพน	*Sonneratia ovata*	Sonneratiaceae	ดอก ยอดอ่อน ใบอ่อน
162	ลิ้นห่าน	-	-	ยอดอ่อน
163	ลูกผู้	-	-	ยอด ผล
164	เลียบ (ผักเฮือด)	*Ficus lacor* Buch.	Moraceae	ยอด ใบอ่อน
165	เล็บครุฑ	*Polyscias* sp.	Araliaceae	ยอด ใบอ่อน
166	เล็บเหยี่ยว	*Zizyphus oenopila* Mill.	Rhamnaceae	ใบอ่อน ยอด
167	วัวหาบ	-	-	ยอดอ่อน
168	ว่านกีบแรด	*Angiopteris evecta*	Marattiaceae	ยอดอ่อน
169	ส้มหัวคัน	-	-	ผล
170	ส้มกุ้ง	*Begonia inflata* B.Chark	Begoniaceae	ยอด ใบ
171	ส้มเกียบ	*Urceola rosea*	Apocynaceae	ยอด
172	ส้มแขก	*Garcinia atroviridis* Griff	Guttiferae	ผล
173	ส้มเค้า	-	-	ยอด
174	ส้มงั่ว	*Citrus medica*	Rutaceae	ใบ
175	ส้มป่อย	*Acacia concinna* DC.	Leguminosae	ใบ ยอดอ่อน
176	ส้มปูน	*Tetrastigma obovatum*	Vitaceae	ยอด
177	ส้มแป้น	*Protium serratum*	Burseraceae	ยอด
178	ส้มมวง (ชะมวง)	*Garcinia cowa* Roxb.	Guttiferae	ใบ
179	ส้มเม่า (เม่านา)	*Antidesma diandrum*	Euphorbiaceae	ยอด

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
180	ส้มส้า	*Myrica rubra*	Myricaceae	ใบอ่อน
181	ส้มออบแอบ	-	-	ยอด ดอก ผล
182	ส้มโอ	*Citrus maxima*	Rutaceae	เนื้อผล
183	สะเดา	*Azadirachta indica* A.Juss. *var. siamensis* Valeton	Meliaceae	ใบอ่อน ยอด ดอก
184	สะตอ	*Parkia speciosa* Hass.k.	Mimosaceae	เมล็ด
185	(มะ)สัง	*Feroneilla lucida* Swing	Rutaceae	ยอดอ่อน
186	สั้น	-	-	ยอด
187	ส้านใหญ่	*Dillenia indica* Linn.	Dilleniaceae	กาบใบ
188	สำประศรี	-	-	ต้อนอ่อน
189	สุกกรม (พะยอม)	*Shorea roxburgii* G. Don.	Dipterocarpaceae	ดอก
190	แสมสาร	*Cassia garettiana*	Leguminosae	ยอด ดอกตูม
191	หงอนไก่	*Celosia argentea* Linn.	Amaranthaceae	ใบอ่อน
192	หญ้าดอกฟ่าง	-	-	ใบ
193	หญ้าปล้อง	-	-	ยอด ต้นอ่อน
194	หนาด	*Blumea* spp.	Compositae	ยอด ใบอ่อน
195	หนามทัน	-	-	ใบอ่อน
196	หมุย	*Micromelum minutum*	Rutaceae	ยอด ดอก
197	หมอ (ละเมาะ)	-	-	ใบ
198	หยาบถาง	-	-	ยอด
199	หลอยตอย	-	-	ยอดอ่อน ใบเพสลาด
200	หลุมพี	*Zalacca conferta* Griff.	Palmae	ผลแก่
201	หวายงวย	*Calamus peregrinus* Furt.	Gramineae	ผลสุก
202	หว้า	*Eugenia cumini*	Myrtaceae	ยอด
203	หันย่าน	-	-	ยอดอ่อน ดอก
204	หัวสามสิบ	-	-	ยอด
205	หูยาน	*Bhesa indica*	Celastraceae	ยอดอ่อน
206	หูหมี	-	-	ยอด
207	หูหมีทะเล	-	-	ยอด
208	เหมอะ	*Alocacia odora*	Araceae	ยอดอ่อน
209	เหรียง	*Parkia timoriana* Merr.	Mimosaceae	เมล็ด
210	เหลียง	*Tournefortia ovata* Wall. Ex G. Don	Boraginaceae	ใบอ่อน ยอดอ่อน

ลำดับที่	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ส่วนที่รับประทาน
211	แหม็ดชุน	*Eugenia grata*	Myrtaceae	ยอด
212	อ้อนก	*Alocacia lowit* Hook.	Araceae	ก้านอ่อน ยอดอ่อน
213	อโศก	*Saraca thaipingensis*	Leguminasae	ยอดอ่อน
214	อินทนิล	*Lagerstroemia speciosa*	Lythraceae	ยอดอ่อน
215	อุตพิต	*Pycnospatha arietina*	Araceae	ใบ
216	เอ็นแดง	-	-	ยอดอ่อน
217	เอื้องนา	-	-	ยอด ลำต้นอ่อน
218	เอื้องต้น (เอื้องหมายนา)	*Costus speciosus* Smith.	Zingiberaceae	หน่ออ่อน
219	ไอกลัก	*Aglaonema costatum*	Polypodiaceae	ลำต้น หัว

อาหารปรับธาตุ อาหารตามฤดูกาล

รสชาติของผักแต่ละชนิดใช้เป็นสิ่งบ่งบอกถึงคุณค่าทางสมุนไพรของพืชผักเหล่านี้ได้ โดยสามารถระบุสรรพคุณทางยาตามการจัดจำแนกรสได้ดังนี้

1. รสฝาด มีสรรพคุณเป็นยาฝาดสมาน ช่วยรักษาแผล แก้ท้องเสีย แต่ถ้ากินมาก จะทำให้ท้องอืดเฟ้อและท้องเดิน ได้แก่ กล้วยดิบ ยอดกระโดน มะเดื่ออุทุมพร ยอดมะม่วงหิมพานต์ ผักเม็ก เป็นต้น

2. รสเปรี้ยว ช่วยกัดเสมหะ และกระตุ้นต่อมน้ำลาย ทำให้เจริญอาหาร แต่ถ้ากินมากจะทำให้ท้องอืด ร้อนใน และแผลหายช้า ได้แก่ ยอดมะกอก ผักติ้ว กระเจี๊ยบแดง ยอดมะขาม ส้มป่อย ชะมวง เถาส้มกุ้ง ผลเถาคัน ตะลิงปลิง มะดัน และมะขามฝักอ่อน เป็นต้น

3. รสหวานอ่อนๆ มีสรรพคุณช่วยให้ชุ่มชื่น บำรุงกำลัง แต่ถ้ากินมากจะทำให้ลมขึ้น ท้องอืดเฟ้อ และง่วงเหงาหาวนอน ได้แก่ ดอกขจร ดอกข้าวสาร ผักเหมียง ยอดมะพร้าว ยอดเต่าร้าง ผักหวานป่า ผักหวานบ้าน เป็นต้น

4. รสขม สรรพคุณช่วยบำรุงร่างกาย ลดไข้ แก้เลือดเป็นพิษ ถอนพิษเบื่อเมา แต่ว่าไม่ควรกินมาก อาจทำให้อ่อนเพลีย ได้แก่ ผักขวง มะระขี้นก หน่อหวาย ดอกขี้เหล็ก ผักแปม ฟักข้าว เป็นต้น

5. รสเผ็ดร้อน สรรพคุณช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร แก้ปวดท้อง ท้องอืดเฟ้อ ถ้ากินมากเกินไป จะทำให้อ่อนเพลีย เช่น ขิง พริก ยี่หร่า กะเพรา โหระพา หูเสือ ผักไผ่ ผักคราด หัวแหวน เป็นต้น

6. รสหอมเย็น ช่วยบำรุงหัวใจ แก้ลม หน้ามืด ตาลาย ได้แก่ กระชาย เตยหอม เป็นต้น

7. รสมัน แก้อาการเส้นเอ็นพิการ ปวดเสียว เคล็ดขัดยอก อาการกระตุก หากกินมากไปอาจเป็นพิษได้ เช่น สะตอ เนียง กระพังโหม ผักเหมียง ขนุนอ่อน ถั่วพู ฟักทอง หัวปลี ไข่น้ำ เป็นต้น

คนไทยมีแบบแผนการบริโภคผักพื้นบ้านที่สัมพันธ์สอดคล้องกับฤดูกาลตามธรรมชาติ เพราะเชื่อว่าเป็นผลดีต่อสุขภาพ ทำให้สุขภาพสมดุล และปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ ซึ่งสัมพันธ์กับทัศนะการแพทย์แผนไทยที่ว่าร่างกายของมนุษย์ประกอบขึ้นด้วยธาตุทั้งสี่ คือ ธาตุดิน ธาตุน้ำ ธาตุลม และธาตุไฟ ธาตุแต่ละอย่างมีลักษณะและธรรมชาติที่แตกต่างกัน และธาตุทั้งสี่ยังเป็นแหล่งกำเนิดของโรค โรคจะบังเกิดกับธาตุใดธาตุหนึ่งจะต้องมีธรรมชาติภายนอกมากระทบ หรือมูลเหตุอื่นๆ (เช่น อาหาร อิริยาบถ อารมณ์ เป็นต้น) ทำให้ธาตุเสียสมดุล ก็จะเกิดการเจ็บป่วยขึ้น ธรรมชาติภายนอกที่สำคัญคือ ธรรมชาติของความร้อน ความเย็น ความหนาว เมื่อธรรมชาติภายนอกมากระทบธาตุสี่ภายใน หากร่างกายต้านทานไม่ไหวจะทำให้เจ็บป่วยได้ หรือธรรมชาติภายนอกเปลี่ยนแปลงรวดเร็วหรือรุนแรงมากไปจนธรรมชาติภายในเปลี่ยนแปลงไม่ทัน ก็เจ็บป่วยได้ เมื่อเราเข้าใจกฎเกณฑ์ดังนี้ เราควรปฏิบัติตนให้สอดคล้องกับธรรมชาติ จะทำให้หลีกเลี่ยงหรือบรรเทาอาการเจ็บป่วยได้

ตัวอย่างผักพื้นบ้านตามฤดูกาลที่มีขายในเขต กทม. และเขตปริมณฑล ตลอดทั้งปี

ผักหวานบ้าน ผักแขยง ผักกาดเขียว ใบยี่หร่า ยอดแค ตำลึง ผักชีลาว ผักบุ้งท้องนา ผักปลัง ผักไผ่ ยอดกระถิน ใบขี้เหล็ก ชะพลู ชะอม ผักกูด (ออกทุกฤดูกาล แต่นิยมกินหน้าแล้งเพราะรสชาติอร่อย) ผักกาดใบหยิก ใบยอ ใบเล็บครุฑ ผักคราด (แตกยอดสวยฤดูฝน) ดอกแค ผักพาย หัวปลี ถั่วพู ไหลบัว ผักกระเฉด คูน ถั่วพุ่ม สายบัว สะตอ (มีมากในฤดูฝน) ยอดมะพร้าว หน่อเหรียง น้ำเต้า หัวตาลอ่อน ขนุนอ่อน มะระขี้นก มะเขือเหลือง มะเขือจิ้มน้ำพริกต่างๆ มะอึก มะเขือพวง ลูกยอ

ฤดูร้อน ผักกระโดน ผักหวานป่า ใบชิงแมงดา ผักฮ้วนหมู เพกา มะรุม แตงโมอ่อน ลูกผักปลัง แตงไทยอ่อน ผักเชียงดา เทา (มีนาคม-พฤษภาคม)

ฤดูฝน ใบมะขามอ่อน ดอกขจร เห็ดสารพัดชนิด เช่น เห็ดเผาะ เห็ดตับเต่า เห็ดระโงก เห็ดขอนขาว เห็ดผึ้ง หน่อไม้ต่างๆ เช่น หน่อไม้ไผ่รวก หน่อไผ่สีสุก ผักเสี้ยน ผักโขม ใบทองหลาง ยอดกระทกรก หูปลาช่อน ผักติ้ว ยอดฟักทอง สันตะวา ใบบัวบก ชะมวง ผักแว่น ยอดอ่อนและใบอ่อนมะกอก ยอดมะระขี้นก ส้มป่อย ใบกระเจี๊ยบ ยอดมะม่วงหิมพานต์ ใบตับเต่า ใบย่านาง ยอดมะดัน และลูกมะดัน (ปลายฤดูฝน) สะเดาดิน ดอกโสน ดอกกระเจียว

ดอกนางลาว ดอกข้าวสาร ดอกขี้เหล็ก ดอกข่า หน่อข่าอ่อน (ปลายฤดูฝน) หน่อหวาย บวบหอม ลูกเนียง มะแว้งเครือ อีรอก ผักหนาม ผำ

ฤดูหนาว สะเดา ผักขี้หูด ผักเฮือด ลูกมะกอก มะเขือส้ม

อาหารพื้นบ้านเพื่ออายุวัฒนะ

คงไม่มีผู้ใดกล้าปฏิเสธว่าอาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญของการมีอายุที่ยืนยาว ปราศจากโรคภัย ดังนั้นความพิถีพิถันและใส่ใจในเรื่องของอาหารที่รับประทานแต่ละมื้อ จึงเป็นสิ่งที่ผู้รักสุขภาพในยุคปัจจุบันหันมาให้ความสำคัญมากขึ้น

การใช้ผักพื้นบ้านเพื่อสุขภาพนั้น คือการนำผักพื้นบ้านที่ใช้ประกอบอาหารอยู่ในชีวิตประจำวันมาบริโภคเพื่อให้เกิดประโยชน์ในแง่ของการป้องกันโรคต่างๆ และเพื่อการส่งเสริมสุขภาพ เนื่องจากผักพื้นบ้านมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้

คุณค่าทางโภชนาการของผักพื้นบ้าน

สารอาหารที่พบมากในผักพื้นบ้านและผักทั่วไปมีหลายชนิด ที่สำคัญๆ ได้แก่ แร่ธาตุและวิตามินต่างๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายของคนเรามาก คือช่วยให้อวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ทำงานได้ตามปกติ แร่ธาตุและวิตามินในพืชผักที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

1) แคลเซียม ร่างกายของมนุษย์มีแคลเซียมมากกว่าแร่ธาตุชนิดอื่นๆ ถ้าคิดโดยน้ำหนักแล้ว แคลเซียมในร่างกายมีอยู่ประมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักร่างกายทั้งหมด เป็นส่วนประกอบสำคัญจำเป็นของกระดูกและฟัน แคลเซียมในอาหารดูดซึมได้ร้อยละ 30-50 วิตามินดี โปรตีนและวิตามินซีในอาหารช่วยให้แคลเซียมดูดซึมได้ดีขึ้น ความต้องการแคลเซียมสำหรับผู้ใหญ่ต้องการวันละ 800 มิลลิกรัม

ผักที่มีแคลเซียมสูง ได้แก่ ใบชะพลู ผักแพว ใบยอ ยอดแค ผักกระเฉด สะเดา สะแล หน่อเหลียง มะเขือพวง ขี้เหล็ก ใบเหลียง ผักแล้ว กระถิน ตำลึง ผักฮ้วน

2) ฟอสฟอรัส เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน 85-90% อยู่ในสภาพของแคลเซียมฟอสเฟตที่ไม่ละลาย ทำให้ฟันและกระดูกแข็งแรง อีก 10-15% มีอยู่ทั่วไปในร่างกาย ผักที่มีแคลเซียมสูงมักจะเป็นแหล่งของธาตุฟอสฟอรัสด้วย ความต้องการธาตุฟอสฟอรัสปกติ ควรได้รับประมาณวันละ 800 มิลลิกรัม เท่ากับปริมาณแคลเซียม

3) ธาตุเหล็ก เป็นส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดง ส่วนที่เรียกว่า ฮีโมลโกลบิน ซึ่งจะเป็นตัวพาออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย และพาคาร์บอนไดออกไซด์กลับไปยังปอดเพื่อขับถ่ายออก ถ้าร่างกายได้รับธาตุเหล็กไม่เพียงพอจะทำให้เกิดภาวะโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็กได้ ความต้องการธาตุเหล็ก : เด็ก 10-12 มิลลิกรัม/วัน ผู้ใหญ่ชาย 10 มิลลิกรัม/วัน ผู้ใหญ่หญิง วันละ 15 มิลลิกรัม/วัน

ผักพื้นบ้านที่มีธาตุเหล็ก ได้แก่ ผักกูด ขมิ้นขาว ผักแว่น ใบแมงลัก ใบโหระพา ผักเม็ก ยอดมะกอก กระถิน ชะพลู ขี้เหล็ก ผักแขยง

4) วิตามินเอ เป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการจำนวนน้อย แต่ขาดไม่ได้ ถ้าขาดจะทำให้อวัยวะต่างๆ ในร่างกายทำงานผิดปกติและเกิดโรคได้

ผักพื้นบ้านที่ให้วิตามินเอสูง ได้แก่ ใบย่านาง ยอดแค กระถินอ่อน ยอดสะเดา ผักหวาน ฟักทองยอดอ่อน ใบขี้เหล็ก ใบบัวบก ใบยอ ใบชะพลู ใบแมงลัก

5) วิตามินซี มีมากในผักสดและผลไม้ทั่วไป ผักสดมีวิตามินซีสูงมาก โดยเฉพาะในใบตอนส่วนยอด และเมล็ดกำลังจะงอก เช่น ถั่วงอก วิตามินซีจะละลายง่ายและไม่ทนความร้อน การหุงอาหารที่ไม่ถูกหลักโภชนาการอาจทำให้สูญเสียวิตามินนี้ได้ง่ายที่สุด ผักพื้นบ้านที่มีวิตามินซีสูง ได้แก่ ดอกขี้เหล็ก ผักฮ้วน มะรุม พริก ยอดสะเดา ใบเหลียง มะระขี้นก ผักหวาน ผักเขียวปลี ผักกะโดน ผักขี้หูด ผักแพว

นอกจากให้คุณค่าทางโภชนาการแล้ว ผักพื้นบ้านยังให้กากใยอาหาร ซึ่งจะดูดซับไขมัน ทำให้ไขมันดูดซึมเข้าสู่ร่างกายน้อย จึงทำให้ลดระดับไขมันในเลือดได้ ใยอาหารยังช่วยขับถ่ายไม่ให้ท้องผูก ช่วยให้การเคลื่อนไหวของลำไส้ดีขึ้น ป้องกันไม่ให้เกิดโรคริดสีดวงทวาร ท้องผูกเรื้อรัง ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ แต่ผักพื้นบ้านบางชนิดมีสารออกซาเลตสูง เช่น ผักโขม ผักติ้ว ผักเม็ก ผักหวานป่า ใบชะพลู เป็นต้น ต้องรับประทานร่วมกับเนื้อสัตว์ เพราะจากการวิจัยพบว่า ถ้าร่างกายได้รับสารออกซาเลตหรือกรดออกซาลิคในปริมาณสูง แต่ได้รับสารฟอสเฟตจากเนื้อสัตว์น้อยก็จะเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ

สารต้านอนุมูลอิสระจากผักพื้นบ้าน

สารต้านอนุมูลอิสระมีความสำคัญในแง่ปกป้องร่างกายของเราไม่ให้แก่เร็ว ช่วยป้องกันโรคเสื่อมต่าง ๆ ตั้งแต่โรคข้อ โรคหัวใจ โรคอัมพาต และโรคมะเร็ง สารต้านอนุมูลอิสระยังช่วยรักษาอาการของโรคที่เกี่ยวเนื่องกับภูมิต้านทาน เช่น ช่วยบรรเทาอาการแพ้อากาศ ช่วยในการป้องกันโรคข้อรูมาตอยด์ เป็นต้น

สารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญๆ ที่พบในผักพื้นบ้าน ได้แก่ เบต้า-คาโรทีน และวิตามินซี

1) เบต้า-คาโรทีน เป็นวิตามินเอที่พบเฉพาะในพืช เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงป้องกันมะเร็งได้ดี ทั้งยังเป็นสารที่สามารถกระตุ้นภูมิต้านทาน ในขณะเดียวกันเบต้า-คาโรทีนจะทำให้เซลล์ร่างกายแข็งแรงขึ้น เป็นการชะลอความชรา และป้องกันการกลายไปเป็นเซลล์มะเร็งได้

ผักใบเขียวจัดๆ จะมีเบต้า-คาโรทีนในปริมาณมาก ผักพื้นบ้านที่มีเบต้า-คาโรทีนมาก เช่น ใบยอ ใบย่านาง ใบชะพลู ใบตำลึง ใบบัวบก ใบแมงลัก ใบเหมียง ผักกูด ผักชีลาว ผักแพว ผักแว่น ยอดแค ใบขี้เหล็ก ใบกะเพรา

2) วิตามินซี พบในผักสดและผลไม้สดทุกชนิด วิตามินซีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มความแข็งแกร่ง และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเม็ดเลือดขาว ช่วยบรรเทาอาการของภูมิแพ้ ช่วยระบายท้อง ช่วยป้องกันการแข็งตัวและการอุดตันของเส้นเลือด จึงป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ และอัมพาต ช่วยสมานแผล ช่วยรักษาอาการหวัด คลายเครียด วิตามินซีมีมากในความสด ซึ่งสดเท่าไรยิ่งมีวิตามินซีมากเท่านั้น

ตัวอย่างผักพื้นบ้านที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผักพื้นบ้านที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ผักพื้นบ้าน	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	ผักพื้นบ้าน	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
กระโดนบก	+++	ดอกโสน	+
ถั่วแปบ	+	ใบขี้เหล็ก	+
ใบชะพลู	+	ใบชะอม	+
ใบบัวบก	+	ใบยอ	+
ผักกระเฉด	++	ผักโขมไทย	+
ผักชีฝรั่ง	+	ผักชีลาว	+
ผักติ้ว	++	ผักไผ่	+
ผักเม็ก	+++	ผักเสี้ยน	+
ผักเสี้ยว	+	ฝักและยอดกระถิน	+++
พริกไทยสด	++	ยอดพริก	+
ยอดสะเดา	++	สะตอ	+
สะแล	+	หอมแหย้	+

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ : +++ สูง, ++ ปานกลาง, + น้อย

ที่มา: ลลิตา ธีระสิริ, 2543

จากการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์พบว่า ผักพื้นบ้านหลายชนิดมีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ต้านโรคต่างๆ หรือมีแนวโน้มที่สามารถส่งเสริมสุขภาพให้แข็งแรง ห่างไกลจากโรคร้ายต่างๆ ได้ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 6 และตัวอย่างผักพื้นบ้านที่มีสรรพคุณทางยาต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 7-13

ตารางที่ 6 แสดงบทบาทในการรักษาโรคของผักพื้นบ้าน

ผักพื้นบ้าน	สารออกฤทธิ์	บทบาทในการรักษาโรค
กระชาย	camphene, thujene, zingerone, citral, methyl gingerol, shogaol,	ช่วยย่อย ขับลม แก้ท้องอืด แก้หืด แก้ไอ บำรุงน้ำนม
กระเทียม	allicin, allyl disulphide	ต้านการอักเสบ ลดคอเลสเตอรอล
กะเพรา	volatile oil	ขับน้ำดี ช่วยย่อยไขมัน แก้จุกเสียด
ข่า	volatile oil, kaempferol	ขับลม แก้ท้องอืด ขับเสมหะ
ขิง	borneol, fenchone, 6-gingerol, 6-shogaol	ขับลม ขับน้ำดี แก้คลื่นไส้อาเจียน
ขี้เหล็ก	anthraquinones, barakol	ยาระบาย ระงับประสาท ช่วยให้นอนหลับ
ดีปลี	piperine, chavicine	แก้ท้องอืด ขับเสมหะ กระตุ้นประสาท
ตะไคร้	volatile oil	ขับลม ขับปัสสาวะ
ถั่วแปบ	dolichosterone	แก้อักเสบ
บัวบก	asiatic acid, madecassic acid	สมานแผล เร่งการงอกของเนื้อเยื่อ ระงับการเจริญของแบคทีเรีย
ผักคราด	spilanthol	ยาชาเฉพาะที่
ไพล	veratrole	ขยายหลอดลม รักษาหอบหืด
พริกไทย	piperine	กระตุ้นประสาท
มะระขี้นก	charantin	ลดน้ำตาลในเลือด
มะละกอ	papain carpaine	ช่วยย่อยเนื้อสัตว์ บำรุงหัวใจ
ย่านาง	alkaloids (เช่น tiliacorine)	ลดไข้
ยี่หร่า	carvone	ขับลม
สมอไทย	anthraquinones	ยาระบาย
สะเดา	nimbolide	ฆ่าเชื้อมาลาเรียในหลอดทดลอง
สะระแหน่	volatile ois	ขับลม แก้ท้องอืด
สับปะรด	bomelin	เอนไซม์ย่อยโปรตีน

ที่มา: ลลิตา ธีระสิริ, 2543

นอกจากนี้ หากจำแนกผักพื้นบ้านตามประโยชน์ในการใช้เป็นสมุนไพรเพื่อป้องกันหรือรักษาโรค หรืออาการต่างๆ ที่ไม่รุนแรง ตามแนวสมุนไพรเพื่อใช้ในการสาธารณสุขมูลฐาน ก็สามารถจำแนกได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 7 แสดงผักพื้นบ้านที่มีสรรพคุณแก้ท้องเสีย

ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประโยชน์ทางยา	ประโยชน์ทางอาหาร	สารอาหาร
1. กล้วย	*Musa spp.* Musaceae	**ผลดิบ** มีแทนนินแก้ท้องเสีย สมานแผล **ผลสุก** มีเพกตินช่วยระบายท้อง **หัวปลี** แก้โลหิตจาง ลดความดัน บำรุงน้ำนม แก้ร้อนใน **ใบ** อังไฟประคบแก้ปวดเมื่อย	**หยวกกล้วย** แกงกะทิ หรือกินสดกับน้ำพริก **หัวปลี** กินสดกับเต้าเจี้ยวหลน ผัดไทย **ผลดิบ** ทำส้มตำ แกงกะทิ **ผลสุก** กินสด นำมาเชื่อม แกงบวด ย่าง ต้ม กวน ฉาบ	คาร์โบไฮเดรต (ซูโครส ฟรุคโตส กลูโคส) เหล็ก โปแตสเซียม
2. กระโดนน้ำ (ตอง, ปุยสาย)	*Barringtonia acutangula* (L.) Gaertn. Lecythidaceae	**เปลือกต้น** แก้ท้องเสีย (มีแทนนินสูงถึง 16%) **ราก** เป็นยาระบายอ่อนๆ **เมล็ด** บดผสมกับขิงเพื่อขับเสมหะ	**ยอดอ่อน และดอกอ่อน** ลวกจิ้มน้ำพริกปลาร้า แกงผักรวม ผักสดแกล้มลาบ	วิตามินเอ
3. แค	*Sesbania glandiflora* (L.) Poir. Fabaceae	**เปลือกต้น** แก้ท้องเสีย **ใบ** เป็นยาระบาย **ยอดและดอก** แก้ไข้หัวลม	ใช้เป็นผักจิ้มน้ำพริก แกงส้ม แกงแค	ยอดและดอก มีแคลเซียม เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบี 2

ตารางที่ 8 แสดงผักพื้นบ้านที่มีสรรพคุณแก้ท้องผูก

ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประโยชน์ทางยา	ประโยชน์ทางอาหาร	สารอาหาร
1. มะขาม (หมากแกง)	*Tamarindus indica* Fabaceae	**เนื้อในฝักแก่** เป็นยาระบาย ขับเสมหะ **เมล็ด** ขับพยาธิในลำไส้	**ยอดอ่อน และดอกอ่อน** ใส่ในต้มโคล้ง ต้มยำ **ฝักอ่อน** ทำน้ำพริกมะขาม **ฝักแก่** กินเป็นผลไม้ ทำมะขามเปียกสำหรับปรุงอาหาร	วิตามินซี (โดยเฉพาะยอดอ่อน)
2. ขี้เหล็ก (ผักจี้สี้)	*Senna siamia* (Lam.) Irwin&Barneby Fabaceae	**ช่อดอกและยอดอ่อน** เป็นยาระบาย ช่วยให้นอนหลับ **ราก** ช่วยแก้ไข้	**ยอดอ่อน และช่อดอก** ต้มจิ้มน้ำพริกปลาร้า แกงกับปลาย่าง หรือแกงกับใบย่านาง แกงบวน	ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบีสอง โปรตีน
3. ผักปลัง (ผักปั๋ง)	*Basella rubra L.* Fabaceae	**ยอดอ่อน และช่อดอก** แก้ท้องผูก แน่นท้อง **ทั้งต้น** ช่วยขับปัสสาวะ	ใช้เป็นผักจิ้มน้ำพริก แกง (ใส่แหนม) แกงเลียง	วิตามินเอ

ตารางที่ 9 แสดงผักพื้นบ้านที่มีสรรพคุณแก้ท้องอืดท้องเฟ้อ

ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประโยชน์ทางยา	ประโยชน์ทางอาหาร	สารอาหาร
1. ขมิ้นขาว	*Curcuma mangga* Zingiberaceae	**เหง้า** มีน้ำมันหอมระเหย ช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร ลดอาการท้องอืดเฟ้อ	**เหง้า** ผักสดกินกับน้ำพริก ใส่ยำ แกง -	ฟอสฟอรัส เหล็ก
2. ผักขี้หูด	*Raphanus sativus* L. Brassicaceae	**ใบ ต้น และเมล็ด** แก้ท้องอืดเฟ้อ อาหารไม่ย่อย **ดอก** ขับน้ำดี **รากสุก** ยาระบาย สมานลำไส้	**ช่อดอกอ่อนและฝัก** ต้มหรือลวกจิ้มน้ำพริก แกงแค ยำจิ้นไก่ แกงส้ม แกงป่า	วิตามินซี
3. ช้าพลู (ชะพลู) (ผักแค ผักพลูนก)	*Piper sarmentosum* Roxb. Piperaceae	**ใบ** ขับลม แก้ท้องอืดเฟ้อ บำรุงธาตุ **ราก** ขับเสมหะ	**ใบอ่อน** กินเป็นผักสดกับลาบ ส้มตำ ใส่ในแกงเนื้อ แกงแค ข้าวยำ แกงคั่วหอยขม เมี่ยงคำ	แคลเซียม เหล็ก ไนอะซิน
4. สะค้าน (จะค้าน)	*Piper interruptum* Opiz. Piperaceae	**เถา ต้น และใบ** ขับลม แก้จุกเสียด บำรุงธาตุ **ราก** แก้ไข้ หอบหืด	**แก่น** เป็นเครื่องเทศ (ใส่ในแกงขนุน แกงแค) **ใบ** ใส่ในลาบ ก้อย หรือกินเป็นผักเพื่อดับกลิ่นคาว	-

กองการแพทย์ทางเลือก
กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก

ตารางที่ 10 แสดงผักพื้นบ้านที่มีสรรพคุณแก้ไข้

ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประโยชน์ทางยา	ประโยชน์ทางอาหาร	สารอาหาร
1. ผักกูด (กูดกิน)	*Diplazium esculentum* Athyriaceae	**ใบ** แก้ไข้ ตัวร้อน บำรุงสายตา บำรุงโลหิต	**ยอดอ่อน** ยำ ผัดน้ำมันหอย แกงส้ม แกงเลียง ลวกจิ้มน้ำพริก	เหล็ก วิตามินเอ วิตามินบีหนึ่ง
2. ผักเชียงดา (ผักเชียงดา เจียงดา)	*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne. Asclepiadaceae	**ช่อดอกและยอดอ่อน** เป็นยาระบาย ช่วยให้นอนหลับ **ราก** ช่วยแก้ไข้	**ยอดอ่อน** ลวกจิ้มน้ำพริก แกงร่วมกับผักอื่นๆ (ผักดีด ชะอม ผักเสี้ยว)	ฟอสฟอรัส วิตามินเอ วิตามินซี
3. ตำลึง (ผักแคบ)	*Coccinia grandis* (L.) Voigt Cucurbitaceae	**ใบ** ผสมยาเขียว ลดไข้ ถอนพิษ ขับเสมหะ **ยอดอ่อน** บรรเทาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ	ใช้เป็นผักจิ้มน้ำพริก แกง (ใส่แหนม) แกงเลียง	วิตามินเอ (ผลดิบ)

ตารางที่ 11 แสดงผักพื้นบ้านที่มีสรรพคุณแก้ไอ

ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประโยชน์ทางยา	ประโยชน์ทางอาหาร	สารอาหาร
1. มะแว้งเครือ	*Solanum trilobatumL.* Solanaceae	**ผล** แก้ไอ เจ็บคอ ขับเสมหะ เจริญอาหาร **ทุกส่วน** เป็นส่วนผสมในยาต้มแก้มะเร็ง	**ยอดอ่อน และผลอ่อน** กินสด หรือนำมาลวก หรือเผาไฟ ก่อนกินกับน้ำพริก หรือทุบใส่ในแกงหรือน้ำพริก	ฟอสฟอรัส ไนอะซิน
2. ผักขาเขียด (ผักฮี้น)	*Monochoria vaginalis* (Burm.f.) C. Presl ex Kunth Ponteridiaceae	**ใบ** คั้นน้ำกินแก้ไอ ขับปัสสาวะ หรือนำมาตำพอกฝี	**ยอดอ่อน และใบอ่อน** กินสดกับน้ำพริก	วิตามินเอ

ตารางที่ 12 แสดงผักพื้นบ้านที่มีสรรพคุณแก้ปวดฟัน

ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประโยชน์ทางยา	ประโยชน์ทางอาหาร	สารอาหาร
1. ผักคราดหัวแหวน (ผักเผ็ด)	*Spilanthes acmella* Murr. Asteraceae	**ช่อดอกและใบ** แก้ปวดฟัน ทั้งต้นแก้ไข้ในเด็ก แก้พิษ แก้ปวดฟัน เจริญอาหาร ขับลมในกระเพาะ	**ยอดอ่อน** กินเป็นผักสดกับน้ำพริก ลาบ ส้มตำ ใส่ในแกงแค	-

ตารางที่ 13 แสดงผักพื้นบ้านที่มีสรรพคุณเจริญอาหาร

ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประโยชน์ทางยา	ประโยชน์ทางอาหาร	สารอาหาร
1. ผักแพรว (ผักไผ่)	*Polygonum odoratum* Lour. Polygonaceae	ช่วยเจริญอาหาร ขับลมในกระเพาะ	**ยอดอ่อน** ใส่ในต้มยำและลาบ	วิตามินเอ ฟอสฟอรัส
2. เพกา (มะลิดไม้)	*Oroxylum indicum* (L.) Kurz Bignoniaceae	**ทุกส่วน** ช่วยเจริญอาหาร **เมล็ดแก่** ยาระบาย แก้ไอ ขับเสมหะ แก้ร้อนใน **รากและเปลือกต้น** แก้ท้องร่วง แก้ไข้	**ยอดอ่อน และกลีบดอก** ต้มกินกับน้ำพริก หรือลาบ **ฝักอ่อน** ต้มหรือย่างไฟ กินกับน้ำพริก	-
3. มะระขี้นก (มะห่อย)	*Momordica charanthia* L. Cucurbitaceae	**ผล** ช่วยเจริญอาหาร แก้ไข้ ช่วยลดน้ำตาลในเลือด **ใบ** ยาระบายอ่อนๆ ขับพยาธิ	**ยอดอ่อน** กินเป็นผักสด หรือลวกจิ้มน้ำพริก แกงเลียง **ผลอ่อน** กินเป็นผักสด หรือต้มจิ้มน้ำพริก ผัดกับไข่	ฟอสฟอรัส วิตามินบีหนึ่ง (ยอดอ่อน) วิตามินซี (ผล)
4. สะเดา (สะเลียม)	*Azadirachta indica* A. Juss.Meliaceae	เจริญอาหาร บรรเทาความร้อน บำรุงธาตุ	**ยอดอ่อน และช่อดอก** สดหรือลวก กินกับน้ำปลาหวาน หรือจิ้มน้ำพริก	เหล็ก ไนอะซิน วิตามินเอ วิตามินซี

กองการแพทย์ทางเลือก
กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของผักพื้นบ้านและเครื่องเทศบางชนิด

1) กล้วยน้ำว้า *Musa sapientum* Linn. (Family Musaceae)

สรรพคุณ ผลกล้วยดิบ รสฝาด มีฤทธิ์ฝาดสมาน แก้ท้องเสีย ฆ่าเชื้อราในช่องปาก กล้วยสุก ช่วยระบายท้อง รักษาแผลในกระเพาะอาหาร

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

1.1 องค์ประกอบทางเคมี

- กล้วยดิบ พบสาร tannin, serotonin, norepinephrine, dopamine และ catecholamine
- กล้วยสุก พบ pectin, essential oil, norepinephrine และ organic acids

1.2 ข้อควรระวัง

- การรับประทานกล้วยดิบเพื่อรักษาอาการท้องเสีย หากรับประทานมากเกินไป อาจมีอาการท้องอืดเฟ้อ ป้องกันได้โดยใช้ร่วมกับสมุนไพรที่มีฤทธิ์ขับลม เช่น ขิง พริกไทย เป็นต้น

2) ขมิ้นขาว *Curcuma mangga* Valeton & Zijp (Zingiberaceae)

สรรพคุณ เหง้า มีน้ำมันหอมระเหยช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร ลดอาการท้องอืดเฟ้อ

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

2.1 องค์ประกอบทางเคมี

- น้ำมันหอมระเหยที่มีสารกลุ่ม monoterpenes (91.2%) เป็นองค์ประกอบหลัก สารสำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ myrcene (78.6%), (E)- β-ocimene (5.1%), β-pinene (3.7%) และ α-pinene (2.9%)
- curcuminoids ได้แก่ curcumin, demethoxycurcumin และ bisdemethoxycurcumin

2.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สารสกัดด้วยน้ำมีผลเพิ่ม fluidity ของเลือดในหลอดทดลอง ดังนั้นจึงเชื่อว่าขมิ้นขาวมีศักยภาพลดอุบัติการณ์ภาวะเลือดแข็งตัวได้
- สารสกัดเหง้าขมิ้นขาวมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน เมื่อทดสอบด้วย Thiocyanate และ TBA methods

3) ขี้เหล็ก *Cassia siamea* Britt. (Family Leguminosae)

สรรพคุณ ดอกตูมและใบอ่อนรสขม ช่วยระบายท้อง แก่นเป็นยาระบาย และดอกตูม ช่วยทำให้นอนหลับ เจริญอาหาร

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

3.1 องค์ประกอบทางเคมี

- ใบอ่อน และดอก พบสารกลุ่ม chromone ได้แก่ barakol
- ใบ พบ anthraquinones ที่สำคัญได้แก่ rhein, sennoside, chrysophanol, aloe-emodin

3.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สาร anthraquinones ออกฤทธิ์เป็นยาระบาย
- สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ของใบขี้เหล็กมีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง ทำให้สัตว์ทดลองมีอาการซึม เคลื่อนไหวช้า ชอบซุกตัว แต่ไม่หลับ

นำสารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ของใบขี้เหล็กมาทดลองใช้กับผู้ป่วยที่มีอาการกระวนกระวาย นอนไม่หลับ พบว่าสามารถออกฤทธิ์สงบประสาทได้ดี ช่วยให้นอนหลับ และระงับอาการทางประสาทได้

4) ชะมวง *Garcinia cowa* Roxb. (Guttiferae)

สรรพคุณ ใบและผล รสเปรี้ยว ช่วยระบายท้อง แก้ไข้ กัดฟอกเสมหะ แก้ธาตุพิการ ใบผสมกับยาชนิดอื่น ปรุงเป็นยาขับเลือดเสีย ส่วนราก ใช้แก้ไข้

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

4.1 องค์ประกอบทางเคมี

- ผล พบสารกลุ่ม xanthones ได้แก่ β-mangostin, 1-hydorxy-3,6, 7-trimethoxy-2,8-bis-(3-methyl-2-butenyl) xanthone, 1, 3-dihydroxy-6,7-dimethoxy-2,8-bis-(3-methyl-2-butenyl) xanthone, 7-O-methylgarcinone E, 1,6-dihydroxy-7-methoxy-5,8-bis--(3-methyl-2-butenyl)-6',6'-dimethyl pyrano-(2',3':3,2) xanthone และ 1,6-dihydroxy-7-methoxy-8-(3-methyl-2-butenyl)-6',6'-dimethylpyrano-(2',3':3,2) xanthone
- ใบ ผล และ เปลือก พบ organic acid ที่สำคัญ ได้แก่ hydroxycitric acid, (-)-hydroxycitric acid lactone และ oxalic acid และ citric acid

- น้ำยาง พบ xanthones 5 ชนิด ได้แก่ cowagarcinone A-E
- ผล พบ tetraoxygenated xanthones ได้แก่ cowaxanthones A-E

4.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สารสกัดด้วย hexane และ chloroform ของเปลือกผลชะมวง มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา Aspergillus flavus ด้วยค่า MIC 3000 ppm นอกจากนี้สารสกัดทั้งสองส่วนยังสามารถยับยั้งการสร้าง aflatoxin B1 ได้ 100% ด้วยความเข้มข้น 2000 ppm

5) ช้าพลู (ชะพลู) *Piper sarmentosum* Roxb. (Family Piperaceae)

สรรพคุณ ใบ ขับลม แก้ท้องอืดเฟ้อ บำรุงธาตุ
ราก ใช้ขับเสมหะ

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

5.1 องค์ประกอบทางเคมี

- ผล พบสารกลุ่ม amides ได้แก่ guineensine, brachystamide B, sarmentine, brachyamide B,1-piperettyl pyrrolidine, 3',4',5'-trimethoxycinnamoyl pyrrolidine และ sarmentosine สารกลุ่ม lignans ได้แก่ (+)-asarinin และ sesamin และสารอื่นๆ ได้แก่ stigmasterol,
β-sitosterol, methyl piperate และ 1-(3,4-methylenedioxyphenyl)-1 E-tetradecene

5.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สารสกัดด้วยน้ำทั้งต้นของพืชมีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดในหนู (rats) ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย streptozotocin
- สารสกัดด้วยคลอโรฟอร์มมีฤทธิ์ต้านเชื้อมาลาเรีย

6) บัวบก *Centella asiatica* (L.) Urban (Family Umbelliferae)

สรรพคุณ กลิ่นหอม รสขมเล็กน้อย แก่อ่อนเพลีย เมื่อยล้า ลดอาการอักเสบมีฤทธิ์สมานแผล ทำให้แผลหายเร็ว แก้ท้องอืด ท้องเสีย

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

6.1 องค์ประกอบทางเคมี

- triterpenoid และ triterpenoid glycosides ได้แก่ asiaticoside, madecassoside, asiatic acid และ madecassic acid เป็นต้น

- saponins ได้แก่ brahmoside และ brahminoside
- pectin

6.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สารสกัดด้วย methanol จากส่วนเหนือดินของบัวบกมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งชนิด human gastric adenocarcinoma (MK-1) และ human uterineCarcinoma
- pectin ที่แยกได้จากบัวบก ซึ่งองค์ประกอบสำคัญเป็น arabinose, rhamnose, galactose, xylose และ galacturonic acid มีฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกัน (immunostimulating activity) ในหลอดทดลอง
- สารกลุ่ม triterpenes ที่พบมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุให้เกิดหนอง มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อรา และต้านการอักเสบได้
- สารสกัดบัวบกด้วยน้ำ (water extract) และ asiaticoside มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้าง nitric oxide (โดยมีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของ nitric oxide synthase) ซึ่งเป็นสาเหตุของแผลในกระเพาะอาหารในหนูทดลองได้

7) ปลังแดง *Basella rubra* L. (Fabaceae)

สรรพคุณ ยอดอ่อนและช่อดอก แก้ท้องผูก แน่นท้อง ทั้งต้น ช่วยขับปัสสาวะ

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

7.1 องค์ประกอบทางเคมี

- peptides ได้แก่ α- basrubrin และ β-basrubrin
- ผล พบ betacyanins ได้แก่ gomphrenin I, isogomphrenin I และ II และ gomphrenin III

7.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อรา พบว่า α-basrubrin และ β-basrubrin สามารถยับยั้ง HIV-1 reverse transcriptase ด้วย (% การยับยั้งคือ 79.4 ± 7.8% และ 54.6 ± 3.6%, ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 400 μM) นอกจากนี้ ทั้ง α-basrubrin และ β-basrubrin ยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อราที่แรงต่อ *Botrytis cinerea, Mycosphaerella arachidicola* และ *Fusarium oxysporum*

8) ผักกูด *Diplazium esculentum* (Family Athyriaceae)

สรรพคุณ ใบ แก้ไข้ ตัวร้อน บำรุงสายตา บำรุงโลหิต

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

8.1 องค์ประกอบทางเคมี

- flavanone glycoside ได้แก่ eriodictyol 5-O-Me ether 7-O-β-D-xylosylgalactoside
- triterpene acid ได้แก่ esculentic acid

8.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- การทดสอบหาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของยอดผักกูดทั้งสด และผ่านการทำให้สุกด้วยการต้ม เปรียบเทียบกับวิตามินอี พบว่า ผักกูดทั้งสด (สกัดด้วยน้ำ) และต้มสุกแล้ว มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูงกว่าวิตามินอี เมื่อทดสอบด้วยวิธี ferric thiocyanate (FTC) และ thiobarbituric acid (TBA)

9) ผักขี้หูด *Raphanus sativus* L. (Family Brassicaceae)

สรรพคุณ ใบ ต้น และเมล็ด แก้ท้องอืดเฟ้อ อาหารไม่ย่อย
ดอก ขับน้ำดี
รากสุก เป็นยาระบาย สมานลำไส้

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

9.1 องค์ประกอบทางเคมี

- สารกลุ่ม Isothiocyanates ได้แก่ 4-(Methylthio)-3-butenyl isothiocyanate (MTBITC), allyl isothiocayanate (AITC), benzyl isothiocyanate (BITC), และ phenethyl isothiocyanate (PEITC)
- เมล็ดพบโปรตีน ได้แก่ Rs-AFP1 และ Rs-AFP2

9.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สารสกัดผักขี้หูดด้วย hexane ได้สารกลุ่ม Isothiocyanates ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของเซลล์ที่ผิดปกติของหลอดเลือดหนูทดลอง (mouse aortic smooth muscle cell เป็น vascular smooth muscle cell ที่มักเป็นสาเหตุของโรคระบบหลอดเลือด เช่น ภาวะหลอดเลือดอุดตัน เป็นต้น) และยังกระตุ้นกระบวนการ apoptosis ด้วย
- โปรตีนจากเมล็ด คือ Rs-AFP1 และ Rs-AFP2 ซึ่งเป็นโปรตีนขนาดเล็ก ที่มีกรดอะมิโน cysteine เป็นองค์ประกอบหลัก มีฤทธิ์ต้านเชื้อราได้หลายชนิด
- สารสกัดจากใบมีฤทธิ์กระตุ้นการบีบตัวของลำไส้เล็กของหนูทดลองแบบขึ้นกับความเข้มข้น (0.3-5.0 mg/ml) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับตำรายาแผนโบราณที่ใช้ใบขี้หูดแก้อาการท้องผูก

10) ผักคราดหัวแหวน *Spilanthes acmella* (L.) Murr (Family Compositae)

สรรพคุณ รสเผ็ด แก้ไข้ ยาพื้นบ้านใช้อุดแก้ปวดฟัน ขับปัสสาวะ แก้บิด ระงับไอ

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

10.1 องค์ประกอบทางเคมี

- ใบ ช่อดอก ก้านช่อ และดอก มีสารกลุ่ม alkyl amides ที่สำคัญ ได้แก่ spilanthol ซึ่งมีฤทธิ์เป็นยาชาเฉพาะที่

10.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- การทดสอบฤทธิ์เป็นยาชาเฉพาะที่ในสัตว์ทดลองและคนปกติโดยใช้สารสกัดทั้งต้นด้วยแอลกอฮอล์ เทียบกับยาชา lidocaine พบว่าได้ผลเร็วกว่า แต่ระยะเวลาการออกฤทธิ์สั้นกว่า

11) ผักเชียงดา *Gymnema inodorum* Decne. (Family Asclepiadaceae)

สรรพคุณ แก้ไข้ มีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด ต้าน rheumatoid arthritis เกาต์ และมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

11.1 องค์ประกอบทางเคมี

- วิตามินอี
- triterpenoid glycosides ได้แก่ อนุพันธ์ของ (3β,4α,16β)-16,23,28-trihydroxyolean-12-en-3-yl-β-D-glucopyranosiduroic acid
- saponins

11.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- จากการศึกษาเบื้องต้นถึงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของพืชไทยที่กินได้ โดยใช้วิธี β-carotene bleaching พบว่า ผักเชียงดามีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่สูง
- การศึกษาฤทธิ์ลดการดูดซึมกลูโคสที่ลำไส้เล็กพบว่าเป็นผลจากอนุพันธ์ของ (3β,4α,16β)-16,23,28-trihydroxyolean-12-en-3-yl-β-D-glucopyranosiduroic acid

12) ผักไผ่ *Polygonum odoratum* Lour. (Family Polygonaceae)

สรรพคุณ ช่วยเจริญอาหาร ขับลมในกระเพาะ

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

12.1 องค์ประกอบทางเคมี

- น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากส่วนเหนือดิน มีองค์ประกอบหลัก คือ b-caryophyllene (36.5%), dodecanal (11.4%) และ caryophyllene oxide (8.2%)
- 2,3-dihydro-3-[(4-hydroxyphenol)methyl]-5,7-dihydroxy-6-methyl-8-methoxy-4H-1-benzopyran-4-one 10.1 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา
- 2,3-dihydro-3-[(4-hydroxyphenol)methyl]-5,7-dihydroxy-6-methyl-8-methoxy-4H-1-benzopyran-4-one มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง โดยเหนี่ยวนำให้เกิด bcl-2 phosphorylation ในเซลล์มะเร็งเช่นเดียวกับ Paclitaxel

12.2 ข้อควรระวัง

- เนื่องจากผักไผ่มีปริมาณสาร oxalate ในปริมาณสูง (680-2620 mg/100 g) หากรับประทานในปริมาณมากเป็นประจำอาจมีผลลดการดูดซึมแคลเซียมได้

13) ผักฮ้วนหมู *Dragea volubilis* Stapf (Family Asclepiadaceae)

สรรพคุณ ราก และเถา ทำให้อาเจียน ขับพิษได้
ใบ แก้น้ำร้อนลวก แก้บวม แก้ฝี

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

13.1 องค์ประกอบทางเคมี

- ใบ เปลือกผล และเมล็ด พบ erythroagglutinins
- glycosides ได้แก่ dregeosides H (I), Dp1 Da1, Gp1 และ Ga1
- oligosaccharide ได้แก่ dregeatriose
- ดอก พบ polyoxypregnane glycosides ได้แก่ volubiloside A, B และ C

13.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- erythroagglutinins มีฤทธิ์เป็น Anthelmintics โดยออกฤทธิ์ฆ่า larvae ของแมลง Haemonchus contortus

13.3 ความเป็นพิษ

- สารสกัดเมล็ดด้วยน้ำมีความเป็นพิษต่อตับหนูทดลองที่ถูกทำให้สลบด้วย ether เปรียบเทียบกับหนูกลุ่มควบคุมและหนูปกติ โดยพบว่าสารสกัดดังกล่าวมีผลเพิ่มปริมาณเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการ

ทำงานของตับหลายชนิด ได้แก่ gamma-glutamyl transferase และ alanine aminotransferase นอกจากนี้ สารสกัดจากเมล็ดยังมีผลทำให้เซลล์ตับ (hepatocyte) เปลี่ยนแปลงด้วย

14) พริกไทย *Piper nigrum* Linn. (Family Piperaceae)

สรรพคุณ ช่วยขับลมแก้ท้องอืด บำรุงธาตุ เป็นยาอายุวัฒนะ กระตุ้นความรู้สึกทางเพศ ช่วยดับกลิ่นคาว กระตุ้นความอยากอาหาร บรรเทาอาการนอนไม่หลับ ขับเสมหะ แก้ไอ สะอึก แก้รำมะนาด

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

14.1 องค์ประกอบทางเคมี

- น้ำมันหอมระเหย 1-3%
- Oleoresin 12-14%
- Alkaloids ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ทำให้พริกไทยมีกลิ่นฉุนและรสร้อนที่สำคัญ ได้แก่ piperine

14.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย
- เร่งให้ตับทำลายสารพิษมากขึ้น
- Piperine มีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลาง แก้ปวด ลดไข้ และต้านการอักเสบ โดยมีรายงานการศึกษาในหนูถีบจักร พบว่า piperine เสริมฤทธิ์ hexobarbital และต้านการชักของหนูได้
- Piperine สามารถกระตุ้นการหายใจที่ถูกกดโดย morphine และ pentobarbital ในสุนัขที่ทำให้สลบได้

15) เพกา *Oroxylum indicum* Vent. (Family Bignoniaceae)

สรรพคุณ ฝักอ่อน ขับลม บำรุงธาตุ
ฝักแก่ แก้ร้อนใน กระหายน้ำ
เมล็ดแก่ ระบายท้อง แก้ไอ ขับเสมหะ
เปลือกต้น สมานแผล แก้ร้อนใน แก้ท้องร่วง

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

15.1 องค์ประกอบทางเคมี

- เปลือกรากพบสารกลุ่ม naphthalene, flavonoids, steroids
- แก่น พบสาร prunetin และ β-sitosterol

- เปลือก พบ flavonoids ได้แก่ baicalein, chrysin และ naphtho quinone ได้แก่ lapachol
- ใบ พบ aloe-emodin

15.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สารสกัดด้วย dichloromethane ของเปลือกต้นและรากเพกามีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *(Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus)* เชื้อรา *(Candida albicans)* และต้านการอักเสบ
- สารสกัดเปลือกต้นด้วยแอลกอฮอล์มีศักยภาพเป็นสารต้านมะเร็ง เนื่องจากเมื่อทดสอบในหลอดทดลอง พบว่าสารสกัดดังกล่าวมีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็ง หลายชนิด และมีฤทธิ์ยับยั้งการแบ่งเซลล์ (Progression of cell cycle) เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วย sea urchin eggs assay
- สารสกัดเปลือกต้นด้วยเมทานอลที่มี Baicalein เป็นองค์ประกอบมีฤทธิ์ต้านการเกิดเนื้องอก (antimutagenicity) ของ Trp-P-1 ใน Ames test ด้วยค่า IC_{50} 2.78 ± 0.15 μM

16) พลูคาว *Houttuynia cordata* Thunb. (Family Saururaceae)

สรรพคุณ ทั้งต้นเป็นยาแก้โรคบิด โรคติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ แก้บวมน้ำ แก้ไอ ปอดอักเสบ
ใบ แก้กามโรค ขับพยาธิ ทำให้น้ำเหลืองแห้ง

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

16.1 องค์ประกอบทางเคมี

- น้ำมันหอมระเหย ซึ่งประกอบด้วย methyl-n-nonylketone, lauryl aldehyde และ capryl aldehyde
- ใบ พบสารกลุ่ม flavonoids
- ส่วนเหนือดินพบ (+)-Sesamin
- ไม่ระบุส่วน พบสารกลุ่ม flavonoids 0.6%, coumarins, saponins และ volatile oils (พืชสด 1.81 และพืชแห้ง 0.42%)

16.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- มีผู้ขอจดทะเบียนลิขสิทธิ์เครื่องสำอางครีมจากผักคาวตอง แก้ผิวหนังหยาบกร้าน และใช้ป้องกันผิวหนังแตกเป็นร่องได้ผล 68%

- น้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ต้านเชื้อ herpes simplex virus type 1, influenza virus โดยไม่ทำลายเซลล์
- สารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านการอักเสบเมื่อทดสอบกับหนูทดลองทั้งที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดการอักเสบด้วย carrageenan และ xylene
- สารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ยับยั้งปฏิกิริยา anaphylacsis และยับยั้งการทำงานของ mast cell
- สารสกัด flavonoids จากใบมีฤทธิ์เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งชนิด S-180
- สารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในหนูทดลองที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะเครียด ด้วยการให้หนูกิน oxidized frying oil (oxidized frying oil-fed model) และมีฤทธิ์ต้านการเกิดเนื้องอกซึ่งทดสอบด้วย Ames test

17) มะระขี้นก *Momordica charantia* Linn. (Family Cucurbitaceae)

สรรพคุณ เนื้อผลมีรสขม ช่วยเจริญอาหาร บำรุงน้ำดี แก้โรคของม้ามและตับ ขับพยาธิ น้ำคั้นจากผลมะระเป็นยาระบายอ่อนๆ แก้ปากเปื่อย ปากเป็นฝุย

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

17.1 องค์ประกอบทางเคมี

- ใบ มีสารรสขมชื่อ momordicin, resin และ alkaloids
- เมล็ดและใบ มีน้ำมันที่มีกลิ่นหอม carotene resin และ มี alkaloid คือmomordicine
- ผลสุก มี saponin มาก ทำให้คลื่นไส้ อาเจียน และท้องร่วง

17.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- จากการทดลองฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดของมะระขี้นก พบว่าน้ำคั้นจากผลสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้

17.3 ข้อควรระวัง

- น้ำคั้นจากผลอาจทำให้แท้งได้ ผลสุกเป็นพิษ มี saponin มาก ทำให้คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง และอาจตายได้

18) สะเดา *Azadirachta indica* A. Juss. Var. *siamensis Valeton* (Family Meliaceae)

สรรพคุณ รสขม

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

18.1 องค์ประกอบทางเคมี

- ไม่ระบุส่วนของพืช พบ azadirachtin, nimbin, salanin, meliantriol
- ช่อดอก พบ glycoside ได้แก่ nimbosterin พบน้ำมันหอมระเหยที่มีรสเผ็ดจัด และยังพบ nimbecetin และ nimbosterol ส่วนใบ พบ nimbolide

18.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สารสกัดด้วย ethanol มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งชนิด prostatecancer cells (PC-3) โดยการเหนี่ยวนำกระบวนการ apoptosis
- nimbolide มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อมาลาเรียในหลอดทดลอง

19) สะตอ *Parkia speciosa* Hass.k. (Mimosaceae)

สรรพคุณ เมล็ด ขับปัสสาวะ ช่วยลดน้ำตาลในเลือด กินเป็นประจำช่วยป้องกันโรคเบาหวาน

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

19.1 องค์ประกอบทางเคมี

- ฝัก (ไม่รวมเมล็ด) พบ stigmast-4-en-3-one
- เมล็ด พบ 1,2,4-trithiolane, 1,2,4,6-tetrathiepane, 1,2,3,5, 6-pentathiepane (lenthionine),1,2,4,5,7,8-hexathionane, 1,2,4,6,7-pentathiocane (tentatively assigned), djenkolic acid, dichrostachinic acid, lectin, thiamin, thioproline (thiazolidine-4-carboxylic acid; พบเฉพาะในเมล็ดต้มสุก แต่ไม่พบในเมล็ดดิบ)

19.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- สารสกัดโปรตีนจากเมล็ดสะตอมีผลลดอัตราการเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดของหนู (rat) ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย Alloxan นอกจากนั้นยังมีผลเป็นยาระบายในหนู โดยทำให้อุจจาระหนูอ่อนนิ่มขึ้น และมีผลกระตุ้นลำไส้ส่วน duodenum ของหนู
- เลคติน (lectin) จากเมล็ดสะตอมีฤทธิ์ทำให้เกิดการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดง ในหนู (rat) แต่ไม่มีผลต่อเม็ดเลือดแดงของคน

- เลคตินจากเมล็ดสะตอมีผลกระตุ้นการแบ่งตัวของลิมโฟไซต์ (lymphocyte proliferation) แต่ผลการกระตุ้นนี้มีฤทธิ์ค่อนข้างอ่อนเมื่อเทียบกับค่าที่เคย มีการรายงานไว้
- stigmast-4-en-3-one จากฝักสะตอหลังจากแกะเมล็ดออกแล้ว มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดหนูได้ 84% (จาก 400 มิลลิกรัม ของน้ำตาลในเลือดเป็น 1.70 มิลลิกรัม ของน้ำตาลในเลือด)

20) เหรียง *Parkia timoriana* Merr. (Leguminosae)

สรรพคุณ เปลือกต้น-เป็นยาสมานแผล ลดน้ำเหลือง
เมล็ด แก้ลมจุกเสียด บำรุงร่างกาย

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

20.1 องค์ประกอบทางเคมี

- เมล็ด พบ thioproline (thiazolidine-4-carboxylic acid; พบทั้งในเมล็ดต้มสุกและในเมล็ดดิบ) thiamin และ lectin

20.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

- เลคติน (lectin) ที่สกัดได้จากเมล็ดเหรียงที่เพาะให้งอกได้ 7 วัน มีฤทธิ์ทำให้เม็ดเลือดแดงของกระต่ายและหนูจับกลุ่มได้ (251.1 และ 3.9 หน่วยต่อมิลลิกรัมของเลคติน ตามลำดับ) แต่ไม่มีผลต่อเม็ดเลือดแดงของคน แกะ และห่าน ผลการทำให้เม็ดเลือดแดงจับกลุ่มนี้ ยับยั้งได้โดย methyl-alpha-D-mannosamine และ mannose ความเข้มข้น 3 มิลลิโมลาร์

20.3 ความเป็นพิษ

- จากการศึกษาผลของสารสกัดจากเมล็ดเหรียงในหนู (rat) พบว่า การบริโภค สารสกัดจากเมล็ดเหรียงร่วมกับอาหารปกติเป็นเวลานาน 107 สัปดาห์ มีผลต่อการเจริญของหนู และเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อวิทยาที่อวัยวะภายในของหนู

อาหารไทยวันนี้

การเปลี่ยนแปลงทางสังคม ภาวะทางเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันเป็นตัวกำหนดวัฒนธรรมทางอาหารตลอดจนทิศทางการทำธุรกิจอาหาร กล่าวคือ ความใกล้ชิดของแบบแผนการบริโภคมีมากขึ้น จากเดิมที่เคยประกอบอาหารเพื่อการบริโภคในครัวเรือน ซึ่งแม้แต่ชนชาติเดียวกันก็มี

ความต่างกันตามรสนิยม จารีต และวิธีการปรุง แต่ปัจจุบันกลายเป็นการซื้อหาสินค้าที่ต้องผ่านการผลิตแบบอุตสาหกรรม และบริโภคด้วยเหตุผลของความรีบเร่ง

ปัจจุบัน ผู้หญิงต้องออกไปทำงานนอกบ้าน เกิดการแข่งขันทั้งในหน้าที่การงาน ทั้งในการเดินทาง พ่อบ้านแม่บ้านทั้งหลายไม่มีเวลาและแรงพอที่จะกลับมาประกอบอาหารรับประทานเอง ครัวเรือนส่วนใหญ่จึงลดการประกอบอาหารลง ธุรกิจอาหารสำเร็จรูปจึงเข้ามาแบกรับภารกิจนี้แทน กอปรกับคนไทยจำนวนหนึ่งหันมาใช้ชีวิตและวัฒนธรรมแบบฝรั่ง โดยเฉพาะวัฒนธรรมการกินอาหารฝรั่งที่เห็นได้ชัดในเมืองไทยคืออาหารฟาสต์ฟู้ด ซึ่งขยายสาขาขึ้นมากมาย ทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด

นอกจากนี้ อาหารไทยเองก็ได้รับความนิยมจากชาวต่างประเทศมากขึ้น ดังจะเห็นว่ามีร้านอาหารไทยเปิดขึ้นมากมายในต่างประเทศ บางร้านปรุงแบบไทยแท้ บางร้านรสชาติเพี้ยนไป ตัวอย่างตำรับอาหารที่สร้างชื่อ เช่น ต้มยำไทย ที่ถือว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีสรรพคุณช่วยต้านมะเร็งหรือข้าวยำของภาคใต้ที่เป็นอาหารแห่งสุขภาพเนื่องจากประกอบด้วยสมุนไพรนานาชนิด

การวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

อาหารพื้นบ้านได้สะท้อนให้เห็นสภาพการดำรงอยู่นับแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น อันเนื่องมาจากผลกระทบจากหลายปัจจัยที่เชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน บทบาทอาหารพื้นบ้านในอดีตมีความสำคัญทั้งในแง่เป็นอาหาร เป็นเครื่องแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคน มีบทบาทสำคัญในงานบุญประเพณี พิธีกรรมต่างๆ และประการสำคัญคือทำให้คนมีความเคารพ และเห็นความสำคัญของระบบนิเวศที่อยู่แวดล้อมที่ให้ความมั่นคงทางด้านอาหาร ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทำให้อาหารพื้นบ้านขยายบทบาทในแง่เศรษฐกิจมากขึ้น

สำหรับอนาคตของอาหารพื้นบ้านไทย อาหารบางอย่างได้ถูกกลืนไปด้วยกระแสสังคม โดยเฉพาะอาหารที่มีกรรมวิธีการปรุงที่ยุ่งยาก และจะถูกแทนที่ด้วยอาหารที่ปรุงง่ายๆ แต่อย่างไรก็ตาม ท่ามกลางกระแสความวุ่นวายและการเปลี่ยนแปลงนี้ กลุ่มองค์กรที่มีความห่วงใยในกระแสอาหารทั้งของไทยและเครือข่ายต่างประเทศที่ได้ร่วมมือกันต่อต้านกระแสอาหารโลกที่จะไม่ให้ตกเป็นของคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง และร่วมกันหาแนววิธีที่จะทำให้คนไทยหันเข้าสู่ท้องถิ่น ทำการผลิตและการตลาดภายในท้องถิ่นด้วยระบบการพึ่งพาตัวเอง มีวิถีการผลิตที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับเศรษฐกิจแบบพอเพียง ซึ่งเป็นกระแสพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช

กรณีของผักพื้นบ้านซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของอาหารพื้นบ้าน ที่ปัจจุบันมีการนำมาบริโภคน้อยลง จะยังคงมีให้เห็นชัดเจนก็เฉพาะในท้องถิ่นชนบท กับแหล่งชุมชนผู้รักสุขภาพที่เริ่ม

หันมาใส่ใจสุขภาพด้วยการกินอาหารธรรมชาติมากขึ้นนั้น หากต้องการอนุรักษ์ให้ผักพื้นบ้านยังคงอยู่คู่กับอาหารพื้นบ้าน คู่กับชาติไทย คงต้องมีความร่วมมือกันทั้งส่วนราชการที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพ วงการวิชาการก็ควรสนับสนุนการวิจัยศึกษาคุณค่าของผักพื้นบ้านที่มีความน่าเชื่อถือถูกรับรองถึงคุณภาพ ความปลอดภัย ทั้งจากชุมชนและแวดวงวิทยาศาสตร์ สนับสนุนให้คนรุ่นใหม่ตระหนักถึงคุณค่าและหันมาบริโภคผักพื้นบ้านและอาหารพื้นบ้านมากขึ้น ก็น่าจะเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมความยั่งยืนในวัฒนธรรมประเพณีด้านอาหารของคนไทยให้คงอยู่สืบไป

บทสรุป

อาหารพื้นบ้านไทยมีความสำคัญต่อคนไทย ชาติไทย มิใช่เพียงแค่ความเป็นอาหารหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญของการมีชีวิตอยู่เท่านั้นแต่อาหารพื้นบ้านไทยยังเป็นสิ่งสะท้อนให้เห็นรากเหง้าความเป็นมา และวิวัฒนาการแห่งอารยธรรม วัฒนธรรม ประเพณี วิถีการดำเนินชีวิตของคนไทยเรานับแต่โบราณกาลจวบจนปัจจุบัน และยังเป็นแหล่งข้อมูลทางประวัติศาสตร์ที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งสำหรับนักประวัติศาสตร์โบราณคดีที่ต้องการจะสืบสาวถึงเรื่องราวในอดีตของชนชาติไทย ดังเช่นผู้ที่เคยกล่าวถึงคุณค่าของอาหารพื้นบ้านไทยไว้ว่า ***“อาหารพื้นบ้านไทยเป็นเอกลักษณ์แห่งความเป็นไทย หากคนไทยไม่เห็นความสำคัญ ไม่ร่วมกันอนุรักษ์ อาหารพื้นบ้านไทยเหล่านี้ก็อาจสูญหายไปได้ เมื่อนั้นก็เหมือนกับเราคนไทยได้สูญเสียเอกราชของชาติไทยไปแล้วนั่นเอง”***

แนววิธีที่จะอนุรักษ์อาหารพื้นบ้านไทยไว้ได้วิธีหนึ่งคือ การสร้างมูลค่าให้กับอาหารพื้นบ้านไทย ด้วยการให้คนไทยและชาวต่างชาติที่ชื่นชมในรสชาติของอาหารไทยได้ยอมรับถึงคุณค่าทางโภชนาการ คุณประโยชน์ในการเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ คือการใช้ข้อมูลการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับผักพื้นบ้านและพืชสมุนไพรไทยที่กินเป็นอาหารหลายๆ ชนิดที่มีศักยภาพสามารถป้องกันหรือรักษาโรคบางอย่างได้ มาเป็นเหตุผลสำคัญที่ยืนยันถึงคุณประโยชน์ของอาหารพื้นบ้านไทย ซึ่งในตำราเล่มนี้ได้รวบรวมผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและองค์ประกอบทางเคมีของผักพื้นบ้านบางชนิดเพื่อเป็นตัวอย่างแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์สอดคล้องกันของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์กับสรรพคุณของผักพื้นบ้านที่มีกล่าวไว้ตามตำรายาพื้นบ้าน นอกจากนี้ การหันมารับประทานผักพื้นบ้านและพืชสมุนไพรไทยยังเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการนำวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นตามธรรมชาติ ตามฤดูกาล นั่นคือ การนำผักพื้นบ้านมาเป็นเครื่องปรุงหลักของอาหาร ส่งเสริมเศรษฐกิจภายในท้องถิ่น จากการที่ทุกครอบครัวบริโภคผักพื้นบ้านและอาหารที่ปรุงขึ้นเองจากวัตถุดิบที่ปลูกเองหรือหาได้ภายในท้องถิ่น มีความเป็นอยู่ที่สอดคล้องกับธรรมชาติและตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชที่พระองค์ทรงดำริขึ้นเพราะทรงมีสายพระเนตรที่มองเห็นถึงพื้นฐานชีวิตของคนไทยที่ควรอยู่ใกล้ชิดกับธรรมชาติ

และความที่เราดำรงชีวิตอยู่อย่างเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ ธรรมชาติก็จะเกื้อกูลเราตลอดไป และเชื่อว่าอนาคตของอาหารพื้นบ้านไทยน่าจะมีแนวโน้มเป็นที่รู้จักและยอมรับของคนไทยรุ่นใหม่และชาวต่างชาติมากขึ้น หากเราทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมมือกันถ่ายทอดและส่งเสริมอาหารพื้นบ้านไทยให้ก้าวไปพร้อมกับกระแสของโลกปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

1. กัญจนา ดีวิเศษ. ผักพื้นบ้านภาคเหนือ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 2542.
2. กัญจนา ดีวิเศษ. ผักพื้นบ้านภาคกลาง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 2542.
3. กัญจนา ดีวิเศษ และ อร่าม คุ้มกลาง. ผักพื้นบ้านภาคอีสาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 2541.
4. กันทิมา สิทธิธัญกิจ และ พรทิพย์ เติมวิเศษ (บรรณาธิการ). คู่มือประชาชนในการดูแลสุขภาพด้วยการแพทย์แผนไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์ พิมพ์ครั้งที่ 3. 2547.
5. กมลาภรณ์ คงสุขวิวัฒน์. อาหารพื้นบ้านไทย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์กรรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์. 2548.
6. กรรณิการ์ พรมเสาร์ และ นันทนา เบญจศิลารักษ์. แกะรอยสำรับไทย. เชียงใหม่: บริษัทกลางเวียงการพิมพ์ จำกัด. 2542.
7. ฉลาดชาย รมิตานนท์, ชวลิต เสถียรพัฒนพงศา, ปัทมาวดี กสิกรรม และ ทิพย์รัตน์ มณีเลิศ. วัฒนธรรมการกินของคนเมือง : น้ำพริกและผักพื้นบ้านล้านนา. ศูนย์ศึกษาความหลากหลาย ทางชีวภาพ ภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อการพัฒนายั่งยืน คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2543.
8. เต็ม สมิตินันทน์. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม. 2544.
9. นิจศิริ เรืองรังษี. เครื่องเทศ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
10. ประหยัด สายวิเชียร. อาหาร วัฒนธรรมและสุขภาพ. เชียงใหม่: บริษัท นพบุรีการพิมพ์ จำกัด. 2547.
11. เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. ผักพื้นบ้านกับสังคมไทย. ศูนย์พัฒนาตำราการแพทย์แผนไทย มูลนิธิการแพทย์แผนไทยพัฒนา. 2548.

12. มาโนช วามานนท์ และ เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. ผักพื้นบ้าน: ความหมายและภูมิปัญญาของสามัญชนไทย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 2538.
13. ยิ่งยง เทาประเสริฐ. อาหารพื้นบ้าน-อาหารสุขภาพ: กรณีตัวอย่างอาหารพื้นบ้านล้านนา. วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
14. ลลิตา ธีระสิริ. ผักพื้นบ้านต้านโรค : คุณค่าจากธรรมชาติของผักไทย. กรุงเทพฯ: บริษัทรวมทรรศน์ จำกัด. 2543.
15. สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. อาหารพื้นบ้าน 4 ภาค. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก พิมพ์ครั้งที่ 1. 2540.
16. สมาคมหยาดฝน สมาคมเทคโนโลยีเหมาะสม เครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือกภาคใต้ และโครงการชุมชนสวนยางขนาดเล็ก. ผักพื้นบ้านภาคใต้ : ทางเลือกในการผลิตและการบริโภค. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 2537.
17. Akkayanont, P. and Utarabhand, P. Phytochemistry 1995: 38: 281-285.
18. Akkayanont, P. and Utarabhand, P. Songklanakarin Joournal of Science Technology 1992; 14(2): 141-147.
19. Ali, R.M., Houghton, P. J., Raman, A., and Hoult, J. R. S. Phytomedicine. 1998; 5(5): 375-381.
20. Butnu, A., Chanvitan, A., Nopanitaya, W., and Lamyordmakpol, A. Presented in 11th Annual Regional Conference of the Royal College of Surgeons of Thailand, Hat Yai, Songkhla, 28-29 March; 1996.
21. Chanwitheesuk, A., Teerawutgulrag, A. and Rakariyatham, N. Food Chemistry 2005; 92(3): 491-497.
22. Chen, Y.Y.; Liu, J. F.; Chen, C. M.; Chao, P. Y.; Chang, T. J. Journal of Nutritional Science and Vitaminology 2003; 49(5): 327-333.
23. Deshpande, K. V. and Patil, M. B. Indian Veterinary Medical Journal 2001; 25(4): 385-387.
24. Gilani, A.H. and Ghayur, M. N. Journal of Ethnopharmacology 2004; 95: 169-172.
25. Glaessgen, W.E., Metzger, J.W., Heuer, S. and Strack, D. Phytochemistry 1993; 33(6): 1525-1527.
26. Guo, J.S., Cheng, C.L. and Koo, M.W.L. Planta Medica 2004: 70(12): 1150-1154.

27. Hayashi, K., Nakagawa, T., Wada, K., Yoshimura, S., Tsukamoto, S., Narita, H. and Mitsuhashi, H. Tennen Yuki Kagobutsu Toronkai KoenYoshishu 1983; 26: 204-11.
28. Hoang, T. H.; Ha, V. B.; Tran, Q. H.; Ha, V. H. Tap Chi Duoc Hoc 2003; 10: 9-10.
29. Kamchan, A., Puwastien, P., Prapaisri, P.P., Sirichakwal, P. and Kongkachuichai, R. Journal of Food Composition and Analysis 2004; 17: 311-320.
30. Kumar, S., Suresh, P. K., Vijayababu, M. R., Arunkumar, A. and Arunakaran, J.Journal of Ethnopharmacology 2006; 105(1-2): 246-250.
31. Jamaluddin, F., Mohamed, S., and Lajis, M.N. Food Chemistry 1995; 54: 9-13.
32. Jaranchavanapet, P. and Suvachittanont, W. Presented in 21st Congress on Sci. & Tech. Of Thailand, 25-27 october 1995, Ambassader City Hotel, Chonburi, Thailand; 1995.
33. Jena, B.S., Jayaprakasha, G.K. and Sakariah, K.K. Journal of Agricultural Food Chemistry 2002; 50(12): 3431-4.
34. Jitoe, A., Masuda, T., Tengah, I.G.P., Suprapta, D.N., Gara, I.W. and Nakatani, N. Journal of Agricultural and Food Chemistry 1992; 40(8): 1337-1340.
35. Joseph, G.S., Jayaprakasha, G.K., Selvi, A.T., Jena, B.S. and Sakariah, K.K. International Journal of Food Microbiology 2005; 101: 153-160.
36. Li, G. Z.; Chai, O. H.; Lee, M. S.; Han, E. H.; Kim, H. T.; Song, C. H. Biological & Pharmaceutical Bulletin 2005; 28(10): 1864-1868.
37. Lu, H. M.; Liang, Y. Z.; Yi, L. Z.; Wu, X. J. Journal of Ethnopharmacology 2006; 104(1-2): 245-249.
38. Mahabusarakham, W., Chairerk, P. and Taylor, W.C. Phytochemistry 2005; 66:1148-1153.
39. Najib,R. N.; Furuta T.; Kojima S.; Takane K. and Ali M. M. Journal of Ethnopharmacology 1999; 64(3): 249-54.
40. Nguyen, X.D., Le, V.H. and Leclercq, P. A. Journal of Essential Oil Research 1995; 7(3): 339-40.
41. Panthong, K., Pongcharaen, W., Phongpaichit, S. and Taylor, W.C. Phytochemistry 2006; 67: 999-1004.

42. Peungvicha P.; Thirawarapan S. S.; Temsiririrkkul R.; Watanabe H.; Kumar P. J.; Kadota S. Journal of Ethnopharmacology 1998; 60(1): 27-32.
43. Pham, X. S.; Cao, V. T.; Dinh, T. T. T.. Tap Chi Duoc Hoc 1997; 7: 7-9.
44. Pongcharaen, W., Panthong, K. and Rukachaisirikul, V. Faculty of Science, Prince of Songkla University, Thailand.
45. Purwanto, D.A., Hashimoto, H., Matsumoto, K., Sismindari, H., Sofia M.,Taniguchi, H. and Kajiwara, N.M. Kobe Joshi Daigaku Kaseigakubu Kiyo 2005;38: 37-40.
46. Rahmat A., Kumar V., Fong L.M., Endrini S. and Sani H.A. Asia Pacific journal of clinical nutrition 2003; 12(3): 292-5.
47. Rukachaisirikul, T., Siriwattanakit, P., Sukcharoenphol, K., Wongvein, C., Rattanawaeng, P., Wongwattanvuch, P. and Suksamrarn, A. Journal of Ethnopharmacology 2004; 93: 173-176.
48. Sahu, N.P., Panda, N., Mandal, N.B., Banerjee, S., Koike, K. and Nikaido, T. Phytochemistry 2002; 61 (4): 383-388.
49. Shimizu, K., Ozeki, M., Iino, A., Nakajyo, S., Urakawa, N. and Atsuchi, M. Japanese Journal of Pharmacology 2001; 86(2): 223-229.
50. Srivastava, S. K., Srivastava, S. D., Saksena, V. K. and Nigam, S. S. Phytochemistry 1981; 20(4): 862.
51. Suh, S.J., Moon, S.K., Kim, C.H. International Immunopharmacology 2006; 6(5): 854-861.
52. Suvachittanont, W., Kurashima, Y., Esumi, H., and Tsuda, M. Food Chemistry 1996; 55: 359-363.
53. Suvachittanont, W. and Peutpaiboon, A. Phytochemistry 1992; 31(12): 4065-4070.
54. Tandon, R., Jain, G. K., Pal, R. and Khanna, N. M. Indian Journal of Chemistry, Section B: Organic Chemistry Including Medicinal Chemistry 1980; 19B(9): 819-20.
55. Tennekoon, K.H., Arundathie, S.J., Kurukulasooriya, P. and Karunanayake, E.H. Journal of Ethnopharmacology 1991; 31(3): 283-289.

56. Terras, F. R., Schoofs, H. M., De Bolle, M. F., Van Leuven, F., Rees, S. B. Vanderleyden, J., Cammue, B. P. and Broekaert, W. F. The Journal of biological chemistry 1992; 267(22): 15301-9.
57. Tsui, W. Y.; Brown, G. D. Fitoterapia 1996; 67(5): 479.
58. Wang, H. and Ng, T.B. Biochemical and Biophysical Research Communications 2001; 288(4): 765-770.
59. Wang, X.S., Liu, L. and Fang, J.N. Carbohydrate Polymers 2005; 60(1): 95-101.
60. Wong, K. C., Chong, T.C. and Chee, S. G. Journal of Essential Oil Research 1999; 11(3): 349-351.
61. Yoshida, M., Fuchigami, M., Nagao, T., Okabe, H., Matsunaga, K., Takata, J., Karube, Y., Tsuchihashi, R., Kinjo, J., Mihashi, K. and Fujioka, T. Biological & Pharmaceutical Bulletin 2005; 28(1): 173-175.
62. Yoshimura, S., Narita, H., Hayashi, K. and Mitsuhashi, H. Chemical & Pharmaceutical Bulletin 1985; 33(6): 2287-93.

.....

ภาคผนวก *รูปภาพแสดงผักพื้นบ้าน*

กล้วยน้ำว้า *Musa sapientum* L.

ขมิ้นขาว *Curcuma mangga* Valeton & Zijp

ขี้เหล็ก *Cassia siamea* Lamk

ชะมวง *Garcinia cowa* Roxb.

ช้าพลู (ชะพลู) *Piper sarmentosum* Roxb. Ex Hunter

บัวบก *Centella asiatica* (Linn.) Urban

ปลังแดง *Basella rubra* Linn.

ผักกูด *Diplazium esculentum* (Retz.) Swartz

บทที่ 6
อาหารตามศาสตร์แผนอายุรเวท
(Ayurvedic Dict)

บทนำ

- ความหมายของอาหาร
- ปรัชญาของอายุรเวท

ความรู้พื้นฐาน

- มนุษย์ คือ จุลจักรวาล
- ทฤษฎีไตรโทษะหรือตรีโทษ
- รส
- อาหารกับการเสริมสร้างเนื้อเยื่อ (ธาตุ)
- อาหารของชีวิต

บทวิจารณ์

- รสของอาหาร
- อาหารที่เสริมสร้างโอชะ
- อาหารที่ไปเสริมสร้างจิตสำนึกให้สัมบูรณ์ (unified) เป็นองค์รวมต่อชีวิต

บทสรุป

เอกสารอ้างอิง

บทที่ 6
อาหารตามศาสตร์แพนอายุรเวท

ดร. เกียรติคุณ นพ.เฉลียว ปิยะชน

บทนำ

ความหมายของอาหาร

อาหารเป็นภาษาสันสกฤตที่ภาษาไทยนำมาใช้ อาหารคือสิ่งพื้นฐานที่หล่อเลี้ยงชีวิตให้ดำรงอยู่ได้ อายุรเวทให้ความสำคัญเกี่ยวกับอาหารอย่างมาก โดยคำนึงว่าเป็นองค์ประกอบที่ทำให้เรามีสุขภาพและป้องกันโรคได้เป็นอย่างดี เนื่องจากอายุรเวทมีทัศนะว่าสรรพสิ่งดำเนินไปตามกฎธรรมชาติ มนุษย์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติจึงเป็นไปตามกฎเกณฑ์นั้นเช่นกัน แต่ละปัจเจกนั้นคล้ายกัน แต่ไม่เหมือนกันเสียทีเดียว ด้วยทั้งตัวมนุษย์เองและอื่นๆ นั้นถูกสร้างสรรค์มาจากธรรมชาติ

ปรัชญาของอายุรเวท [3, 8, 9, 13]

อายุรเวท เป็นศาสตร์แห่งชีวิตที่ครอบคลุมศาสนาและปรัชญาไว้ด้วย จึงประกอบไปด้วยความเชื่อและวิถีชีวิตที่มุ่งไปสู่สัจจะของการเป็นอยู่ มีอยู่ ของชีวิต (being) หรืออาตมัน อายุรเวทเป็นสาขาย่อยของเวท (พระเวท) คัมภีร์แห่งศาสนาฮินดู ที่กล่าวถึงปรัชญาแห่งการสร้างสรรค์ สางขย (Sankhya) เป็นพื้นฐานที่เข้าใจและอธิบายการก่อเกิด-สร้างสรรค์ของสรรพสิ่ง ซึ่งประกอบด้วยประกฤติหรือภาวะการสร้างสรรค์ และสิ่งพื้นฐานสุดอีกองค์ประกอบหนึ่ง คือ **ปุรุษะ**

ปุรุษะ เป็นเพศชาย ส่วนประกฤติมีพลังเป็นเพศหญิง ปุรุษะ นั้นไร้รูปแบบ ไร้สี อยู่เหนือคุณสมบัติทั้งหลาย และไม่มีส่วนในปรากฏการณ์ที่แสดงออกของจักรวาล เป็นพลังที่ไม่ต้องคัดเลือก แต่สำนึกรู้ขึ้นมาเอง

ประกฤติ นั้นมีรูปแบบและคุณสมบัติหลายอย่าง มีการสำนึกรู้และคัดสรรได้ มันเป็นปณิธานจากสวรรค์ เป็นหนึ่งที่ต้องการมากกว่า จักรวาลเปรียบดังทารกที่ถือกำเนิดจากครรภ์ของประกฤติซึ่งเป็นมารดาจากสวรรค์

ประกฤติรังสรรค์รูปแบบต่างๆ ในจักรวาล ในขณะที่ปุรุษะเป็นสักขีพยานในการสร้างสรรค์ มันเป็นพลังปฐมที่มีคุณะหรือคุณสมบัติ 3 ประการ ซึ่งพบมีอยู่ในธรรมชาติของจักรวาลที่มีวิวัฒนาการ คุณะทั้งสาม คือ

1) สัตตวะ เป็นองค์ประกอบสำคัญ มีคุณสมบัติของการระลึกรู้ความบริสุทธิ์ และการสร้างสรรค์ หรือกระแสที่ก่อให้เกิดวิวัฒน์ มีคุณธรรม นี่คือ พระพรหม

2) รชัส คือ การเคลื่อนไหว การผสมกลมกลืน กระแสแห่งความเป็นกลาง คุ้มครองรักษา : พระวิษณุ

3) ตมัส คือ ความเฉื่อย ความเสื่อม อวิชชา อุปสรรค ภาพมาย อำนาจมืด การทำลาย ความถดถอย การดับของสรรพสิ่ง : พระศิวะ

คุณะทั้งสาม คือสิ่งพื้นฐานของการก่อกำเนิดสรรพสิ่ง มีอยู่ในประกฤติที่สมดุล เมื่อภาวะสมดุลถูกรบกวนก็จะเกิดปฏิกิริยาระหว่างคุณะทั้งสาม ก่อให้เกิดวิวัฒนาการของจักรวาลขึ้น เอกภพนั้นวิวัฒนาการมาจากภาวะไร้การปรากฏ ซึ่งเป็นสนามแห่งเอกภาพ เป็นทะเลของพลังงาน และเป็นที่รวมของกฎแห่งธรรมชาติทั้งหลาย

ปรากฏการณ์แรกจากประกฤติ คือความชาญฉลาดหรือพุทธิภาวะแห่งจักรวาล และวิวัฒนาการต่อไปเรื่อยๆ การสำนึกว่าเป็นตัวตนอหังการ (ego) เกิดขึ้น แล้วแสดงออกของภาวะการรับรู้สัมผัส 5 อย่าง มีอวัยวะรับรู้สัมผัส และอวัยวะทำหน้าที่ตอบสนอง 5 อย่างควบคู่กันไป จากการเกื้อหนุนของสัตตวะก่อให้เกิดอินทรีย์จักรวาล และด้วยการเกื้อหนุนของตมัส ก่อให้เกิดอนินทรีย์จักรวาล ซึ่งเป็นสิ่งพื้นฐาน 5 อย่าง : ปัญจะมหาภูตะ ได้แก่ ดิน (ปฐวี) น้ำ (ชล) ลม (วายุ) ไฟ (เตโช) และอากาศ (ช่องว่าง)

รชัส เป็นพลังชีวิตที่มีการกระทำโดยตลอดในร่างกายที่ขับเคลื่อน สัตตวะและตมัส ซึ่งมีศักยภาพที่ไม่แสดงออกและต้องการแรงกระตุ้นจากรชัส

ความรู้พื้นฐาน

มนุษย์ คือจุลจักรวาล [3, 7]

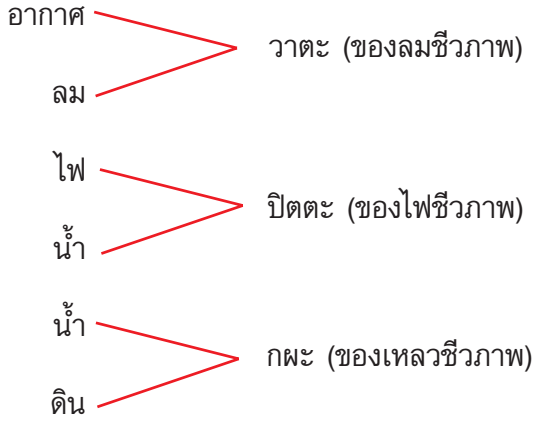
ด้วยการก่อกำเนิดดังกล่าว สรรพสิ่งจึงมีองค์ประกอบ 5 อย่าง หรือปัญจมหาภูตะ ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ แผ่นดิน ต้นไม้ หรือจักรวาล ทั้งนี้รวมทั้งความเป็นไปขบวนการหรือปฏิกิริยาการปรับเปลี่ยนต่างๆ ที่ดำเนินไปด้วย นั่นคือ ทั้งสสารและพลังงานก็เป็นหรือมีองค์ประกอบของปัญจมหาภูตะอยู่ด้วย มนุษย์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติจึงมีสิ่งพื้นฐาน 5 อย่างเช่นกัน เราคือจุลจักรวาล ดังโศลกของอายุรเวทที่กล่าวว่า

“ปรมณูเป็นเช่นไร	จักรวาลก็เป็นเช่นนั้น
จุลจักรวาลเป็นเช่นไร	มหาจักรวาลก็เป็นเช่นนั้น
ร่างกายมนุษย์เป็นเช่นไร	ร่างกายของจักรวาลก็เป็นเช่นนั้น
จิตใจมนุษย์เป็นเช่นไร	จิตใจจักรวาลก็เป็นเช่นนั้น”

ฤษีผู้บรรลุรู้แจ้งได้สัมผัสรู้ว่าปฐมกำเนิดของเอกภพนั้นประกอบด้วยจิตสำนึกที่ไร้รูป เป็นที่รวมจิตสำนึกทั้งมวลจากนั้นคลื่นความสั่นที่ละเอียดมากของเสียงที่ไร้เสียง **โอมหรืออาค (Aum หรือ Ak)** ปรากฏขึ้นจากการสั่นสะเทือนนั้นปรากฏมีความว่างเกิดขึ้น คือ **อากาศ** เป็นสิ่งพื้นฐานลำดับแรก จากนั้นความว่างก็เริ่มเคลื่อนไหวอย่างละเอียด เพิ่มมากขึ้นเกิดภาวะของ**ลม (วาตะหรือวายุ)** เมื่อมีการเคลื่อนไหวเกิดมีการเสียดสีกันขึ้นทำให้เกิดความร้อน ความร้อนที่เกิดรวมตัวกันมากขึ้นจึงเกิดแสงสว่าง ปรากฏแสดงออกเป็น**ไฟ (อัคนีหรือเตโช)** จากความร้อนทำให้ส่วนประกอบบางอย่างในอากาศถูกละลาย กลายเป็นของเหลวหรือเป็น**น้ำ (ชละหรืออโป)** เมื่อของเหลวแข็งตัวขึ้นเกิดเป็นอณูของ**ดิน (ปฐวี)** จากพื้นฐานดินและน้ำ สิ่งมีชีวิตทั้งหลายก็บังเกิดขึ้นทั้งอาณาจักรพืชและสัตว์ รวมทั้งวัตถุธาตุของสิ่งไม่มีชีวิตทั้งหลาย ฉะนั้นพื้นฐานทั้งห้าจึงมีอยู่ในสรรพสิ่ง วัตถุและพลังงานเป็นสิ่งเดียวกัน

ทฤษฎีไตรโทษะหรือตรีโทษ (3, 9, 13)

สิ่งพื้นฐานทั้ง 5 ที่ปรากฏนั้นมิได้มีอยู่อย่างโดด ๆ แต่รวมจับกันเป็นคู่เกื้อหนุนกันเป็นองค์ประกอบที่เรียกว่า **โทษ หรือ โทษะ** (dosha) เป็นชื่อเรียกที่มีนัยยะที่ว่าสิ่งเดียวกันเมื่อได้รับเพิ่มมากขึ้น ก็จะเป็นโทษหรือผลไม่ดีเกิดขึ้น นี้คือทฤษฎีไตรโทษะหรือตรีโทษ ซึ่งประกอบด้วย 3 กลุ่มคือ วาตะ (ลมชีวภาพ) ปิตตะ (ไฟชีวภาพ) กผะ (ของเหลวชีวภาพ)



วาตะหรือลมชีวภาพ หมายถึง การเคลื่อนไหวทุกๆ อย่าง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเมตะบอลิสม์ นับเป็นพลังงานที่ละเอียดที่ควบคุมระบบชีวภาพของเรา เช่น ควบคุมการหายใจ การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ การบีบตัวของหัวใจ การยืดหดตัวของเซลล์ การส่งสัญญาณของระบบประสาท การเคลื่อนตัวของลำไส้ วาตะยังควบคุมความรู้สึกและอารมณ์ด้วย ที่อยู่ของวาตะคือลำไส้ใหญ่ ช่องเชิงกราน กระดูก ผิวหนัง หู และขา

ปิตตะหรือไฟชีวภาพ คือพลังความร้อน เป็นรูปแบบหนึ่งของการสันดาป มีหน้าที่ควบคุมการย่อยอาหาร การดูดซึม การปรับแต่งสารอาหาร เมตะบอลิสม์ อุณหภูมิของร่างกาย สีของผิว ประกายของดวงตา ความชาญฉลาดและความรับรู้เข้าใจ เป็นตัวกระตุ้นความโกรธ ความเครียดและความอิจฉาริษยา ที่ตั้งของปิตตะ คือ ลำไส้เล็ก กระเพาะอาหาร ต่อมเหงื่อ เลือด ไขมัน ตาและผิวหนัง

กผะหรือของเหลวชีวภาพ น้ำชีวภาพ เป็นองค์ประกอบพื้นฐานทางกายภาพของร่างกายที่เชื่อมประสานเข้าด้วยกัน ร่างกายของเรามีน้ำถึง 70% กผะก็มีน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญได้แก่ น้ำลาย เสมหะ เสลด เลือด น้ำเหลือง น้ำดี น้ำปัสสาวะ ทำให้ร่างกายทรงสภาพแข็งแรง มีความต้านทาน และภูมิคุ้มกัน กผะยังหล่อลื่นข้อ ทำให้ผิวหนังอ่อนนุ่ม ช่วยสมานแผล เติมเต็มช่องว่างในร่างกาย กผะรับผิดชอบทางจิตใจเกี่ยวกับการยึดมั่น อิจฉา ริษยา และในทางตรงกันข้ามยังเกื้อหนุนให้เกิดความสงบการให้อภัยและความรักด้วย ฐานที่อยู่ของกผะคือทรวงอก ช่องคอ ไซนัส หัว จมูก ปาก กระเพาะ ข้อ พลาสมา และน้ำเมือก

ภาวะสมดุลของตรีโทษนั้นสำคัญ ที่ก่อให้เกิดการเสริมสร้างสุขภาพด้วยสุขภาพคือภาวะสมดุลของระบบต่างๆ ของร่างกาย ความสมดุลของตรีโทษก็คือความสมดุลของธาตุเจ้าเรือน : สุขภาพนั้นเอง

1) หน้าที่ของไตรโทษะ (ตรีโทษ)

ตารางที่ 1 ที่อยู่และหน้าที่ขององค์ประกอบไตรโทษะ (ตรีโทษ)

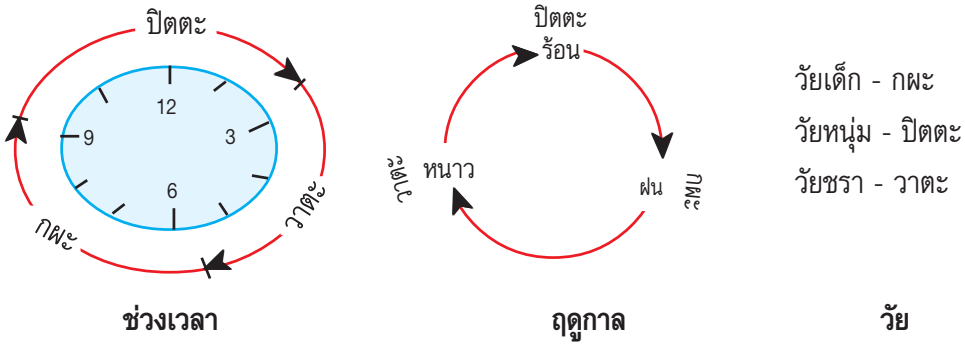
	วาตะ(อากาศ+วายุ)	ปิตตะ(อัคนี+ชละ)	กผะ(ชละ+ปฐวี)
ที่อยู่	ลำไส้ใหญ่ ช่องเชิงกราน กระดูก ผิวหนัง หู และขา	ลำไส้เล็ก กระเพาะอาหาร ต่อมเหงื่อ เลือด ไขมัน ตา ผิวหนัง	ทรวงอก ช่องคอ ไซนัส หัว จมูก ปาก กระเพาะ ข้อ พลาสมา และน้ำเมือก
หน้าที่	เคลื่อนไหว การหายใจ ความต้องการตามธรรมชาติ เสริมสร้างเนื้อเยื่อ หน้าที่ใช้กำลังงาน หน้าที่รับความรู้สึก การไม่ยึดติด การหลั่งสาร การขับถ่าย ความกลัว ความว่าง ความวิตก	ให้ความร้อนแก่ร่างกาย อุณหภูมิ ย่อยอาหาร การรับรู้ ความเข้าใจ ความหิว ความกระหาย ความฉลาด ความโกรธ ความเกลียด ความอิจฉา	ทรงสภาพ พลังงาน หล่อลื่น ความเป็นมัน ความให้อภัย ความอยาก ความยึดมั่น การสะสม การยึดถือ การเป็นเจ้าของ

สรรพสิ่งมีองค์ประกอบพื้นฐาน 5 อย่าง ดังกล่าวมาแล้ว เมื่อรวมกันเพื่อทำหน้าที่จัดกลุ่มไว้ได้ 3 อย่าง ตรีโทษ (ตรงกับการแพทย์แผนโบราณของไทย เรียกว่า ธาตุ) ดังเช่นในปัจเจกก็จะมีตรีโทษนี้อยู่ในสัดส่วนต่างๆ กัน หากมีองค์ประกอบใดมากกว่า ก็ทำให้บุคคลนั้นมีตรีโทษนั้นเด่น

อายุรเวท จึงแบ่งบุคคลได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือวาตะ ปิตตะ และกผะ หรือเป็น 10 กลุ่มย่อย คือ

1. วาตะ 2. ปิตตะ 3. กผะ 4. วาตะ-ปิตตะ 5. ปิตตะ-กผะ
6. วาตะ-กผะ 7. ปิตตะ-วาตะ 8. กผะ-ปิตตะ 9. กผะ-วาตะ 10. วาตะ-ปิตตะ-กผะ

องค์ประกอบของบุคคลทั้ง 10 กลุ่มนี้ในภาษาสันสกฤตเรียกว่าประกฤติ มีความหมายว่า ธรรมชาติ การสร้างสรรค์ หรือการก่อกำเนิดครั้งแรกในร่างกายมนุษย์ การปรากฏแสดงออกของปัญจมหาภตะจึงเกิดจากองค์ประกอบปกติของบุคคลนั้น หรือธรรมชาติปกติประจำตัวของเขานั่นเอง ภาวะหรือสถานภาพอื่นๆ ในธรรมชาติก็เฉกเช่นเดียวกัน โดยจะมีตรีลักษณะโทษเด่นประจำเป็นไปตามช่วงเวลา ฤดู และวัยต่างๆ (ดังรูปภาพที่ 1)



รูปภาพที่ 1 แสดงตรีโทษในช่วงเวลา ฤดูกาล และวัยต่าง ๆ

กล่าวได้ว่า บุคคลแต่ละบุคคลมีองค์ประกอบของตรีโทษเด่นประจำตัว ดังตำราแพทย์แผนโบราณของไทยเรียกว่า **“ธาตุเจ้าเรือน”** นี่คือพื้นฐานการเป็นตัวตน เฉพาะตัวของเขานั่นเอง โดยตัวพื้นฐานกำหนดว่าเขามีลักษณะเฉพาะเช่นไรและควรได้รับการหล่อเลี้ยงเช่นไร โดยเฉพาะอาหารที่เหมาะกับธาตุเจ้าเรือนของเขาหรือที่คัมภีร์วรโยคสารเรียกว่า **“ประกฤติลักษณะ”** ลักษณะปกติประจำตัว การดูแลสุขภาพและการบำบัดโรค จึงเริ่มต้นที่การวินิจฉัยว่าเรามีธาตุเจ้าเรือนประกฤติลักษณะ ตรีโทษหรือไตรโทษะกลุ่มไหนก่อน โดยวิธีการหลักคือ การตรวจร่างกาย การสอบถามประวัติ การจับชีพจร (คล้ายคลึงการวินิจฉัยโดยวิธีการแมะของการแพทย์แผนจีน) และลักษณะของแต่ละกลุ่มดังนี้

ลักษณะขององค์ประกอบของวาตะ โทษะ บุคคลในกลุ่มนี้โดยทั่วไปมีลักษณะร่างกายบอบบางไม่สมบูรณ์ อกแบน หลอดเลือดดำ กล้ามเนื้อ และเส้นเอ็นปรากฏชัด ผิวหนังแห้งหยาบและเย็น ผิวคล้ำ มีความสูงมากหรือเตี้ย ผมบาง ดวงตาเล็กลึก ตาขาวแห้งขุ่น เล็บขรุขระ การเจริญอาหารและการย่อยอาหารไม่แน่นอน ชอบอาหารรสหวาน เปรี้ยว และเค็ม อุจจาระแข็งแห้ง มีปริมาณน้อย มือเท้าด้าน กลุ่มนี้เป็นนักสร้างสรรค์ ชอบทำงาน กระปรี้กระเปร่า อยู่ไม่สุข พูดเร็ว เดินเร็ว แต่เหนื่อยอ่อนง่าย เข้าใจอะไรได้เร็ว แต่ลืมเร็ว มีความอุตสาหะน้อย จิตไม่มั่นคง มีความอดทนต่ำ มีความเชื่อมั่นน้อย ขี้กลัว ตื่นเต้นง่าย หาเงินได้ง่าย จ่ายคล่อง

ลักษณะองค์ประกอบของปิตตะ โทษะ บุคคลในกลุ่มนี้สูงปานกลาง บอบบางน้อยกว่ากลุ่มวาตะ เห็นเส้นเอ็นหลอดเลือดดำปานกลาง กระดูกและข้อไม่โป่งชัดกว่ากลุ่มวาตะ ผิวคล้ำกว่า มีลักษณะนุ่ม อุ่น และเหี่ยวย่นน้อยกว่ากลุ่มวาตะ ผมหงอกและหัวล้านก่อนวัย ตาโตปานกลาง แหลมคม เยื่อบุตาชื้น ตาขาวมีสีน้ำตาลเรื่อ เล็บอ่อน การย่อยอาหารดีมีการสันดาปสูง รับประทานอาหารและเครื่องดื่มได้มาก ชอบอาหาร รสหวาน ขม และฝาด ชอบดื่มของเย็น นอนหลับได้นานปานกลาง ถ่ายอุจจาระและปัสสาวะจำนวนมาก มือเท้าอุ่น ไม่ชอบร้อนหรืองานหนัก มีความสามารถเข้าใจเรื่องราว มีความฉลาดมากเฉียบคม เป็นนักพูดที่ดี มีภาวะอารมณ์ไปทางเกลียดและอิจฉาริษยา เป็นคนทะเยอทะยาน ชอบเป็นผู้นำ ชอบความหรูหราของวัตถุ มีฐานะค่อนข้างดี ชอบโอ้อวด ความฟุ้งเฟ้อ

ลักษณะองค์ประกอบของกผะ โทษะ กลุ่มผกะมีร่างกายเจริญสมบูรณ์ดี มีความโน้มเอียงที่จะมีน้ำหนักมาก ทรวงอกขยายใหญ่ หลอดเลือดดำและเส้นเอ็นมองไม่เห็นชัด ผิวหนังหนาและกล้ามเนื้อเจริญสมบูรณ์ สันกระดูกไม่โป่งชัด ผิวหนังสดใสนุ่มเย็น ผมดก ตาเข้มคม ตาขาวขาวมาก ดวงตาใหญ่มีเสน่ห์ กลุ่มผกะเจริญอาหารดี ระบบย่อยอาหารค่อนข้างช้า รับประทานอาหารได้ไม่มาก อาหารเคลื่อนผ่านลำไส้ช้า กลุ่มนี้ชอบอาหารรสเผ็ด ฝาด และขม อุจจาระอ่อนเหงื่อออกปานกลาง หลับได้ดี มีพลังสูง มีชีวิตชีวา โดยทั่วไปมีสุขภาพดี มีความสุขและรักสงบ

การรู้ว่าแต่ละบุคคลมีธาตุเจ้าเรือน (โทษะ) เป็นอะไร ก็ช่วยให้สามารถทราบถึงอาหารที่เหมาะกับบุคคลนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดสมดุล อายุรเวทสอนว่า ทุกคนมีความสามารถเยียวยาตัวเองตามธรรมชาติอยู่แล้ว โดยพื้นฐานแต่ละบุคคลมีความสามารถที่จะมีสถานภาพแห่งสุขภาพได้ตลอดไป เมื่อได้รับการหล่อเลี้ยงจากอาหารที่เหมาะสมและมีกิจวัตรหรือบริบทอื่นๆ ที่ถูกต้อง อาหารจึงมีความสำคัญยิ่ง และควรได้รับการคัดสรรคุณสมบัติให้เหมาะกับธาตุเจ้าเรือนของบุคคลนั้นๆ ในตอนที่ผ่านมา ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะองค์ประกอบของโทษะหรือธาตุเจ้าเรือนกลุ่มต่างๆ แล้ว ในตอนนี้เรามาทำความเข้าใจเกี่ยวกับอาหาร เพื่อที่จะทำให้เลือกได้ถูกต้อง

2) อาหาร [3, 8, 14]

อายุรเวทคำนึงถึงอาหารในลักษณะที่ต่างจากวิทยาการสมัยปัจจุบัน โดยมิได้แบ่งอาหารตามคุณสมบัติส่วนประกอบเป็นโปรตีน คาร์โบไฮเดรตหรือไขมัน แต่แบ่งตามธรรมชาติที่มนุษย์สัมผัสได้ โดยใช้รสเป็นตัวกำหนด นอกจากนี้ยังคำนึงว่า อาหาร เมื่อรับประทานไปแล้วจะทำให้เกิดความร้อน ความเย็น หนักหรือเบา เป็นมันหรือแห้ง เหลวหรือแข็ง นอกจากนี้ยังคำนึงถึงฤดูกาลอีกด้วย ทั้งนี้ตามธรรมชาติการรับประทานอาหารอะไร ควรเป็นไปตามที่ร่างกายต้องการ รสอาหารเป็นสิ่งที่ร่างกายสามารถกำหนดได้ง่ายที่สุด ว่าต้องการอะไร ซึ่งเป็นไปตามกฎเกณฑ์ธรรมชาติมากที่สุด ความสำคัญของอาหารไม่ได้อยู่ที่เพราะเป็นสิ่งจำเป็นของชีวิตเท่านั้น แต่อยู่ที่คุณภาพของการได้ลิ้มรสด้วย ซึ่งแปลความว่า เมื่อเราอยากรับประทานอะไร สิ่งนั้นแหละ คืออาหารที่ร่างกายต้องการ ขบวนการนี้จะเชื่อถือได้ก็ต่อเมื่อเรามีจิตสำนึกที่กระจ่าง มิได้เบี่ยงเบนไปตามกระแสนิยม ก็จะสามารถเลือกอาหารได้อย่างถูกต้องตามที่ร่างกายต้องการจริงๆ และในปริมาณที่ไม่มากเกิน หรือเลือกตามใจกิเลสและนิสัยไม่ดี วิธีการตามหลักอายุรเวทจึงเป็นการเสริมสร้างและให้พลังงานแก่ร่างกาย ซึ่งรวมทั้งให้ความชาญฉลาด-จิตสำนึกแก่ร่างด้วย ฉะนั้นอาหารจึงมีความสำคัญในการก่อให้เกิดความชาญฉลาดและจิตสำนึกเป็นพื้นฐานมากกว่าการเป็นตัวโภชนาการเสียอีก การลิ้มรสเป็นหนึ่งของขบวนการรับรู้ สัมผัส ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของชีวิตองค์ประกอบหนึ่ง ซึ่งมี 4 อย่าง คือ สรีระ (ร่างกาย) อินทรียะ (การรับรู้สัมผัส) สัตตะ (จิต) และอาตมัน (วิญญาณ จิตสำนึก) ทั้งหมดนี้สรุปได้ดังที่ คัมภีร์อุปนิสัยกล่าวว่า “เราเป็นดังที่รับประทาน”

คุณสมบัติของอาหาร อายุรเวทแบ่งอาหารตามคุณสมบัติง่ายๆ คือ หนัก-เป็นมัน เบา-แห้ง อาหารที่มีอุณหภูมิร้อน และอาหารมีอุณหภูมิเย็น เพื่อจัดกลุ่มให้ทราบว่ามีผลต่อธาตุเจ้าเรือน หรือโทษะอย่างไร

ตารางที่ 2 คุณสมบัติตัวอย่างและผลต่อโทษะของอาหาร

3) ผลของอาหารต่อโทษะ

อาหารแต่ละชนิดนั้นเมื่อรับประทาน จะส่งผลกระทบให้ไปเพิ่มหรือลดองค์ประกอบของโทษะ หรือผลต่อธาตุเจ้าเรือนของบุคคลนั้นๆ นั่นคือ มีประโยชน์หรือมีโทษต่อบุคคล อายุรเวทได้จำแนกบุคคลออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามความมากน้อยหรือความเด่นของโทษะแล้ว การเลือกอาหารให้เหมาะสมกับโทษะจึงมีประโยชน์ต่อสุขภาพ อาหารชนิดเดียวกันจึงเหมาะกับบุคคลหนึ่งมากกว่าอีกบุคคลหนึ่ง ซึ่งมีหลักการย่อๆ ดังนี้

ตารางที่ 2 คุณสมบัติตัวอย่างและผลต่อโทษะของอาหาร

คุณสมบัติ	ตัวอย่าง	ผลต่อโทษะ
1. หนัก-เป็นมัน	นม เนย อาหารไขมัน น้ำมัน ผลิตผลจากข้าวสาลี	เพิ่มกผะ
	นมเปรี้ยว ครีม กล้วย ข้าว ผลไม้แห้ง	ลดวาตะ
2. เบา-แห้ง	ข้าวโพด เมล็ดงา ข้าวโอ๊ต ข้าวบาเลย์ ถั่ว	เพิ่มวาตะ
	ผลไม้สดต่าง ๆ	ลดกผะ
3. อาหารที่มีอุณหภูมิร้อน	อาหารและเครื่องดื่มที่มีอุณหภูมิร้อน	เพิ่มปิตตะ
4. อาหารที่มีอุณหภูมิเย็น	อาหารและเครื่องดื่มที่มีอุณหภูมิเย็น	ลดปิตตะ

3.1) บุคคลกลุ่มวาตะโทษะ ควรได้รับอาหารเช้าและอาหารเบาๆ ในทุกมื้ออาหารประเภทหวาน รวมทั้งแป้งและอาหารร้อนๆ เหมาะสำหรับกลุ่มนี้ ควรรับประทานพวกไขมันให้มากขึ้น นอกจากนี้ควรรับประทานอาหารหวาน ประเภทแป้ง เปรี้ยวและเค็มให้มากขึ้น รวมทั้งอาหารพวกนมเนยและเครื่องเทศต่างๆ ด้วย ส่วนอาหารแห้ง นม เนื้อวัว ไปมันและอาหาร เครื่องดื่มที่เย็นจะไปเพิ่มวาตะ (ลม) และทำให้เสียสมดุล ในฤดูหนาวซึ่งเป็นฤดูที่มีวาตะมากอยู่แล้ว จึงควรดื่มและรับประทานของร้อนๆ จะช่วยลดวาตะลงได้

3.2) บุคคลกลุ่มปิตตะโทษะ ควรรับประทานอาหารเช้าพวกข้าว ผลไม้ และนมเนย และหลีกเลี่ยงอาหารรสเผ็ด ไข่แดง น้ำผึ้ง สมุนไพร และเครื่องดื่มที่ร้อน ควรละเว้นอาหารรสเปรี้ยว เช่น โยเกิร์ต ผักดอง หากอาหารย่อยไม่ดี ควรดื่มน้ำมะนาวจะช่วยได้ การบริโภคอาหารเย็นๆ ของเหลวหวาน ขม และฝาดในฤดูร้อน ปิตตะจะเพิ่ม ทำให้ไม่สมดุล จึงควรรับประทานอาหารและดื่มของเย็นๆ แต่ไม่ควรเย็นจัด

3.3) บุคคลกลุ่มกผะโทษะ กลุ่มนี้ไม่ควรรับประทานอาหารก่อน 10.00 น. และหลังพระอาทิตย์ตกดิน ควรหลีกเลี่ยงน้ำตาล ไขมัน นมเนยและของเค็ม ควรเพิ่มอาหารเบาๆ และแห้งๆ อาหารมื้อเย็นควรเบาๆ มีปริมาณน้อย อาหารกลางวันควรมากกว่าทุกมื้อ ละเว้นอาหารที่มีอุณหภูมิเย็น ควรบริโภคอาหารอุ่นแทน การงดอาหารสัปดาห์ละวัน จะช่วยคุมน้ำหนักได้ดี ในฤดูฝน กผะเพิ่มขึ้น จึงควรลดปริมาณอาหารให้น้อยลง ลดอาหารไขมันน้อยลง เพิ่มอาหารที่มีกาก

ตารางแสดงอาหารประเภทต่างๆ ที่เหมาะสมกับโทษะแต่ละชนิด และเพื่อให้เกิดสมดุลในชีวิต

ตารางที่ 3 อาหารที่เหมาะสมกับโทษะ

โทษะ	ประเภทอาหาร					
	ผัก	ผลไม้	นมเนย	ข้าว	โปรตีน	เครื่องเทศ
1. วาตะ	มันฝรั่ง ผักกาดหอม ผักกาดแดง ผักที่ทำให้สุกแล้ว	สับปะรด กล้วย ส้ม มะพร้าว มะละกอ มะม่วง	ทุกชนิด	ข้าวสาลี ข้าวแดง	ปลา เป็ด ไก่ ไข่	อบเชย กระวาน ขิง กานพลู มัสตาด ชะเอม
2. ปิตตะ	กะหล่ำปลี มัน แตงกวา บรอคเคอรี่ ถั่วงอก	มะม่วง ส้ม สับปะรด (หวาน) มะพร้าว องุ่น	เนยแข็ง นม	ข้าวสาลี ข้าวขาว	ไก่ ถั่วเหลือง	อบเชย มะนาว กระวาน พริกไทยดำ
3. กผะ	ผักดิบ หอม มัน แครอท ถั่วงอก กะหล่ำปลี หัวผักกาด พริกหยวก ผักขม	แอปเปิ้ล องุ่น มะละกอ ฝรั่ง	นมที่มีไขมันต่ำ ลาซี่ (lassi) กี ในปริมาณน้อย	ข้าวไรย์ ข้าวโพด ข้าวขาว งา ถั่ว	ไก่ ไข่ (ไม่ควรผัด)	เครื่องเทศ ทุกชนิด

รส [3, 8, 14]

ธรรมชาติได้สร้างสรรค์มนุษย์ให้มีความสามารถลิ้มรสอาหารได้ การลิ้มรสอาหารจึงมีความสำคัญเท่ากับการรับรู้สัมผัสอื่นๆ เช่น การได้ยินและการมองเห็น รสของอาหารสามารถทำให้เกิดการพึงพอใจและการรื่นรมย์ต่อสิ่งที่รับประทานอีกด้วย อาหารนั้นมีองค์ประกอบมาจากปัญจมหาภูตะ รสของอาหารจึงเกิดจากส่วนประกอบของปัญจมหาภูตะเช่นกัน อายุรเวทเข้าใจในสิ่งพื้นฐานที่ลึกซึ้งนี้ว่ารส และแต่ละรสนั้นมีองค์ประกอบพื้นฐานจากอะไร

อาหารมีรสทั้งหมด 6 ชนิด คือ เปรี้ยว (sour) หวาน (sweet) ฝาด (astringent) เค็ม (salty) เผ็ด (pungent) และขม (bitter)

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของรสและแหล่งที่มา

รส	มาจากส่วนประกอบของ
เปรี้ยว (อัมละ amla)	ปฐวี และเตโช
หวาน (มธุระ madura)	ปฐวีและชละ
ฝาด (กษายะ kashaya)	วายุและปฐวี
เค็ม (ลวณะ lavana)	ชละและเตโช
เผ็ด (กฎุ katu)	เตโชและวายุ
ขม (ติกตะ tikta)	วายุและอากาศ

อายุรเวทให้ความสำคัญของรสเพราะมีความสำคัญในการกำหนดว่าอาหารนั้นๆ เหมาะกับโทษะของบุคคลหนึ่งบุคคลใดเพียงใด นอกจากนี้ยังแนะนำว่าอาหารแต่ละมื้อควรมีรสครบทั้ง 6 ชนิด หรือมากชนิดที่สุดเท่าที่จะทำได้ การได้อาหารที่มีรสครบเป็นการแสดงว่าร่างกายได้รับสารอาหารครบทุกชนิดด้วย ทั้งนี้ควรได้รับอาหารที่มีรสเด่นที่เหมาะสมกับโทษะของตน

1) รสที่เหมาะสมและที่ควรหลีกเลี่ยง

เนื่องจากอาหารมีองค์ประกอบพื้นฐานเป็นปัญจมหาภูตะ และเช่นเดียวกับร่างกายของเรา อาหารที่ได้รับไปจึงเป็นการเพิ่มลดโทษะหรือหล่อเลี้ยงร่างกายนั่นเอง รสของอาหารถือได้ว่าเป็นตัวแทนของปัญจมหาภูตะให้ปรากฏ อายุรเวทจึงให้รสเป็นตัวกำหนดถึงความเหมาะสมและที่ควรหลีกเลี่ยงสำหรับแต่ละบุคคล

บุคคลกลุ่มวาตะ ควรหลีกเลี่ยงอาหารรสขม เผ็ดและฝาด ในจำนวนมาก เพราะจะไปเพิ่มลม ก่อให้เกิดแก๊สในระบบทางเดินอาหาร กลุ่มนี้เหมาะสมกับอาหารรสหวาน เปรี้ยว และเค็ม

บุคคลกลุ่มปิตตะ ควรหลีกเลี่ยงอาหารรสเปรี้ยว เค็ม และเผ็ด เพราะเป็นตัวไปเพิ่มไฟในร่างกาย แต่อาหารที่มีรสหวาน ขม และฝาด เหมาะสมสำหรับกลุ่มนี้

บุคคลกลุ่มกผะ ควรหลีกเลี่ยงอาหารรสหวาน เปรี้ยว และเค็ม เพราะจะไปเพิ่มน้ำในร่างกาย และควรเลือกอาหารรสเผ็ด ขม และฝาดมากกว่า

ตารางที่ 5 รสที่เหมาะสมและรสที่ควรหลีกเลี่ยง

โทษะ	รสที่เหมาะสม	รสที่ควรหลีกเลี่ยง (ทำให้โทษะเพิ่ม)
วาตะ	หวาน เปรี้ยว เค็ม	ขม เผ็ด ฝาด
ปิตตะ	หวาน ขม ฝาด	เปรี้ยว เค็ม เผ็ด
กผะ	ขม เผ็ด ฝาด	หวาน เปรี้ยว เค็ม

ตารางที่ 6 การเลือกอาหารเมื่อใช้รสเป็นตัวกำหนดและผลกระทบต่อโทษะ

รส	โทษะที่เพิ่ม	โทษะที่ลด
เปรี้ยว	ปิตตะ กผะ	วาตะ
หวาน	กผะ	ปิตตะ วาตะ
ฝาด	วาตะ	ปิตตะ กผะ
เค็ม	กผะ ปิตตะ	วาตะ
ขม	วาตะ	กผะ ปิตตะ

ฉะนั้น การเลือกอาหารจึงคำนึงถึงอาหารที่มีรสเหมาะสมกับโทษะของตนเป็นเกณฑ์ ซึ่งมี 3 รส และเสริมด้วยรสที่เหลือ (รสที่หลีกเลี่ยง) อีก 3 รส ในปริมาณน้อย (ดูตารางที่ 5) ก็ทำให้ได้รสครบทุกรส อธิบายได้ว่าเพราะองค์ประกอบเป็นตัวเรานั้นมีทุกโทษะ จึงควรได้รับอาหารที่มีรสเหมาะสมกับโทษะที่เด่น 3 รส และอีก 3 รสในปริมาณน้อยแต่ก็เพื่อเป็นการหล่อเลี้ยงโทษะที่ไม่เด่นที่เหลือด้วย ทำให้มีการหล่อเลี้ยงทุกโทษะหรือทุกๆ ธาตุ ซึ่งเป็นพื้นฐานให้เกิดสมดุลของร่างกายทั้งระบบ

การใช้รสเป็นตัวกำหนดประเภทของอาหารนั้นมีผลกระทบต่อลักษณะโทษะทั้งเพิ่มและลด จึงมีบริบทที่ควรนำมาพิจารณาเพิ่มดังนี้

กลุ่มคนกผะมีโครงสร้างอ้วนหรือแนวโน้มที่จะน้ำหนักตัวเพิ่มง่ายหรืออ้วนง่าย จึงควรหลีกเลี่ยงอาหารรสหวาน ซึ่งเป็นอาหารประเภทน้ำตาล ดังที่ทราบกันในปัจจุบันว่าทำให้อ้วน ส่วนรสที่ควรหลีกเลี่ยงอีก 2 รส คือ เปรี้ยวและเค็ม ซึ่งตามหลักอายุรเวทแล้วจะไปเพิ่ม กผะ หรือทำให้อ้วนได้ เพราะทั้ง 3 รสนี้ คือ หวาน เปรี้ยว และเค็มนั้นมีองค์ประกอบหลักคือ ดินและน้ำ แม้มีองค์ประกอบของไฟด้วยก็ตาม เห็นได้ชัดว่าดินและน้ำเป็นองค์ประกอบที่ไปเพิ่มน้ำหนัก การควบคุมน้ำหนักตามอายุรเวทจึงต้องหลีกเลี่ยงอาหารรสเปรี้ยวและเค็มด้วย ไม่เฉพาะอาหารรสหวานอย่างเดียว

กลุ่มปิตตะนั้นมีเมตะบอลิสม์สูง กล่าวง่ายๆ คือไฟแรง เพื่อรักษาสมดุล กลุ่มนี้จึงเหมาะสมกับอาหารรสหวาน ขม และฝาด ซึ่งทำหน้าที่ลดคุณสมบัติของไฟได้อย่างดี

สำหรับกลุ่มคนวาตะ ซึ่งมีลักษณะผอมบางและมีสุขภาพแปรปรวนได้ง่าย อาหารที่มีรสหวาน เปรี้ยว เค็มนั้นมีองค์ประกอบหลักเป็นดินและน้ำ เมื่อได้รับก็จะไปเสริมให้ร่างกายมีน้ำหนักเพิ่ม หรือทำให้ไม่ลด หรือแปรปรวนได้ง่ายลง

จะเห็นได้ว่า อาหารที่กำหนดโดยรสของกลุ่มคน กผะกับวาตะนั้นตรงข้ามกัน ดีสำหรับกลุ่มหนึ่ง แต่ไม่ดีกับอีกกลุ่มหนึ่ง การนำหลักการของรสมาใช้ทำให้เข้าใจถึงความเกี่ยวพันของปัจเจกและการสร้างสรรค์ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

2) รสะ (rasa) วีรยะ (virya) และวิปากะ (vipak)[3, 14]

นอกจากรสของอาหารซึ่งถือว่าความสำคัญแล้ว อายุรเวทยังคำนึงถึงปรากฏการณ์อื่นที่ละเอียดอ่อนและเกี่ยวเนื่องกับรสอีกด้วย เช่น ความร้อนและความเย็น ซึ่งเป็นผลของอาหารเมื่อรับประทานสู่กระเพาะ ทั้งนี้อาหารชนิดต่างๆ ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่จะก่อให้เกิดรสและความรู้สึกต่ออุณหภูมิต่างๆ กัน

เมื่ออาหารได้เข้าสู่ปาก สิ่งแรกของการได้สัมผัส คือ**รส (รสะ)** เมื่ออาหารถูกกลืนสู่กระเพาะ ความรู้สึกทันทีที่เกิดขึ้นว่ามีความร้อนหรือความเย็น นั่นก็คือ วีรยะ ความรู้สึกนี้เป็นตัวบอกคุณสมบัติของอาหารว่าจะมีผลให้เกิดความร้อนหรือความเย็น หลังจากผ่านการย่อยแล้วอาหารยังให้ผลอีก เรียก **วิปากะ** เช่น แป้ง เมื่อย่อยแล้วจะมีรสหวาน ฉะนั้นรสอาหารหลังจากย่อยหรือวิปากะคือหวาน ในอายุรเวท ปฏิกิริยาหรือการเปลี่ยนแปลงของสารชนิดต่างๆ ที่เข้าสู่ร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นอาหาร ยา แร่ธาตุ มณี สี หรือแม้แต่จิตใจและอารมณ์ ใช้หลักสมมติฐานรสะ วีรยะ และวิปากะเหมือนกัน อย่างไรก็ตาม มีสารหลายชนิดที่มีปฏิกิริยาเฉพาะต่อร่างกายโดยไม่สามารถอธิบายได้ จารกะใช้คำว่า ประภพ (prabhav) ซึ่งแปลว่ามีปฏิริยาเฉพาะหรือข้อยกเว้นสำหรับเรียกสารนั้นๆ ของมีรสหวานควรมีวีรยะเย็น แต่ยกเว้นน้ำผึ้ง ซึ่งมีวีรยะร้อนนี่คือ ประภพ

ตารางต่อไปนี้เป็นการแสดงกฎเกณฑ์ทั่วๆ ไปที่ใช้กำหนด รสะ วีรยะ และวิปากะ โดยได้ยกตัวอย่างประกอบด้วย

ตารางที่ 7 การแสดงกฎเกณฑ์ที่ใช้กำหนด รสะ วีรยะ และวิปากะ และตัวอย่างประภพ

รสะ	วีรยะ	วิปากะ	ประภพ
หวาน	เย็น	หวาน	น้ำผึ้ง ร้อน วีรยะ
เปรี้ยว	ร้อน	เปรี้ยว	มะนาว เย็น วีรยะ
เค็ม	ร้อน	หวาน	มะขาม เย็น วีรยะ
เผ็ด	ร้อน	เผ็ด	หอม เย็น วีรยะ
ขม	เย็น	เผ็ด	ขมิ้น ร้อน วีรยะ
ฝาด	เย็น	เผ็ด	ทับทิม หวาน วิปากะ

โดยทั่วไป รสหวานและเค็มให้วิปากะหวาน รสเปรี้ยวให้วิปากะเปรี้ยว และรสเผ็ด รสขม และรสฝาดมันให้วิปากะเผ็ด นั่นก็คือรสะและวิปากะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับรสของสารนั้นๆ ส่วนวีรยะสัมพันธ์กับการให้ผลความร้อนหรือความเย็น

คุณสมบัติทั้งสามนี้มีผลโดยตรงต่อไตรโทษะ และการเสริมสร้างเนื้อเยื่อของร่างกาย หรือธาตุอาหารมีผลระยะยาวต่อไตรโทษะ แต่คุณสมบัติและการกระทำของรสะ วีรยะ และวิปากะต่อโทษะนั้น มีผลระยะสั้นกว่า ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 8 ตัวอย่างรสและหน้าที่ของอาหาร

รสะ	วีรยะ	ตัวอย่างอาหาร	หน้าที่	การผิดปกติ
1. หวาน (ปฐวี+ชละ)	เย็น	ข้าว ข้าวสาลี นม น้ำตาล ของหวาน อินทพลัม สะระแหน่	เสริมสร้างร่างกาย ลดวาตะและปิตตะ เพิ่มกผะ เพิ่มรสะน้ำและโอชะ เสริมกำลังแก้กระหาย	ทำให้อ้วน หลับมาก สะลึมสะลือ ทำให้เบื่ออาหาร ไอ เป็นเบาหวาน กล้ามเนื้อเจริญผิดปกติ
2. เปรี้ยว (ปฐวี+เตโช)	ร้อน	โยเกิร์ต เนย องุ่น มะนาว ผลไม้เปรี้ยวต่างๆ	เสริมสร้างร่างกาย ลดวาตะ เพิ่มปิตตะและกผะ เพิ่มความอร่อยให้อาหาร กระตุ้นความอยากกินและจิตใจ เสริมกำลังให้อวัยวะรับความรู้สึก ทำให้น้ำย่อยหลั่งมีน้ำลายเบา ร้อนและนุ่ม	ทำให้กระหาย มีผลต่อฟัน ทำให้หลับตา ทำให้กผะเป็นของเหลว ทำให้เลือดเป็นพิษ บวมเป็นแผล มีกรดในกระเพาะ

รสะ	วีรยะ	ตัวอย่างอาหาร	หน้าที่	การผิดปกติ
3. เค็ม (ชละ+เตโช)	ร้อน	เกลือต่าง ๆ	เสริมสร้างร่างกาย ลดวาตะ เพิ่มปิตตะและกผะ ช่วยย่อยอาหาร ออกฤทธิ์เป็นยาระบาย เพิ่มน้ำลาย ลดรสอื่นๆ อุ้มน้ำหนักนุ่มและร้อน	รบกวนเลือด ทำให้เกิดเป็นลมและตัวร้อน เพิ่มการเกิดโรคผิวหนัง อักเสบ แผลในกระเพาะ ผื่นคันและความดันเลือดสูง
4. เผ็ด (เตโช+วายุ)	ร้อน	หอม พริก ขิง กระเทียม พริกไทย ผักกาด เครื่องเทศต่าง ๆ	ไม่เสริมสร้างร่างกาย (เพิ่มการเผาผลาญ) ลดกผะ เพิ่มวาตะและปิตตะ ทำให้ปากสะอาด ช่วยการย่อยอาหารและดูดซึมอาหาร ให้เลือดบริสุทธิ์ รักษาโรคผิวหนัง ทำให้ร่างกายสะอาด เบา ร้อน นุ่ม	เพิ่มความร้อน เหงื่อออก เป็นลม ร้อนคอ กระเพาะและหัวใจ ทำให้เกิดแผลในกระเพาะ เวียนหัว และไม่ได้สติ
5. ขม (วายุ+อากาศ)	เย็น	ของขมต่างๆ มะระ ใบยอ ผักใบเขียวต่างๆ กาแฟ ขมิ้น	เพิ่มการเผาผลาญ ลดปิตตะและกผะ เพิ่มวาตะ ช่วยเพิ่มรสอื่นๆ มีปฏิกิริยาลดพิษและฆ่าเชื้อ แก้การเป็นลมหน้ามืด ให้ความรู้สึกคันและร้อนต่อร่างกาย เบาและเย็น	เพิ่มความหยาบ ความผอมแห้ง ลดไขกระดูกและน้ำอสุจิ ทำให้เกิดการวิงเวียนและหมดสติได้
6. ฝาด (วายุ+ปฐวี)	เย็น	กล้วยดิบ ถั่ว ผักใบเขียวบางชนิด	เพิ่มการเผาผลาญ ลดปิตตะและกผะ เพิ่มวาตะ มีผลระงับ แต่ทำให้หลอดเลือดหดตัว เลือดแข็งตัว แห้ง หยาบเย็น	ท้องผูก พูดขัดข้อง รสฝาดมาก มีผลเสียต่อหัวใจ ทำให้ปากแห้ง

ตารางที่ 9 รสผสมมีผลต่อโทษะ

รสผสม	โทษะที่เพิ่ม	โทษะที่ลด
หวาน เปรี้ยว เค็ม	กผะ	วาตะ
เผ็ด ขม ฝาด	วาตะ	กผะ
เผ็ด เปรี้ยว เค็ม	ปิตตะ	-
หวาน ขม ฝาด	-	ปิตตะ

ตารางที่ 10 แสดงคุณสมบัติและการกระทำของรสะ วีรยะ วิปากะ ต่อโทษะ

ชนิดอาหาร	รสะ	วีรยะ	วิปากะ	คุณสมบัติและการกระทำต่อโทษะ
1. เนื้อสัตว์				
เนื้อวัว	หวาน	ร้อน	หวาน	หนัก หนา เพิ่มปิตตะและกผะ ลดวาตะ
เนื้อไก่	หวานและฝาด	ร้อน	เผ็ด	เบา เป็นมัน เสริมกำลัง ส่งผลต่อวาตะ ปิตตะ และ กผะปานกลาง
ปลา	หวาน	ร้อน	หวาน	หนัก เป็นมัน เรียบ ก่อให้เกิดความร้อน เพิ่มปิตตะและกผะ ลดวาตะ
เนื้อหมู	หวานและฝาด	ร้อน	หวาน	หนัก เป็นมัน เรียบ เจริญอาหาร ก่อให้เหงื่อออก เพิ่มวาตะ ปิตตะและกผะ
2. ประเภทนม-ไข่				
เนยแข็ง	หวานและฝาด	เย็น	หวาน	เป็นมัน เรียบ ลดการเป็นริดสีดวง เพิ่มการดูดซึมของลำไส้ เพิ่มกผะ ลดวาตะ และปิตตะ
เนย	หวานและฝาด	เย็น	หวาน	หนัก เรียบ เพิ่มปิตติและผกะ ลดวาตะ
นมวัว	มัน	เย็น	หวาน	เบา เป็นมัน เพิ่มกผะ ลดวาตะและปิตตะ
กี (น้ำมันเนย)	หวาน	เย็น	หวาน	เบา เป็นมัน รับประทานมากเพิ่มกผะ รับประทานปานกลางดีสำหรับวาตะ ปิตตะ กผะ ช่วยเสริมการย่อยอาหาร เสริมกำลัง
นมมารดา	หวาน	เย็น	หวาน	เบาเป็นมัน เรียบ เพิ่มโอชะ รักษาสมดุลของวาตะ ปิตตะและกผะ
โยเกิร์ต	เปรี้ยวและฝาด	ร้อน	เปรี้ยว	เรียบ เป็นมัน ดีสำหรับการย่อยอาหาร ท้องเดิน ปัสสาวะแสบ เพิ่มปิตตะและกผะ ลดวาตะ
3. น้ำมัน				
น้ำมันละหุ่ง	หวานและขม	ร้อน	เผ็ด	หนัก แหลม เป็นมัน แก้ท้องผูก เพิ่มปิตตะและกผะ ลดวาตะ
น้ำมันมะพร้าว	หวาน	ร้อน	หวาน	เบา ปานกลาง เป็นมัน เรียบ เพิ่มกผะ ลดวาตะและปิตตะ
น้ำมันข้าวโพด	หวาน	ร้อน	หวาน	เบา ปานกลาง เป็นมัน เรียบ เพิ่มปิตตะ เหมาะสมปานกลางสำหรับวาตะและกผะ

ชนิดอาหาร	รสะ	วีรยะ	วิปากะ	คุณสมบัติและการกระทำต่อโทษะ
น้ำมันทั่วๆ ไป	หวาน	ร้อน	หวาน	หนัก เป็นมัน เรียบ เพิ่มกำลัง เพิ่มปิตตะ และกผะ ลดวาตะ
น้ำมันดอกทานตะวัน	หวาน	เย็น	หวาน	เบา เป็นมัน เพิ่มกำลัง เพิ่มปิตตะและกผะ
น้ำมันงา				หนัก เป็นมัน เรียบ เพิ่มปิตตะ ลดวาตะ ดีปานกลางสำหรับกผะ
4. น้ำหวานต่าง ๆ				
น้ำผึ้ง	หวานและฝาด	ร้อน	หวาน	แห้งหยาบ ลดน้ำเมือก เพิ่มปิตตะน้อย ลดวาตะ และกผะ
น้ำหวานเมเปิ้ล	หวานและขม	เย็น	หวาน	เรียบนุ่มอาจเพิ่มกผะ ถ้ารับประทานมาก ลดวาตะและปิตตะ
น้ำตาลอ้อย(ดิบ)	หวาน	เย็น	หวาน	หนัก เรียบ เป็นมัน เพิ่มไขมัน เพิ่มกผะ ลดวาตะ และปิตตะ
5. ถั่ว				
ถั่วลิสง	หวานและฝาด	ร้อน	หวาน	หนัก เป็นมัน เพิ่มปิตตะและกผะ เหมาะกับวาตะในจำนวนปานกลาง
ถั่วเหลือง	หวานและฝาด	เย็น	หวาน	หนัก เป็นมัน เรียบ เป็นยาระบาย เพิ่มวาตะและกผะ ลดปิตตะ เต้าหู้นั้นใช้ได้กับวาตะและปิตตะ เหมาะสมปานกลางกับกผะ
ถั่วดำ	หวาน	ร้อน	หวาน	เพิ่มกำลัง เพิ่มปิตตะและกผะ ลดวาตะ
ถั่วแดง	หวานและฝาด	ร้อน	หวาน	ย่อยง่าย เพิ่มปิตตะ ลดวาตะและกผะ
6. ผัก				
ผักกาด	หวานและฝาด	เย็น	เผ็ด	หยาบ แห้ง เพิ่มวาตะ ลดปิตตะและกผะ
กะหล่ำปลี	ฝาด	เย็น	เผ็ด	หยาบ แห้ง เพิ่มวาตะ ลดปิตตะและกผะ
แครอท	หวานขม ฝาด	เย็น	เผ็ด	หยาบ แห้ง เพิ่มวาตะ ลดปิตตะและกผะ
แตงกวา	หวานและฝาด	เย็น	หวาน	หนัก เพิ่มกผะ ลดวาตะและปิตตะ
หอม	เผ็ด	ร้อน	เผ็ด	หนัก กระตุ้นความรู้สึกทางเพศ เป็นตัวเจริญอาหาร เสริมกำลัง ลดไข้เมื่อใช้ภายนอก เพิ่มวาตะ ลดปิตตะและกผะ

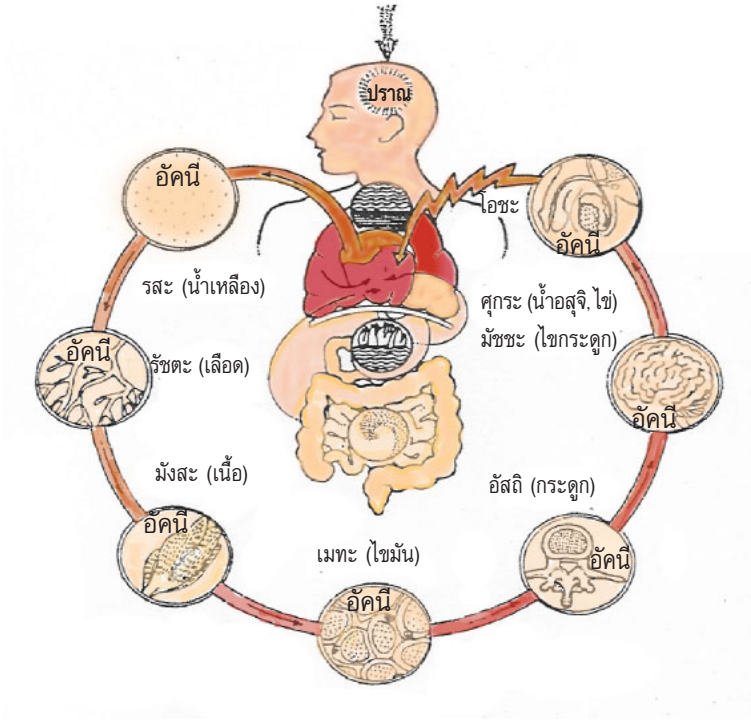
ชนิดอาหาร	รสะ	วีรยะ	วิปากะ	คุณสมบัติและการกระทำต่อโทษะ
มันเทศ	หวาน เค็ม และฝาด	เย็น	หวาน	แห้ง หยาบเบา เพิ่มวาตะ ลดปิตตะและกผะ
มะเขือเทศ	หวาน	ร้อน	เปรี้ยว	เบา ชื้น เพิ่มวาตะ ปิตตะ และกผะ
7. ผลไม้				
กล้วย	หวานและฝาด	เย็น	เปรี้ยว	เรียบหนัก ช่วยระบาย เพิ่มปิตตะและกผะ ลดวาตะ
มะพร้าว	หวาน	เย็น	หวาน	เป็นมัน เรียบ เพิ่มกำลัง เพิ่มกผะ ถ้ารับประทานมาก ลดวาตะและปิตตะ
แตงโม	หวาน	เย็น	หวาน	หนัก เป็นน้ำ เพิ่มวาตะ
ส้ม มะม่วง	หวานและเปรี้ยว	ร้อน	หวาน	หนัก เพิ่มรสอาหาร ย่อยยาก เพิ่มปิตตะและกผะ ลดวาตะ
8. สมุนไพรและเครื่องเทศ				
พริกไทยดำ	เผ็ด	ร้อน	เผ็ด	เบา แห้ง หยาบ ช่วยย่อยอาหาร เพิ่มปิตตะ กระตุ้นวาตะ ลดกผะ
อบเชย	หวานและเผ็ด	ร้อน	หวาน	เสริมการย่อยอาหาร ดีสำหรับหัวใจ ช่วยให้กลิ่นปากดี กระตุ้นปิตตะ ถ้ารับประทานมาก ลดวาตะและกผะ
ชะเอม	หวานขม	ร้อน	หวาน	แก้กระหาย กระตุ้นน้ำลาย แก้ปากแห้ง กระตุ้นกผะ ลดวาตะและปิตตะ
กานพลู	เผ็ด	ร้อน	เผ็ด	ช่วยย่อยอาหาร เสริมรสและกลิ่น เพิ่มปิตตะ ลดวาตะและกผะ

อาหารกับการเสริมสร้างเนื้อเยื่อ (ธาตุ) (3, 14)

อาหารเมื่อผ่านกระบวนการย่อยแล้วก็ถูกดูดซึมเข้าไปหล่อเลี้ยงร่างกายเพื่อเสริมสร้างเนื้อเยื่อต่างๆ ซึ่งมี 7 ชนิด อายุรเวทใช้คำว่า “ธาตุ” หมายถึงอวัยวะหรือเนื้อเยื่อ ซึ่งต่างจากคัมภีร์การแพทย์โบราณของไทยที่ใช้ คำว่าธาตุในความหมายว่า สิ่งพื้นฐาน 4 อย่าง คือ ดิน น้ำ ลม ไฟ

อวัยวะหรือเนื้อเยื่อตามคัมภีร์อายุรเวทเรียกว่าธาตุนั้น คือสิ่งพื้นฐานในการก่อกำเนิดร่างกายมนุษย์ ธาตุทำหน้าที่ให้อวัยวะต่างๆ คงสภาพอยู่ และเป็นไปตามระบบ เพื่อการดำรงอยู่ของชีวิต และเป็นส่วนสำคัญในการเสริมสร้างและหล่อเลี้ยงร่างกายอีกด้วย ธาตุยังเป็นส่วนสำคัญในระบบป้องกันของร่างกาย เป็นส่วนหนึ่งของระบบภูมิคุ้มกันเมื่อมีอัคนีเข้ามาช่วย อัคนีคือไปช่วยปรับแต่งสารอาหาร ซึ่งตรงกับขบวนการเมตะบอลิสม์นั่นเอง

หากธาตุใดธาตุหนึ่งบกพร่อง ที่เหลือจะถูกกระทบกระเทือนด้วย เพราะอายุรเวทเชื่อว่า แต่ละธาตุได้รับอาหารไปหล่อเลี้ยงจากธาตุอื่นก่อนตามลำดับดังต่อไปนี้ (ดูรูปภาพที่ 2)



รูปภาพที่ 2 การไหลเวียนของสารอาหาร และการเสริมสร้างเนื้อเยื่อ (ธาตุ)

1. รสะ (rasa) คือ น้ำเหลือง (พลาสมา) มีส่วนประกอบคือสารอาหารที่ถูกย่อยแล้วต่างๆ ซึ่งเป็นสารไปหล่อเลี้ยง และเสริมสร้างเนื้อเยื่อของร่างกายและอวัยวะทุกระบบ

2. รัชตะ (rajta) เลือด เป็นตัวควบคุมการใช้ออกซิเจนของร่างกายและก่อให้เกิดการดำรงชีวิต

3. มังสะ (mamsa) กล้ามเนื้อ เป็นเนื้อที่ห่อหุ้มอวัยวะ สำคัญต่อการทำหน้าที่เคลื่อนไหวของข้อ และทรงสภาพความแข็งแรงของร่างกายไว้

4. เมทะ (meda) ไขมัน ทรงสภาพการหล่อลื่นและความเป็นมันของเนื้อเยื่อต่าง ๆ
5. อัสถิ (asthi) กระดูก เป็นโครงสร้างของร่างกาย
6. มัชชะ (majja) ไขกระดูก บรรจุอยู่ในช่องกระดูก นำกระแสประสาท
7. ศุกระ (sukra) น้ำอสุจิและไข่ มีส่วนประกอบทุกชนิดของเนื้อเยื่อต่าง ๆ และทำหน้าที่ก่อให้มีการสืบพันธุ์

ตามทฤษฎีอายุรเวท อาหารเมื่อผ่านกระบวนการย่อยแล้วจะได้น้ำเหลืองก่อน น้ำเหลืองหรือพลาสมา (plasma) มีองค์ประกอบของสารอาหารต่างๆ สารในระบบภูมิคุ้มกัน ฮอร์โมน เกลือแร่ และอื่นๆ จะถูกนำพาไปหล่อเลี้ยงและเสริมสร้างเนื้อเยื่อให้อวัยวะต่างๆ รวมทั้งทำหน้าที่ในระบบภูมิคุ้มกันอีกด้วย เริ่มแรกที่อาหารถูกย่อยจะได้น้ำเหลือง และไปสิ้นสุดที่โอชะ (ojas) มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า พละ (bala) ซึ่งก็ไหลเวียนไปในกระแสเลือดเช่นกัน เพราะเป็นส่วนประกอบที่ละเอียดสุดที่ไปหล่อเลี้ยงร่างกายทุกอวัยวะ รวมทั้งกล้ามเนื้อที่ก่อให้เกิดกำลังและคงสภาพสมบูรณ์ของร่างกายไว้ ซึ่งปรากฏให้บุคคลนั้นๆ มีเสียงกังวานและมีผิวพรรณดี และทำให้อวัยวะรับความรู้สึกทำหน้าที่อย่างดีและเต็มขีดความสามารถ ผึ้งดูดน้ำหวานจากส่วนสำคัญที่สุดของดอกไม้มาทำน้ำผึ้งฉันใด ก็เหมือนกับโอชะที่ถูกสะสมเก็บจากเนื้อเยื่อต่างๆ ในขบวนการอัคนีฉันนั้น อยู่ที่ผู้ดำรงชีวิตเต็มไปด้วยการมีชีวิตชีวา มีผิวพรรณเปล่งปลั่ง เสียงมีกังวาน เป็นผลมาจากโอชะในร่างกายนั้นเอง

1) โอชะ

โอชะเป็นน้ำหล่อเลี้ยงชีวิตที่สำคัญที่สุดเสมือนมีบ้านที่อยู่ในหัวใจ มีลักษณะเป็นน้ำสีขาวอมแดงหรือเหลืองเล็กน้อย หากโอชะถูกทำลาย บุคคลนั้นจะถึงแก่ความตาย เพราะขาดทั้งสารอาหารสำคัญที่จำเป็นชนิดต่างๆ รวมทั้งขาดภูมิคุ้มกันอีกด้วย โดยสรุปก็คือเมื่อรับประทานอาหารแล้ว ถูกนำไปย่อยปรับแต่งหลายขั้นตอน (13 ขั้นตอน) สร้างธาตุ (อวัยวะ-เนื้อเยื่อ) 7 ชนิด และส่วนที่สำคัญที่เกิดหลังจากนั้นคือโอชะ

โอชะเป็นส่วนสำคัญที่สุดของธาตุ-เนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย เป็นพลังงานชีวิตที่ควบคุมความสมดุลของน้ำเลี้ยงร่างกาย โดยมีปราณ เป็นตัวช่วยประกอบ โอชะมีส่วนประกอบที่ละเอียดที่สุด หรือปัญจมหาภูตะ และมีส่วนประกอบของสารทุกชนิดที่เกี่ยวเนื่องกับการมีชีวิต เป็นตัวรับผิดชอบต่อภูมิคุ้มกันความชาญฉลาด ความคิด อารมณ์ ความจำและพลังงานจิตต่างๆ ทารกในครรภ์ได้รับโอชะจากมารดา โอชะเป็นสิ่งจำเป็นตั้งแต่แรกเริ่มชีวิต ดังนั้นจึงจำเป็นสำหรับการมีอายุยืนยาวด้วย

โอชะนั้นเป็นส่วนรับผิดชอบต่อความรัก ความเมตตา สันติ และการสร้างสรรค์ด้วย

โอชะเกิดได้ 2 วิธี คือ

1. จากอาหาร ผ่านขบวนการอัคนี การย่อยปรับแต่งดังกล่าวแล้ว

2. ด้วยการฝึกลมปราณ ฝึกจิตเพื่อสมาธิก็สามารถทำให้เกิดโอชะได้ โอชะจึงมีพลังทางด้านจิตวิญญาณอีกด้วย

อายุรเวท กล่าวว่า โอชะผลิตจากอาหารใช้เวลาหนึ่งเดือน แต่ที่ได้จากสมาธิใช้เวลารวดเร็วมาก กีหรือน้ำมันเนย (clarified butter) เป็นตัวเสริมพลังโอชะในผู้ใหญ่ เช่นเดียวกับนมมารดาเสริมโอชะในทารก ผู้มีโอชะสมบูรณ์แข็งแรง จะเป็นคนมีเสน่ห์ ตามีแววประกายยิ้มได้อย่างชุ่มเย็น ผิวพรรณ (วรรณ) ผ่องใส เป็นบุคคลมีพลังกายและพลังจิตสูง หากมีกิจกรรมทางเพศมาก โอชะจะอ่อนพลังลง โอชะจะเป็นส่วนสำคัญของการมีสุขภาพ อายุรเวทได้อธิบายไว้ว่า สุขภาพนั้นซ่อนเร้นอยู่ในโอชะ เสมือนเนยซ่อนอยู่ในนมฉันนั้น

“โอชะ” ตามความหมายของอายุรเวทนั้นตรงกับ “น้ำเหลือง” ในความหมายของวิทยาศาสตร์การแพทย์แผนปัจจุบัน น้ำเหลืองนั้นมีสารอาหาร ฮอร์โมน เกลือแร่ ฯลฯ ซึ่งเป็นผลผลิตจากสิ่งที่เรารับเข้าสู่ร่างกายและที่ร่างกายผลิตออกมา เป็นน้ำหล่อเลี้ยงชีวิต น้ำเหลืองมีปริมาณเป็นน้ำส่วนใหญ่ของร่างกาย

ตารางที่ 11 โอชะ ส่วนประกอบสำคัญที่สุดของธาตุ

ปริมาณเล็กน้อย	ปริมาณมาก
1. รับผิดชอบต่อการให้เกิดภาวะมีชีวิตชีวา มีแรงและภูมิคุ้มกัน : พละ	1. ให้ความเปล่งปลั่งของผิวพรรณและแววตา เสียงมีกังวาน เสริมพลังให้กล้ามเนื้อ กระดูกและอวัยวะต่าง ๆ
2. ชีวิตมีไม่ได้เมื่อขาดโอชะ	2. ไหลเวียนไปทั่วร่างกาย
3. ฐานที่ตั้งอยู่ที่หัวใจ	

2) มละ

การย่อยและขบวนการเมตะบอลิสม์มีประโยชน์ในการหล่อเลี้ยงบำรุงรักษาร่างกายนั้น เมื่อดำเนินไปย่อมมีของเสียเกิดขึ้นร่วมด้วยเรียกว่า มละ หรือ มูล ที่ภาษาไทยใช้เรียกเป็นของเสียที่ร่างกายต้องขับออก ที่สำคัญมี 3 ชนิดคืออุจจาระ (สกฤต) ปัสสาวะ (มูตร) และเหงื่อ (เสวทะ) การขับถ่ายของเสียนับเป็นความสำคัญของการมีสุขภาพดี นอกจากนี้ยังมีของเสียที่ถูกขับออกอีก เช่น ขี้มูก ขี้ตา ไขมันที่ออกตามผิวหนัง น้ำมูก น้ำลาย ขน ผม เล็บ และอากาศที่หายใจออก เป็นต้น อุจจาระไม่ใช่เพียงกากอาหารเท่านั้น ยังมีสารที่ถูกขับออกมาจากเซลล์ของร่างกายด้วย

การย่อยอาหารที่ดีและการขับถ่ายที่ดีเป็นองค์ประกอบสำคัญของการมีสุขภาพดี การถ่ายอุจจาระได้ไม่ดีนั้นไม่เฉพาะกระทบกระเทือนต่อระบบทางเดินอาหารเท่านั้น แต่มีผลไปทั่วร่างกายด้วย อุจจาระแม้เป็นของเสีย ก็มีสารอาหารนานาชนิด และน้ำซึ่งลำไส้ดูดซึมได้โดยตลอด นอกจากนี้อุจจาระยังมีหน้าที่เสริมพลังให้ลำไส้ โดยช่วยให้รักษาโทน (tone) ไว้ด้วย

ปัสสาวะทำหน้าที่ขับน้ำและเกลือแร่ต่าง ๆ ออกจากร่างกาย ปริมาณปัสสาวะมีความสัมพันธ์กับน้ำที่ดื่ม อาหารที่รับประทาน และอุณหภูมิของอากาศ คัมภีร์อายุรเวทกล่าวว่าปัสสาวะเป็นยาระบายอ่อนๆ ช่วยทำลายพิษในร่างกาย และช่วยทำให้ลำไส้ใหญ่ดูดซึมอาหารได้ดี

เหงื่อเป็นสิ่งที่ร่างกายขจัดของเสียได้ทางหนึ่ง มีทั้งน้ำ เกลือแร่ และไขมันบางส่วน และช่วยรักษาอุณหภูมิของร่างกายไว้ด้วย ทำให้ผิวหนังนุ่มและมีความยืดหยุ่น การทำให้เหงื่อออกเป็นขบวนการรักษาอย่างหนึ่งในอายุรเวท

“มละ” ของเสียที่ถูกขจัดขับถ่ายออกจากร่างกายนั้น ประกอบด้วยปัญจมหาภูตะเช่นกัน

อาหารของชีวิต (3, 12, 14)

ร่างกายประกอบด้วยเนื้อเยื่ออวัยวะต่างๆ (สรีระ) แต่ชีวิตมิได้มีแต่ร่างกายอย่างเดียว ยังประกอบด้วยขบวนการรับรู้สัมผัส (อินทรีย์) จิต (สัตตระ) และจิตสำนึกจิตแท้ดั้งเดิม (อาตมัน) ด้วยองค์ประกอบทั้ง 4 ของชีวิตนี้มีโทษะทั้ง 3 (วาตะ ปิตตะ และกผะ) เป็นส่วนประกอบเช่นกัน และยังได้รับการหล่อเลี้ยงจากอาหาร น้ำ อากาศ และปัจจัยนามธรรมอื่น ซึ่งรับเข้าสู่ตนด้วยผ่านขบวนการรับรู้สัมผัสอีกด้วย ซึ่งเป็นหรือมีคุณค่าต่อโทษะเช่นกัน การหล่อเลี้ยงชีวิตมีส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

(1) จากอาหาร น้ำและอากาศ เปรียบเสมือน “น้ำหล่อเลี้ยงร่างกาย”

(2) สิ่งต่างๆ ที่เราได้รับรู้สัมผัสผ่านขบวนการด้วย ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง รวมทั้งจิตซึ่งอาจสำนึกรู้เองหรือผ่านความคิดก็ตาม นอกจากนี้ยังมีสิ่งอื่นๆ ที่เข้าสู่ตัวโดยไม่สัมผัสรู้ได้ เช่น รังสีต่างๆ เหล่านี้เปรียบเสมือน “วิญญาณที่หล่อเลี้ยงชีวิต”

อย่างไรก็ตาม ทั้งส่วนประกอบพื้นฐานของร่างกาย-ชีวิตและสิ่งหล่อเลี้ยงชีวิตนั้น ประกอบด้วยไตรโทษะ : วาตะ ปิตตะ และกผะ ซึ่งก็มาจากปัญจมหาภูตะ ซึ่งเป็นสิ่งพื้นฐานของสรรพสิ่ง จึงเห็นได้ชัดว่า ชีวิตมีอยู่และดำรงอยู่ได้ด้วยปัญจมหาภูตะนั่นเอง และขยายความที่ว่า มนุษย์คือจักรวาลย่อย ได้เป็นอย่างดี

อาหารมีความสำคัญในการหล่อเลี้ยงชีวิต แต่ยังมีสิ่งอื่นๆ มาหล่อเลี้ยงชีวิตโดยขบวนการรับรู้สัมผัส (sense) นั่นเอง ซึ่งคนไทยเข้าใจเรื่องเหล่านี้เป็นอย่างดีโดยเรียกสิ่งนี้ว่า “อาหารใจ” และใช้คำว่า “อาหารตา-อาหารใจ” กันบ่อยๆ ซึ่งหมายถึง สิ่งที่รับรู้สัมผัสเข้าสู่ชีวิตด้วยตา หู จมูก ลิ้น กาย และใจนั่นเอง

1) ควรรับประทานอาหารอย่างไร ?

ด้วยอาหารเป็นสิ่งที่ไปหล่อเลี้ยงชีวิต ฉะนั้นการรับประทานอาหารอย่างไรจึงเป็นสิ่งสำคัญ อายุรเวทกล่าวว่า การรับประทานอาหารอย่างไรมีความสำคัญพอๆ กับตัวอาหารนั่นเอง มีข้อเสนอแนะ 10 ข้อ ดังนี้

1.1 ควรรับประทานอาหารในบรรยากาศที่รื่นรมย์ หมายถึง สถานที่เหมาะสมไม่มีกลิ่น เสียง หรือสิ่งรบกวน สถานที่งดงาม สงบ ผู้ที่ร่วมรับประทานอาหารด้วยควรจะอยู่ในบรรยากาศเดียวกัน

1.2 อาหารที่ปรุงและบริการด้วยผู้มีจิตใจดี ถ้าเป็นผู้เป็นที่รักของเราจะดีที่สุด

1.3 ควรอยู่ในอารมณ์ที่ดี มีจิตใจจดจ่ออยู่กับการรับประทานมากกว่าที่จะคุย ดูโทรทัศน์หรืออ่านหนังสือไปด้วย นั่งรับประทานด้วยความสงบจะดีที่สุด ควรนั่งตัวตรง ขณะที่มีอาหารอยู่ในปากไม่ควรพูด

1.4 เคี้ยวอาหารช้าๆ และรู้สึกตัวตลอดเวลาจะทำให้สัมผัสรสอาหารได้ดียิ่งขึ้น เมื่อเคี้ยวละเอียดและกลืนแล้ว จึงตักอาหารใหม่ เคี้ยวอาหารด้วยความรักและเมตตา อาหารเต็มปากควรเคี้ยวไม่น้อยกว่า 32 ครั้ง

1.5 อาหารที่รับประทานควรปรุงและหุงต้มใหม่ๆ อาหารควรสด อาหารที่เหลือค้างข้ามวันไม่ดี

1.6 ไม่ควรรับประทานอาหารถ้าไม่หิวหรือเมื่อรู้สึกกระหาย และไม่ควรดื่มน้ำเมื่อหิว เมื่อหิวแสดงว่าอัคนีไฟย่อยพร้อมที่จะทำหน้าที่ตามที่ร่างกายต้องการ เมื่อหิวจึงรู้สึกว่ามีน้ำย่อยออกในกระเพาะ

1.7 รสอาหารไม่ได้เกิดจากอาหาร แต่เกิดจากประสบการณ์ของผู้รับประทาน ถ้าอัคนีบกพร่องจะรับรสอาหารไม่เหมาะสม รสอาหารขึ้นกับอัคนี เครื่องเทศบางชนิดจะช่วยเพิ่มรสชาติของอาหาร

1.8 ปริมาณอาหารแต่ละมื้อมีความสำคัญเช่นกัน ปริมาณควรจะเท่ากับใส่ได้เต็ม 2 ฝ่ามือของตัวเอง จำนวนนี้พอดีจะบรรจุ 1 ใน 3 ของกระเพาะ อีก 1 ใน 3 เป็นของเหลว เหลือที่ว่าง 1 ใน 3 เป็นอากาศ หากรับประทานมากไปกระเพาะอาหารจะขยายตัว ย่อยได้ไม่ดีเกิดพิษ ปริมาณอาหารจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการย่อย มื้อกลางวันควรจะรับประทานอาหารปริมาณนี้ มื้อเย็นน้อยกว่า และมื้อเช้าควรน้อยที่สุด

1.9 ควรดื่มน้ำครั้งละน้อยๆ ขณะรับประทาน เช่น น้ำแกงจืด จะช่วยให้ย่อยได้ดี ดื่มน้ำปริมาณมากหลังเสร็จการรับประทานอาหารไม่ดี

1.10 หลังรับประทานอาหารแล้ว ควรนั่งพักสักครู่ 2-3 นาที อาจจะเดินสัก 10-20 นาที เพื่อการย่อย

2) การอดอาหาร (อุปวาส : upavasa) [3, 12, 14]

การอดอาหารถือเป็นขบวนการหนึ่งในการเสริมสร้างของอายุรเวท ซึ่งถือปฏิบัติกันมายาวนานหลายพันปี และยังรักษาโรคบางชนิด ในคนปกติที่มีสุขภาพดี การอดอาหารเป็นการปล่อยให้ระบบย่อยอาหารได้หยุดพัก ขณะอดอาหารนั้น ไฟย่อยอาหารยังมีอยู่ เนื่องจากไม่มีอาหารให้ย่อย อัคนีจึงเผาพิษที่สะสมไว้ในทางเดินอาหารอย่างช้าๆ

อายุรเวทแนะนำว่า ขณะอดอาหารนั้น ควรจะใช้สมุนไพรบางชนิด เช่น ขิง พริกไทยดำและผงกะหรี่ เพื่อช่วยสลายพิษในระบบของร่างกาย เนื่องจากสมุนไพรเหล่านี้มีคุณสมบัติเผ็ดและร้อน อาจใช้สมุนไพรเหล่านี้ซึ่งเป็นน้ำดื่มเพื่อเป็นการจุดไฟของอัคนีในการเผาสลายพิษ

เมื่ออดอาหาร ควรสังเกตพละกำลังของร่างกาย และความมีชีวิตชีวา หากมีการลดน้อยลง ควรหยุดการอดอาหาร

การอดอาหารช่วยรักษาอาการและโรคบางชนิดได้ โดยเฉพาะเมื่อมีไข้ เป็นหวัด ท้องผูก และโรคข้อ

ระยะเวลาของการอดอาหารนั้น ต้องคำนึงถึงโทษะของบุคคลนั้นเป็นประการสำคัญที่สุด กลุ่มวาตะไม่ควรอดอาหารเกิน 3 วัน การไม่รับประทานอาหารทำให้ตัวเบา และวาตะ โทษะจะเบาด้วย หากอดอาหารนานไป ร่างกายจะขาดวาตะ ก่อให้เกิดอารมณ์กลัว วิตกกังวล ตื่นเต้นและอ่อนเพลีย

สำหรับบุคคลกลุ่มปิตตะ การอดอาหารมากกว่า 3-4 วัน จะไปเพิ่มปิตตะ คือเพิ่มไฟในร่างกาย ก่อให้เกิดอารมณ์โกรธ เกลียด และมืนงง

กลุ่มบุคคลกผะ อาจอดอาหารได้นานกว่ากลุ่มอื่น จะทำให้รู้สึกว่าตัวเบา ความรู้สึกดีขึ้น ความคิดและจิตใจแจ่มใส

คนที่มีสุขภาพดี อายุรเวทแนะนำให้อดอาหารสัปดาห์ละ 1 วัน หรือเดือนละ 1-2 ครั้ง แล้วดื่มน้ำอุ่นแทน จะช่วยให้ระบบย่อยอาหารได้พัก นอกจากนี้อาจมีน้ำผลไม้ร่วมด้วยได้ บางคนอดอาหาร 24 ชั่วโมงโดยไม่ได้ดื่มน้ำเลยก็ได้ ทั้งหมดจะต้องปรับแต่งให้เหมาะสมกับตัวเอง

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่า การอดอาหารทำให้อนุมูลอิสระหรือสารพิษที่สะสมอยู่ในเซลล์ต่างๆ ถูกขับออกมากับกระแสเลือด และถูกขับถ่ายออกมาทางปัสสาวะ การอดอาหารในปัจจุบันได้มีการปรับแต่งนอกเหนือจากอายุรเวทได้กล่าวไว้อีกมาก

มนุษย์ คือ **จุลจักรวาล** มีส่วนประกอบเหมือนกับจักรวาลและได้รับการหล่อเลี้ยงจากสารอาหารของจักรวาล ชีวิตดำเนินไปตามกฎเกณฑ์ของธรรมชาติที่สมบูรณ์พร้อม การหล่อเลี้ยงชีวิตที่ถูกต้องคือการสร้างสรรค์สุขภาพ อาหารคือยา ยาคืออาหาร

อายุรเวทกล่าวว่า “เราเป็นดังที่เรารับประทาน”

บทวิจารณ์ (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14)

อายุรเวทมีทัศนะต่ออาหารต่างจากวิทยาศาสตร์ปัจจุบันมาก เพราะไม่ได้คำนึงตามหลักองค์ประกอบทางเคมีว่าเป็นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน หรือไขมัน แต่คำนึงว่าอาหารจะไปเสริมสร้างบำรุงรักษาให้เกิดการสมดุลตามลักษณะของแต่ละบุคคลตามพื้นฐานของธาตุเจ้าเรือน ด้วยอาหารเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเสริมสร้างความสมดุลของชีวิต ซึ่งยังมีมิติอื่นๆ ที่สำคัญโดยเฉพาะวิถีการดำเนินชีวิต จริยาอีกด้วย ด้วยมิติดังกล่าวจึงยากที่จะมีการทำวิจัยตามระบบทางวิทยาศาสตร์ปัจจุบันได้ โดยไม่สามารถบ่งบอกว่ารสของอาหารที่กำหนดตามความเหมาะสมกับธาตุเจ้าเรือนนั้นเป็นไปได้จริงหรือไม่เป็นคนละปรัชญา หรือคนละหลักการกัน

เมื่อร่างกายได้รับอาหารที่เหมาะสมกับธาตุเจ้าเรือนก็จะทำให้เกิดสมดุลเกิดสุขภาพดี เป็นการป้องกันโรคโดยเฉพาะโรคเรื้อรังได้เป็นอย่างดี ตามปรัชญาของอายุรเวทสิ่งที่ควรคำนึงเกี่ยวกับอาหารที่สำคัญมี 3 ประเด็น คือ

รสของอาหาร

ด้วยมีหลักการและวิธีคิดมิติที่ต่างจากวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน อายุรเวทจึงใช้รสเป็นตัวกำหนดชนิดของอาหาร จึงอาจกล่าวได้ว่ารสเป็นตัวไปเสริมสร้างเนื้อเยื่อของร่างกายให้สมดุล โดยปัจเจกมีความต้องการและภาวะเหมาะสมของรสอาหารต่างกันไปตามลักษณะของธาตุเจ้าเรือนที่เป็นไปเฉพาะตัวตั้งแต่ได้ถือกำเนิดมารวมทั้งภาวะสิ่งแวดล้อมที่ปรับเปลี่ยนไปตามกาลและฤดู นอกจากใช้เกณฑ์ คุณสมบัติของรสแล้วยังใช้หลักการที่สำคัญ คือ “สิ่งเหมือนกันเพิ่มเกื้อหนุนกัน” (like increases like) ฉะนั้นรสอาหารที่เสริมสร้างธาตุลมเมื่อได้รับเข้าไปก็จะไปเสริมภาวะ “ลม” ในตัวของผู้นั้นให้มากขึ้นเป็นต้น โดยหลักเกณฑ์นี้ ผู้ที่ธาตุเจ้าเรือนเป็นลมหรือวาตะ จึงควรหลีกเลี่ยงอาหารที่มีรสไปเพิ่มลม ในขณะเดียวกันก็ควรได้รับอาหารที่ไปลดธาตุลมด้วย ทั้งสององค์ประกอบนี้ถือเป็นหลักการในการปรับสมดุลของธาตุเจ้าเรือน รสของอาหารอื่นๆ ก็ทำหน้าที่เฉกเช่นกันสรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 12 คุณสมบัติของอาหาร

เพื่อสร้างสมดุลของธาตุเจ้าเรือน	คุณสมบัติของอาหารที่เกื้อหนุน	คุณสมบัติของอาหารที่ควรหลีกเลี่ยง
วาตะ	1. อุ่น หนัก และเป็นมัน 2. มีรสหวาน เปรี้ยว และเค็ม 3. ปริมาณมาก แต่ไม่ควรมากเกินกว่าจะย่อยได้โดยง่าย	1. เย็น เบา และแห้ง 2. มีรส เผ็ด ขม และฝาด
ปิตตะ	1. มีคุณสมบัติเย็น เป็นของเหลว 2. มีรสหวาน ขมและฝาด	1. มีอุณหภูมิร้อนหรือคุณสมบัติร้อน 2. มีรส เผ็ด เค็ม หรือเปรี้ยว
กผะ	1. มีคุณสมบัติเบา แห้งและอุ่น 2. มีรสเผ็ด ขม และฝาด	1. หนัก เป็นมัน และอุณหภูมิเย็น 2. มีรสหวาน เค็มและเปรี้ยว

รสอาหารตามการแนะนำนี้จะช่วยปรับธาตุให้สมดุล เมื่อนำไปปฏิบัติระยะหนึ่งภูมิปัญญาที่มีตามธรรมชาติของแต่ละบุคคลก็จะถูกปลุกให้มารับรู้ความต้องการตามธรรมชาติตามธาตุเจ้าเรือนของแต่ละบุคคล เป็นการปรับวิถีให้สอดคล้องกับธรรมชาติ ทำให้การรับประทานอาหารที่สอดคล้องกับธาตุเจ้าเรือนก็จะเป็นไปได้เอง

อาหารที่เสริมสร้างโอชะ

อาหารแต่ละชนิดมีอิทธิพลต่อร่างกายและจิตใจต่างกันไป อาหารบางชนิดเสริมสร้างร่างกายให้เบา อ่อนโยน และความรู้สึกสันติสุข แต่อาหารบางชนิดปลุกเร้าให้ตื่นเต้นและก้าวร้าว หรืออาหารบางชนิดทำให้รู้สึกมึนทึบไม่ปลอดโปร่ง อายุรเวทกล่าวว่าอาหารที่มีคุณค่าหลากหลาย สด และคุณสมบัติหวาน (ไม่ใช่รสหวานมาก) นั้นเป็นอาหารพึงประสงค์เพราะจะไปเสริมสร้างให้จิตแจ่มใส รวมทั้งความสงบสันติ ความบริสุทธิ์ และเมตตา คุณสมบัติดังกล่าวเสริมสร้างให้เกิดได้โดยอาหารที่สร้างสรรค์โอชะ ที่สำคัญมี 3 ชนิดคือ

1) นม อายุรเวท ถือว่านมมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งอาจต่างจากความเห็นหรือข้อมูลทางวิชาการจากนักวิชาการในปัจจุบันบางท่าน ที่มีทัศนะว่าการดื่มนมมากมีผลเสีย เช่น ทำให้เกิดภาวะกระดูกบางได้ นมเป็นอาหารที่ดีที่สุดชนิดหนึ่งที่ไปทำให้ปิตตะและวาตะสมดุล นมจึงเป็นอาหารหลักชนิดหนึ่งที่ทำให้ปิตตะและวาตะสมดุล นมจึงเป็นอาหารหลักชนิดหนึ่งของอายุรเวท มีข้อน่าสนใจเกี่ยวกับการบริโภคนมคือ ควรต้มนมให้เดือดและดื่มขณะอุ่นจะดี เพราะทำให้ย่อยได้ดี และก่อให้เกิดการสะสมของกผะหรือธาตุดิน-น้ำน้อยลง มีหลายอย่างที่ช่วยทำให้นมมีคุณค่ามากขึ้น ใส่ขิง ขมิ้น หรืออบเชยเล็กน้อยก่อนนำไปต้ม จะช่วยลดกผะและการย่อยได้ดี การเติมน้ำตาลควรเป็นน้ำตาลที่ไม่ปรับแต่ง (น้ำตาลแดง) ส่วนน้ำผึ้งควรใส่หลังจากนมได้เย็นลง ควรดื่มนมก่อนหรือหลังอาหาร 1 ชั่วโมง เพื่อหลีกเลี่ยงการไปปะทะกับอาหารอื่น ยกเว้นอาหารที่มีรสหวาน เช่น ขนมปังขาว น้ำตาล กีหรือซีเรียล อาหารเช้า

2) กี (Ghee)[8] **(clarified butter)*** คำภีร์อายุรเวทได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของกีมากมาย โดยเฉพาะมีผลในการบำบัดโรคเรื้อรังต่างๆ เมื่อรับประทานในปริมาณพอควรจะช่วยการรักษาสมดุลของธาตุ (โทษะ) และช่วยการย่อยอาหาร เพิ่มรสอาหารทำให้เจริญอาหาร กระตุ้นไฟย่อยอาหาร (อัคนี) และน้ำย่อยจึงส่งเสริมพลังการย่อยและปรับสารอาหารจากการย่อยให้มีประโยชน์สูง ทำให้มีโอชะมาก

กล่าวว่ากีเป็นไขมันที่ดีที่สุดสำหรับร่างกาย ย่อยได้ง่ายเพราะประกอบด้วยกรดไขมันห่วงโซ่สั้นๆ (short-chain fatty acid) ดูดซึมได้ดีถึง 96% ไม่ไปทำให้คอเลสเตอรอลในร่างกายเพิ่มเหมือนไขมันอื่น มีไขมันอิ่มตัวน้อยกว่าเนยแข็ง 8% จากขบวนการผลิตที่ต้มเคี่ยวทำให้ขจัดโปรตีนเคซีอิน (casien) ซึ่งอาจทำให้คอเลสเตอรอลสูงออกไป

---

* กี คือเนยแข็ง (butter) ที่นำมาเคี่ยวให้เดือดจนฟองและส่วนที่เป็นของแข็งตกตะกอนแยกจากไขมันไม่ดีและน้ำตาล นำส่วนที่ตกตะกอนไปเคี่ยวต่อจนเป็นของเหลวใส ก็จะได้กี

กี ประกอบด้วยวิตามิน เอ ดี อี และเค ซึ่งวิตามินอีและเอเป็นแอนติออกซิแดนท์ที่มีประสิทธิภาพ วิตามินเอเป็นสารบำรุงสายตาและเนื้อเยื่อบุผิว ก็ยังประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไลโนเลอิค (linoleic acid) ซึ่งเป็นกรดไขมันโอเมก้า-6 อีกด้วย ตำรับอายุรเวทนิยมใช้กีประกอบเป็นตัวนำพาให้สมุนไพรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

3) น้ำผึ้ง

อายุรเวทจัดให้น้ำผึ้งเป็นอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่ง แม้มีรสหวานเป็นน้ำตาล แต่ก็ดีสำหรับบุคคลธาตุเจ้าเรือน กผะ ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างอ้วน เนื่องด้วยน้ำผึ้งมีคุณสมบัติไปเพิ่มไฟย่อยและขจัดพิษ แต่ถ้าน้ำผึ้งถูกความร้อนจากการประกอบอาหารจะมีคุณสมบัติตรงกันข้าม คือเป็นโทษ กล่าวว่าทำให้ย่อยยากและเป็นพิษ หากต้องการใส่น้ำผึ้งในนมหรือชาก็ควรให้เย็นลงในระดับอุณหภูมิที่ดื่มได้เสียก่อน

อาหารที่ไปเสริมสร้างจิตสำนึกให้สมบูรณ์ (unified) เป็นองค์รวมต่อชีวิต

นอกจากการประเมินคุณค่าจากคุณสมบัติของอาหารดังกล่าว 2 ประเด็น คือ รส และการไปเสริมสร้างโอชะแล้ว อายุรเวทยังคำนึงถึงว่าอาหารเมื่อได้รับจะไปสร้างจิตสำนึกให้พัฒนาอีกด้วย เนื่องด้วยจิต (มนัส) มีบทบาทสำคัญให้การก่อให้เกิดสุขภาพหรือโรค เพราะจิตใจเป็นองค์ประกอบสำคัญหนึ่งที่ทำให้ระบบของร่างกายแข็งแรง อาหารเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะไปเสริมสร้างเกื้อหนุนจิตสำนึก อายุรเวทได้กล่าวถึงการทำหน้าที่ของจิตว่ามีคุณสมบัติ (คุณะ) 3 อย่าง คือ สัตตวะ รชัส และตมัส (sattva rajas & tamas) ดังได้กล่าวแล้ว

สัตตวะ คือความบริสุทธิ์ ให้ความสว่างก่อให้เกิดความเหมาะสม จิตใจที่มีสัตตวะจะสงบ มีเมตตา สร้างสรรค์ มีจินตนาการและแรงบันดาลใจ มันมีหน้าที่รับผิดชอบต่อองค์ความรู้ มีความสามารถในการเพิ่มพูนความรู้ที่ถูกต้องจากการรับรู้สัมผัส และมีแรงปรารถนาในการแสวงหาความรู้สัตตะเป็นภาวะที่พึงประสงค์ของการผดุงไว้ซึ่งสุขภาพ

รชัส ก่อให้เกิดการกระทำ แสดงออกเป็นพลังขับเคลื่อนทางจิต ความคิด การวิเคราะห์แยกแยะและมีจุดสนใจ รชัสจึงไม่หยุดนิ่ง เคลื่อนไหวโดยตลอด เร็วและเข้มแข็ง แต่เมื่อรชัสเสียสมดุลจิตใจจะหวั่นไหว ไม่มั่นคง ก่อให้เกิดกิเลส การยึดมั่น ความอยาก ความเกลียด ความวิตก ความโศกเศร้า ความกลัว อิจฉา ความเหย่อหยิ่ง และอารมณ์ในทางไม่ดีอื่นๆ ทำให้สูญเสียความสามารถที่จะเข้าใจหรือตอบสนองในทิศทางที่เหมาะสม

ตมัส เป็นคุณสมบัติที่มีความสามารถในการสังเคราะห์สรุป จดจำและสร้างสรรค์ความคิดและความเห็น อะไรก็ตามที่สร้างสรรค์ด้วยสัตตวะ และสิ่งที่ปรากฏเป็นจริงหรือการนำไปใช้

โดยรชัสจะทำให้บรรลุผลสำเร็จด้วยตมัส เมื่อตมัสเสียสมดุล มันจะหยุดนิ่ง ช้า ขัดขวางและขวางกั้น จิตจะเฉื่อยชาที่จะเข้าใจและสนองตอบและสูญเสียความสามารถที่จะปรับตัวให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ก่อให้เกิดความไม่รู้-อวิชชา ความวิตก ความหลงผิดและอารมณ์ฝ่ายลม

ร่างกายมนุษย์แต่ละคนมีองค์ประกอบพื้นฐานคล้ายกัน แต่ละบุคคลตอบสนองต่อประสบการณ์ต่างกันไป ส่วนหนึ่งขึ้นกับธาตุเจ้าเรือน การตอบสนองเกิดจากประสบการณ์ที่เกิดมาจากจิตใจ ธรรมชาติของการตอบสนองขึ้นกับความสมดุลของคุณะทั้ง 3 นี้ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อร่างกายและสุขภาพ อย่างไรก็ตามคุณสมบัติของสัตตวะนั้นมีคุณต่อจิตใจเสมอ ไม่ว่ามันจะมีปริมาณเพิ่มมากเท่าไรนั่นคือ มีเพิ่มมากเท่าไหร่ก็ไม่มาก มันจะดีต่อสุขภาพและความสมดุลเสมอ เพียงแต่การลดน้อยกว่าเท่านั้นที่ไม่ดี

ส่วนรชัสและตมัสนั้น หากมีเพิ่มมากไปก็จะเสียสมดุลทำให้เกิดโรค เมื่อรชัสหรือตมัสมีมากส่งผลให้จิตใจสูญเสียความสามารถในการแยกแยะและความจำ ทำให้ไม่สามารถเลือกสิ่งที่ดีต่อสุขภาพ ไม่สามารถเข้าใจหรือตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ ได้ถูกต้อง เช่น ทำให้ตัดสินใจเลือกอาหารและวิถีชีวิตในทางไม่ดี เช่น วิถีชีวิตของคนส่วนใหญ่ในปัจจุบันที่เร่งรีบ แข่งขัน โลภ บริโภคนิยมและมีความรุนแรง ยังผลให้เกิดโทษะ (ธาตุ) ผิดพลาด นำไปสู่การเกิดโรค หรือมีทัศนะต่อการดำเนินชีวิตและความเป็นไปของสังคมที่ไม่ดีเช่นปัจจุบัน

ด้วยหลักการดังกล่าว อาหารจึงอาจแบ่งได้หรือไปเกื้อหนุนคณะทั้งสามดังกล่าวคือ

อาหารที่เกื้อหนุนสัตตวะ (sattvic food) คือผลไม้เกือบทุกชนิด ถั่ว เมล็ดธัญพืช ผัก ข้าวไม่ขัดผิว (whole grain) น้ำผึ้ง น้ำสะอาด น้ำนม (ดีที่สุดที่ได้จากการเลี้ยงวัวตามธรรมชาติ)

อาหารที่เกื้อหนุนรชัส (rajastic food) เป็นอาหารที่กระตุ้น ได้แก่ อาหารที่มีรสเผ็ดเกินไปอาหารที่ไปกระตุ้น เช่น กาแฟและชา ไข่ กระเทียม หัวหอม เนื้อสัตว์ รวมทั้งอาหารปรุงแต่งต่างๆ ทั้งนี้รวมทั้งการรับประทานที่เร่งรีบ หรือเมื่อจิตใจไม่สงบ อย่างไรก็ตามอาหารในกลุ่มนี้หากไม่มากนักก็จะเกื้อหนุนสัตตวะได้

อาหารที่เกื้อหนุนตมัส อาหารกลุ่มนี้คืออาหารที่ควรหลีกเลี่ยง เพราะทำให้ร่างกายจิตใจทึบมัว หนัก ได้แก่แอลกอฮอล์ (รวมทั้งสารเสพติด) อาหารที่เหลือเก็บค้างไว้ อาหารที่นำมาอุ่นใหม่

บทสรุป

อาหารกลุ่มสัตตวะนั้นดีและเหมาะสมที่สุด ซึ่งก็ตรงตามคำแนะนำของศาสตร์ทางการแพทย์และโภชนาการในปัจจุบัน (ไม่ใช่ตามการแพทย์หรือโภชนาการกระแสหลัก) หากมีวิถีชีวิตที่ไม่ได้มุ่งไปทางจิตวิญญาณ การได้รับอาหารกลุ่มรชัสในปริมาณไม่มากนักก็คงเป็นการปรับให้เป็นไปตามภาวะของสังคมปัจจุบัน กล่าวได้เช่นกันว่านักบวชหรือผู้ต้องการพัฒนาหรือ

รู้แจ้งทางจิตวิญญาณ อาหารกลุ่มสัตตวะนั้นเหมาะสมที่สุดในมิติทางสุขภาพ รวมทั้งจิตวิญญาณ อาหารมังสวิรัติหรืออาหารเจคืออาหารกลุ่มสัตตวะนั่นเอง

องค์ความรู้การวิเคราะห์ข้อมูลหรือปรัชญาที่เกี่ยวกับอาหารของอายุรเวท แม้จะแตกต่างจากองค์ความรู้ทางวิทยาการปัจจุบัน แต่ผลสรุปสุดท้ายตรงกันในประเด็นหลัก กล่าวคือ อาหารเพื่อสุขภาพไม่ควรปรุงแต่งมากนัก เป็นพืชผัก ถั่ว ธัญพืช ข้าว ไม่ขัดผิว ฯลฯ เนื่องจากอุดมด้วยวิตามิน เกลือแร่ และมีเส้นใยหรือไฟเบอร์สูง และที่สำคัญคือมีสารเคมีจากพืช (phytochemicals) ทั้งหมดจำเป็นต่อการมีสุขภาพ ด้วยความหมายของสุขภาพตามอายุรเวทนั้นรวมถึงการขับถ่ายที่ดีด้วย ซึ่งใยไฟเบอร์จะทำหน้าที่นี้ ส่วนสารเคมีจากพืชนั้น เช่น ฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ และสมุนไพรอื่นๆ นั้นมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และคุณสมบัติในการป้องกันต่อต้านรักษาโรคทุกชนิด ตั้งแต่ โรคภูมิแพ้ การอักเสบ หลอดเลือดแข็ง ความดันโลหิตสูง โรคที่เกิดจากการเสื่อมสภาพ เช่น ข้อเสื่อม ต้อกระจก และมะเร็ง ฯลฯ คำแนะนำเกี่ยวกับอาหารของอายุรเวทจึงทันสมัย

การที่อายุรเวทมีทัศนะหรือกรอบความคิดของอาหารต่อจิตสำนึกนั้น อาหารจึงเปรียบเสมือนตัวกำหนดพฤติกรรมของการดำเนินชีวิตด้วย กล่าวได้ว่าความเป็นไปของสังคมขึ้นกับจิตสำนึกของแต่ละบุคคล เมื่อผสมผสานก็กลายเป็นจิตสำนึกร่วมของสังคมทั้งหมด ภาวะตกต่ำมีความวุ่นวาย เร่งรีบ เร่าร้อน ความรุนแรงบริโภคนิยมเท่าไรก็ไม่พอของคนในสังคมปัจจุบันนั้น เช่นเดียวกับภาวะสุขภาพ เป็นผลสะท้อนกลุ่มรชัสและตมัสมากกว่ากลุ่มสัตตวะ ซึ่งอายุรเวทแนะนำ หากจะช่วยกันแก้ไขสังคมให้สังคมมีสุขภาพ และมีสภาพดีขึ้นกว่านี้ ดังนั้นเราก็ควรบริโภคอาหารกลุ่มสัตตวะให้มากกว่านี้ และหลีกเลี่ยงอาหารกลุ่มรชัสและตมัสให้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. เฉลียว ปิยะชน หลอดเลือดแข็งตีบตัน ป้องกันได้ ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์สุขภาพใจ กรุงเทพฯ. 2549.
2. เฉลียว ปิยะชน โมเลกุลเพื่อชีวิต ชีวิตเพื่อสุขภาพ สำนักพิมพ์สุขภาพใจ กรุงเทพฯ ระหว่างการดำเนินการพิมพ์
3. เฉลียว ปิยะชน อายุรเวท ศาสตร์แห่งชีวิต พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์มติชน กรุงเทพ. 2544.
4. Bakeh, JF. The Super Antioxidants. 1999 M. Evans and Co. New York, USA.
5. Barkit, D Don't forget your fiber in diet. 1983 Mortin Dunitz, Singapore.
6. Biology : Implication for Immunity, inflammation and cancer. In the Flavonoids : Aduances in Research Since. 1986.

7. D chopra Aqeless body timeless mind, Iondon Rider 1998.
8. Eaton, SB et al Paleolithic Natrition Fevisited. A twelve-year retrospective on its nature and Implications Eunxpextive on its nature and Inplication Eunxpeon. J Clin Nutr. 1997.
9. J.B.Horborne ed. 1986 Chapman and Hall, Lavdon. U.K.
10. K Reddy and L Egenes : Conquering Chronic Disease Through Maharishi Vedic Medicine, Samhita Producitons, Schenectady, New York. 2002.
11. Maharishi Mahesh Yogi; Maharishi Forum of Natural Law and Natural Law for Doctors, Age of Enlighternent Publications, India. 1995.
12. Middleton E. Jr and Kandaswami, C. The Impact of Plant Flavonoids on Mammalian.
13. P.V. Sharma : Caraka Samhita Vol I&IIChaukhambha Orientalia, Varanasi, Delhi. 1981,1983.
14. Tony Nadez, Human Physiology - Expression of Veda and the Vedic Literature, Maharishi Vedic University, Netherland. 1995.
15. V. Lad : Ayurveda The Science of Self-Healing Lotus Press, Santa Fe New Mexico. 1985.

ประวัติผู้นิพนธ์บทที่ 6

ชื่อ : ศาสตราจารย์นายแพทย์ เฉลียว ปิยะชน

สถานที่ปฏิบัติงาน : นายแพทย์โรงพยาบาลลานนา เชียงใหม่ แผนกรังสีวิทยา 1
ถนนสุขเกษม แขวงนครพิงค์ ตำบลป่าตัน
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

การศึกษา : แพทยศาสตร์บัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (มหาวิทยาลัยแพทย์ศาสตร์)

ผลงานวิชาการ :

1. สายธารชีวิต
2. อายุรเวทศาสตร์แห่งชีวิต
3. อายุรเวทวิถีสู่สุขภาพตามธรรมชาติ
4. ประติมากรรมเทวดาและกินนรแห่งล้านนา
5. หลอดเลือดแข็งตีบตันป้องกันได้
6. รู้ทันโลกโมเลกุลเพื่อชีวิต ชีวิตเพื่อสุขภาพ

บทที่ 7
อาหารสด
(Living and Raw Food)

บทนำ

ความรู้พื้นฐาน

- ความสำคัญของอาหารต่อสุขภาพ
- ความร้อนทำลายคุณค่าอาหารและก่อโทษต่อสุขภาพ
- อาหารสดเพื่อสุขภาพ

สถานการณ์ในปัจจุบันที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย

- งานวิจัยที่เกี่ยวกับสารสำคัญในพืช
- ผลดีต่อสุขภาพของอาหารสด
- ข้อควรระวังในการบริโภคอาหารสด

การวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

การวิจารณ์ในภาพรวมและการเชื่อมโยงองค์ความรู้

บทสรุป

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

บทที่ 7
อาหารสด (Living and Raw food)

ภญ.ดร. ศิริตรี สุทธจิตต์
ภญ.รศ. ศิริวรรณ สุทธจิตต์

บทนำ

เคยมีใครคิดบ้างว่าอาหารน่ารับประทานในแต่ละมื้อของเรานั้น ต้องผ่านขบวนการทางอุตสาหกรรมและผ่านการปรุงแต่งมามากมายเพียงใด และระหว่างกระบวนการเหล่านั้นคุณค่าอาหารที่มีอยู่เดิมจะอยู่รอดปลอดภัยมาจนถึงวาระที่เราจะรับประทานหรือไม่

การขัดสี การโม่ การบด การสัมผัสสารเคมีและการสัมผัสความร้อนสามารถทำลายสารอาหารและสารสำคัญในอาหารได้ การหุงต้มอาหารด้วยความร้อนสูงเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในโครงสร้างของอาหาร และทำให้สารชีวโมเลกุลในอาหารทำหน้าที่ผิดปกติ เช่น ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ทำให้โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตเสียสภาพ เกิดสารก่อมะเร็งขึ้นมา ทำให้วิตามินและเกลือแร่สูญสลายไป และอาจทำให้แบคทีเรียบางชนิดที่เป็นโทษเจริญเติบโตได้ดีขึ้น อันนำมาซึ่งปัญหาด้านโภชนาการและสุขภาพ เช่น เกิดผลเสียต่อการย่อยและการดูดซึม เกิดปัญหาทุโภชนาการ หรือเกิดมะเร็ง เป็นต้น

จากปัญหาด้านโภชนาการและสุขภาพที่เกิดจากการปรุงอาหารด้วยความร้อนข้างต้น จึงทำให้เกิดทางเลือกในการรับประทานอาหารที่ไม่ผ่านความร้อน หรือที่เรียกว่า “อาหารสด” จากธรรมชาติแทน เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาโภชนาการและสุขภาพดังกล่าว

ความรู้พื้นฐาน

1. ความสำคัญของสารอาหารต่อสุขภาพ

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่สำคัญของชีวิตมนุษย์ ร่างกายเราต้องได้รับสารอาหารต่างๆ ร่วมกันเพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตแข็งแรง สามารถดำเนินชีวิตได้เป็นปกติ อาหารจำพวกพืชผักและผลไม้เป็นแหล่งสำคัญของน้ำ สารอาหาร พวกวิตามิน เกลือแร่ สารพฤกษเคมี

(phytoceuticals) และเส้นใยอาหาร (dietary fiber) แต่ในขณะเดียวกัน ก็สามารถเป็นแหล่งของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันได้เช่นกัน

น้ำ น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญของพืช ช่วยละลายและนำอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ผักและผลไม้มีน้ำประมาณ 55-95% ผลไม้ที่เป็นแหล่งน้ำและสารอาหารอื่นที่ดี เช่น แตงโม ผลไม้เปลือกแข็ง (nut นัท) และเมล็ดพืชมีน้ำอยู่ค่อนข้างน้อย คือประมาณ 15-35% [1]

โปรตีน (protein) เป็นสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ ประกอบด้วยกรดอะมิโนประมาณ 20 กว่าชนิด ซึ่งร่างกายนำไปสังเคราะห์เซลล์ทุกชนิดและสร้างสารอื่นที่จำเป็น เช่น ภูมิคุ้มกัน ฮอร์โมน เอนไซม์

โปรตีนจากพืชจะถูกย่อยในร่างกายมนุษย์ได้ง่ายกว่าโปรตีนจากสัตว์ เราสามารถพบโปรตีนได้ในพืชทั่วไป โดยมีมากในเมล็ดในของพืช นัท ถั่ว งา โปรตีนจากพืชหลายชนิดขาดกรดอะมิโนจำเป็น แต่ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเรารับประทานพืชหลายชนิดร่วมกันก็จะทำให้ได้โปรตีนที่สมบูรณ์ได้ (complementary protein) ทั้งนี้ พืชบางชนิดก็ให้โปรตีนสมบูรณ์ เช่น ถั่วเหลืองและสาหร่ายบางชนิด เป็นต้น นอกจากนี้ พืชผักผลไม้สดยังมีเอนไซม์ (enzymes) หลายชนิดในปริมาณสูง ซึ่งเอนไซม์นี้เป็นสารที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาเมตะบอลิสม์ของสารอาหารทั้งหลายในลำไส้ ช่วยทำให้อาหารต่างๆ ที่เรารับประทานไปแต่ละมื้อถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ [2]

คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) เป็นสารที่ให้พลังงานและเป็นส่วนประกอบที่สำคัญต่างๆ ของเซลล์อีกด้วย พบคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนมากในธัญพืช พืชหัวและราก โดยส่วนมากอยู่ในรูปแป้ง ในผลไม้จะอยู่ส่วนเนื้อผลไม้ในรูปแป้ง เพคตินและน้ำตาล โดยมีน้ำตาลกลูโคส (glucose) และฟรุคโตส (fructose) มากกว่าซูโครส (sucrose) โดยเฉพาะในผลไม้สุกจะมีน้ำตาลฟรุคโตสสูง ผลไม้ทั่วไป เช่น มะละกอ สับปะรด จะมีน้ำตาล 10 -14% แต่ผลไม้รสหวาน เช่น น้อยหน่า จะมีน้ำตาลสูงถึง 30-40% ฉะนั้นการรับประทานผลไม้จึงควรเลือกให้เหมาะสมกับสภาวะร่างกายด้วย

ไขมัน (lipid) เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของร่างกาย เป็นสารเริ่มต้นในการสร้างสารจำเป็นอื่นๆ ของร่างกาย เช่น ฮอร์โมนเพศ และยังเป็นตัวนำพาวิตามินชนิดที่ไม่ละลายในน้ำ ไขมันในพืชพบได้มากในพวกนัทและเมล็ดในของพืช ทั้งนี้พืชจัดเป็นแหล่งสำคัญของอาหารที่ให้กรดไขมันจำเป็นโอเมก้า 6 และ โอเมก้า 3 (ω-6-FA, ω-3-FA) และสเตอรอล (sterol) โดยพืชแต่ละชนิด จะมีกรดไขมันหลายชนิดปะปนกันในอัตราส่วนต่างกันไป เช่น นัท ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง เมล็ดทานตะวัน มี ω -6-FA สูง เมล็ดพืช เช่น ลินิน (flax seed) ฟักทอง ธัญพืชไม่ขัดสี สาหร่ายน้ำจืด เช่น spirulina และสาหร่ายทะเลหลายชนิดมี ω-3-FA สูง ส่วนผลอะโวคาโด มะกอก (olive) งา จะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (monounsaturated fatty acids) และ ω-9-FA สูง [2]

เกลือแร่ แร่ธาตุ (mineral) ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างและควบคุมการทำงานของร่างกายในรูปองค์ประกอบของเอนไซม์ พืชเป็นแหล่งสำคัญของแร่ธาตุในอาหาร เช่น เมล็ดพืชพวกงา ถั่วเป็นแหล่งฟอสฟอรัสและแคลเซียม งา ถั่ว ธัญพืชและผัก เช่น คื่นฉ่าย กะเพรา โหระพา แมงลัก มะเขือพวงเป็นแหล่งของแมกนีเซียม และพืชจากทะเล เช่น สาหร่าย ก็เป็นแหล่งของไอโอดีน

แคลเซียม เป็นแร่ธาตุที่มีมากที่สุดในร่างกาย พบมากใน ถั่ว นัท เมล็ดพืช ลูกเดือย ข้าวกล้อง ผลไม้แห้ง และผักใบเขียว แคลเซียมมีหน้าที่ร่วมกับฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบหลักของกระดูก ฟัน ช่วยการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท การแข็งตัวของเลือด และกระตุ้นการทำงานของน้ำย่อยและเอนไซม์หลายชนิด การขาดแคลเซียมทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน กระดูกพรุน

เหล็ก เป็นส่วนประกอบสำคัญของฮีโมโกลบินในเลือด งา ถั่ว พืชสีเขียวเข้ม เป็นแหล่งของธาตุเหล็ก วิตามิน C ในพืชสดช่วยการดูดซึมเหล็กในรูป nonheme iron ให้สูงขึ้น โดยการเปลี่ยน ferric เป็น ferrous และรวมตัวเป็นสาร iron-ascorbic acid complex ซึ่งสามารถถูกดูดซึมได้ดี กรดอินทรีย์หลายชนิดในพืช เช่น กรดซิตริก กรดมาลิก กรดตาร์ตาริก ก็ช่วยการดูดซึมเหล็กด้วย

ซีลีเนียม เป็นส่วนประกอบของ glutathione peroxidase เป็นแอนติออกซิแดนท์ ป้องกันโรคหัวใจ โรคไต และมะเร็งหลายชนิด พบมากในธัญพืชที่ไม่ได้ขัดสี และกระเทียม

สังกะสี มีหน้าที่สำคัญต่อร่างกายหลายอย่าง เช่น การสังเคราะห์สารพันธุกรรม DNA และ RNA ช่วยการทำงานของอินซูลิน และช่วยภูมิต้านทานของร่างกาย สังกะสีพบมากในเมล็ดพืช เช่น เมล็ดฟักทอง ถั่วเมล็ดแห้ง และธัญพืชไม่ขัดสี ส่วนผักและผลไม้มีสังกะสีน้อย

ปริมาณแร่ธาตุบางชนิดในพืชจะขึ้นกับแร่ธาตุในดินที่พืชขึ้นเป็นสำคัญด้วย เช่น ซีลีเนียมในพืชที่ปลูกในบางแห่งจะสูงกว่าในที่ดินอีกแห่งหนึ่ง [2]

วิตามิน (vitamin) เป็นสารอาหารที่จำเป็นมาก เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสร้างได้เองอย่างเพียงพอ แม้ร่างกายจะต้องการเพียงปริมาณเล็กน้อยเพื่อให้ร่างกายสามารถใช้ประโยชน์จากสารอาหารอื่นและให้มีชีวิตอยู่ได้เป็นปกติ วิตามินส่วนมากสลายตัวง่ายด้วยความร้อน แสง อากาศ กรด และไม่สะสมในร่างกายมนุษย์ วิตามินมีหน้าที่ที่สำคัญต่างกัน เช่น วิตามิน B ช่วยการทำงานของเอนไซม์ ในการเผาผลาญสารอาหาร วิตามิน C ช่วยสร้างและให้ความแข็งแรงต่อเนื้อเยื่อเกี่ยวพันกระดูกและฟัน ป้องกันการเสื่อมสภาพของเซลล์เยื่อบุผิวและเสริมภูมิคุ้มกันแก่ร่างกาย ส่วนวิตามินที่ละลายในไขมันจะช่วยควบคุมการสังเคราะห์สารชีวโมเลกุลที่จำเป็น เช่น โปรตีน วิตามินบางชนิด เช่น วิตามิน E C และเบต้าคาโรทีน ยังเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ด้วย

พืชเป็นแหล่งที่สำคัญของวิตามินหรือสารเริ่มต้น (precursors) ของวิตามิน ทั้งวิตามินที่ละลายในน้ำ ได้แก่ วิตามิน C (ascorbic acid) และ วิตามิน B ทั้งหมด 8 ชนิด คือวิตามิน B1 (thiamine) วิตามิน B2 (riboflavin) วิตามิน B6 (pyridoxin) วิตามิน B12 (cyanocobalamin) ไนอาซิน (niacin) โฟเลท (folate) ไบโอติน (biotin) และกรดแพนโทธีนิก (pantothenic acid) และวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามิน A วิตามิน D วิตามิน E และวิตามิน K โดยพืชใบและดอก มีวิตามินต่างๆ ผักใบเขียวเป็นแหล่งของโฟเลท สาหร่ายบางชนิดเป็นแหล่งที่ดีของวิตามิน B12 ผักที่มีสีเข้ม เช่น ผักบุ้ง มะละกอ เป็นแหล่งของเบต้า-คาโรทีน ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นของวิตามิน A ธัญพืชที่ไม่ขัดสี เช่น ข้าวกล้อง เมล็ดพืช นัท อะโวคาโด ผักใบเขียวเข้มเป็นแหล่งของวิตามิน E ผักใบเขียวเป็นแหล่งของวิตามิน K และพืชผักผลไม้สดเป็นแหล่งที่สำคัญของวิตามิน C เป็นต้น [3]

เส้นใยอาหาร เป็นส่วนผนังเซลล์ของพืชที่ทนต่อการย่อยโดยเอนไซม์ในทางเดินอาหาร เส้นใยอาหารแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ เส้นใยที่ละลายน้ำได้ เช่น เพคติน (pectin) กลุ่มนี้เป็นอาหารของแบคทีเรียที่ดี ซึ่งปัจจุบันรู้จักกันในนามของพรีไบโอติก (prebiotics) พบมากในผักผลไม้ อีกกลุ่มคือเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลส (cellulose) ลิกนิน (lignin) พบมากในธัญพืช เส้นใยอาหารช่วยให้อิ่มท้อง ช่วยการขับถ่าย ป้องกันมะเร็งลำไส้ เป็นต้น

เพคตินพบได้มากในผลไม้ เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย เช่น มะขาม (ประมาณ 7 เท่าของแอปเปิ้ล) มังคุด กระท้อน มะกอก น้อยหน่า ลำไย ฝรั่ง มะขามป้อม แอปเปิล ส่วนผักที่มีเพคตินสูง เช่น กระเจี๊ยบมอญ ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ฟักทอง ส้ม กล้วย มันเทศ เพคตินมีประโยชน์หลายอย่าง เช่น ช่วยบรรเทาอาการท้องร่วง ลดคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือด เป็นต้น [2]

สารพฤกษเคมี เป็นสารที่ได้มาจากการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารในพืช สารเหล่านี้มีฤทธิ์ต่อการทำงานของร่างกาย เช่น กลัยโคไซด์ (glycosides) อัลคาลอยด์ (alkaloids) แทนนิน (tannin) และเทอร์ปีน (terpenes) เช่น แคโรทีนอยด์ ฟลาวานอยด์

ส่วนต่างๆ ของพืชจะเป็นแหล่งสำคัญของสารอาหารและสารพฤกษเคมีที่ต่างกัน เช่น ใบเป็นแหล่งของคลอโรฟิล เบต้า-คาโรทีน โฟเลท ดอกไม้เป็นแหล่งที่ดีของสารฟลาวานอยด์ เกสรดอกไม้เป็นแหล่งของโปรตีนและไขมัน ผลเป็นแหล่งของวิตามิน เกลือแร่และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล เมล็ดเป็นแหล่งของไขมันและโปรตีน ลำต้นมีเส้นใยอาหารสูง รากและหัวเป็นแหล่งสะสมอาหารพวกแป้ง ดังนั้น การรับประทานพืชผักทุกส่วนและทุกสีจะทำให้ผู้บริโภคได้สารที่สำคัญต่างๆ เหล่านี้ครบถ้วน

อนึ่ง อาหารที่ใช้ควรเป็นอาหารครบส่วน (whole food) เช่น การบริโภคส้มทั้งกลีบโดยมีเยื่อหุ้มกลีบ เยื่อขาวที่หุ้มอยู่มีสารฟลาวานอยด์ ทำให้ได้รับวิตามิน C ที่สมบูรณ์ (bio C)

รวมทั้งได้เส้นใยอาหาร เช่น เพคติน สารไบโอฟลาวานอยด์ oligomeric proanthocyanidine (OPC) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ OPC พบครั้งแรกในเยื่อหุ้มเมล็ดถั่วลิสง ปัจจุบันในทางอุตสาหกรรม เตรียมจากกากองุ่นแดงที่คั้นน้ำออกคงเหลือเปลือกและเมล็ดองุ่นซึ่งมีสาร OPC อยู่ ปลอกหุ้มข้าวของข้าวกล้อง ซึ่งมีจมูกข้าวอยู่ด้วยก็เป็นแหล่งของสารอาหารต่างๆ ที่สำคัญคือ วิตามิน B1 วิตามิน E กรดไขมันจำเป็น เอนไซม์ไลเปส (lipase ช่วยย่อยสลายไขมัน) โปรตีน สาร glycan ซึ่งช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน รวมทั้ง phytosterol ; oryzabran A, B, C และ D ซึ่งเป็นสารที่ช่วยลดน้ำตาลและคอเลสเตอรอลในเลือด เยื่อหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองก็เป็นแหล่งของสารเลซิธิน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท สมอง หัวใจ ไตและต่อมไร้ท่อต่างๆ และจมูกถั่วเหลืองก็เป็นแหล่งของสารไอโซฟลาโวน (isoflavones) ซึ่งมีฤทธิ์ฮอร์โมนเพศหญิงอ่อนๆ ช่วยป้องกันโรคกระดูกพรุน [2]

2. ความร้อนทำลายคุณค่าอาหารและก่อโทษต่อสุขภาพ

การปรุงอาหารรูปแบบต่างๆ ใช้อุณหภูมิที่สูงแตกต่างกัน เช่น การต้มที่ 100°ซ การนึ่งมากกว่า 100°ซ การทอด 204-371°ซ และการปิ้งย่าง 135-218°ซ การหุงต้มด้วยความร้อนสูงเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในโครงสร้างของอาหารและทำให้สารชีวโมเลกุลในอาหารทำหน้าที่ผิดปกติ เช่น ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งทำให้โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตเสียสภาพ เกิดสารก่อมะเร็งขึ้นมา ทำให้วิตามินและเกลือแร่สูญสลายไปและอาจทำให้แบคทีเรียบางชนิดที่เป็นโทษเจริญเติบโตได้ดีขึ้น เป็นต้น

2.1 ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)

การปรุงอาหารด้วยความร้อนสูงทำให้เกิดสารใหม่ในอาหารจากปฏิกิริยาเคมีและความร้อนที่สูงนั้น เช่น เกิดสารสีน้ำตาลจากโปรตีนและน้ำตาล เรียกว่า Maillard reaction products (MRP) ซึ่งเกิดจากกรดอะมิโนบางชนิด เช่น ไลซีน (lysine) ในโปรตีนจะรวมตัวกับน้ำตาลกลูโคสหรือฟรุคโตส ปกติปฏิกิริยาเมลลาร์ดนี้อาจเกิดได้เล็กน้อยในร่างกายมนุษย์และในอาหารที่เก็บ ณ อุณหภูมิห้อง แต่ไม่สร้างปัญหาให้ร่างกาย (ยกเว้นในทารก) และสาร MRP ในระดับต่ำอาจเป็นสารต้านมะเร็งได้ด้วยซ้ำ แต่การที่อาหารได้รับอุณหภูมิสูงจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

ปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อมีการปรุงอาหาร ณ อุณหภูมิที่สูง ทำให้เกิดผลเสียต่อการย่อยโปรตีนและลดการดูดซึมกรดอะมิโนในลำไส้เล็กอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดูดซึมกรดอะมิโนไลซีน นอกจากนี้สาร MRP ยังลดปริมาณแบคทีเรียและรบกวนการทำงานของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ รวมถึงลดการดูดซึมในลำไส้ใหญ่ด้วย สาร MRP

ปริมาณสูงยังอาจเป็นสาเหตุเหนี่ยวนำของโรคทางเดินอาหารอักเสบได้ด้วย ปฏิกิริยาเมลลาร์ดนี้ทำให้อาหารสูญเสียวิตามินบางชนิด เช่น วิตามิน B1, B6, B12 และกรดแพนโทธีนิกในนมด้วย [3, 4]

2.2 สารอาหารเสียสภาพธรรมชาติ

การหุงต้มอาหารด้วยความร้อนสูง สามารถทำให้สารอาหารทุกประเภทเสียสภาพธรรมชาติได้ ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามินและเกลือแร่

โปรตีน ปกติการปรุงอาหารที่อุณหภูมิประมาณ 42 °ซ นาน 3 นาทีขึ้นไป ทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพ (denature) แข็งตัว (coagulate) สูญเสียกรดอะมิโนจำเป็นบางตัว ทำให้ร่างกายไม่สามารถนำโปรตีนไปใช้ได้เต็มที่และย่อยยาก เกิดการบูดเน่า โดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ และทำให้ได้สารพิษหรือสารก่อมะเร็งซึ่งเป็นสาเหตุของมะเร็ง

การหุงต้มอาหารบางประเภท จะทำให้โปรตีนเสียสภาพธรรมชาติและถูกย่อยยากขึ้น เช่น ในถั่วหัวช้างที่นำมาทอด หรือเมล็ดถั่วพูและธัญพืชที่คั่วหรืออบที่ 200-280 °ซ นอกจากนี้แล้ว อุณหภูมิที่สูงเกิน 100 °ซ จะทำให้เอนไซม์หลายชนิดในพืช เช่น โปรตีเอส (protease) อะมีเลส (amylase) ทำงานลดลง การย่อยและการดูดซึมสารอาหารจะลดลงด้วย

คาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรตจะไหม้เมื่อได้รับความร้อนสูง ก่อให้เกิดสารก่อมะเร็งหลายตัว เช่น acrylamide นอกจากนี้ เส้นใยธรรมชาติในอาหาร เช่น เซลลูโลส จะเปลี่ยนแปลง ขาดคุณสมบัติในการทำความสะอาดลำไส้ [5]

ไขมัน ไขมันบางตัวมีการเปลี่ยนแปลง เกิด trans fatty acid คอเลสเตอรอล และไขมันแอลดีแอล (LDL) เพิ่มขึ้น โดยผ่านทางปฏิกิริยาเมลลาร์ด กรดไลโนเลอิค และกรดไขมันบางตัวจะถูกเปลี่ยนเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ไม่คงตัว สลายตัวให้ออกซิเจนอิสระ ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระ [5]

วิตามินและเกลือแร่ ปกติวิตามินและเกลือแร่ในพืชอยู่ในรูป organic colloid และสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งร่างกายสามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ดี ความร้อนจะทำลายโมเลกุลเหล่านี้และทำให้โครงสร้างหรือการจับตัวของสารผิดไป เกิดเป็นสารประกอบคาร์บอนในรูปอนินทรีย์ (inorganic) ซึ่งจะเป็นพิษเมื่อเข้าสู่ร่างกายเรา [6]

มีการศึกษาเกี่ยวกับการสลายตัวของวิตามินหลังถูกความร้อนอย่างกว้างขวาง สรุปได้ว่า วิตามินที่ละลายได้ในน้ำ (วิตามิน B และ C) กว่า 97% จะสูญเสียไปเมื่อปรุงอาหารด้วยความร้อน ในขณะที่วิตามินที่ละลายในไขมัน (วิตามิน A, D, E, K) จะสูญเสียประมาณ 40% [4] การดูดซึมและการนำเกลือแร่ไปใช้ลดลงอย่างมาก ยกเว้นเกลือแร่บางชนิด

เช่น สังกะสี และเหล็ก พบว่าวิตามิน B1 และวิตามิน C เป็นวิตามินที่มักสูญเสียไปมากที่สุดเมื่อปรุงอาหารด้วยความร้อน นอกจากนี้ วิตามิน B1 ยังถูกทำลายจนสิ้น เมื่อความเป็นกรดด่างของอาหารที่ปรุงแล้วสูงกว่า pH 6 ดังเช่นการทำคุกกี้และขนมปังกรอบ ทั้งนี้อุณหภูมิหรือรูปแบบการปรุงก็มีผลต่อการสูญเสียของวิตามิน เช่น การอบหรือเป่าลมร้อนในระยะสั้นทำให้วิตามินคงเหลืออยู่สูง ในขณะที่การนึ่งทำให้สูญเสียวิตามิน B1 ประมาณ 20% [3] ส่วนอาหารกระป๋องจะสูญเสียวิตามิน B6 และแพนโธทีนิกได้สูงถึง 91% ผู้ที่นิยมบริโภคอาหารกระป๋องหรืออาหารปรุงสำเร็จเป็นประจำจึงเสี่ยงต่อการได้รับวิตามินเหล่านี้ต่ำกว่าปริมาณที่แนะนำต่อวัน (Recommended - daily allowance, RDA)

2.3 สารพิษและสารก่อมะเร็ง

จากงานวิจัยพบว่า มีสารพิษต่อพันธุกรรมและสารก่อมะเร็งหลายชนิดที่พบในอาหารปรุงด้วยความร้อนสูง สารก่อมะเร็งเหล่านี้อาจทำให้เกิดมะเร็งตับ และมะเร็งทางเดินอาหาร โดยเฉพาะลำไส้ใหญ่ ตัวอย่างของสารพิษที่พบในอาหารปรุงด้วยความร้อน[4, 7] เช่น

1. Acrylamide เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลกับกรดอะมิโนบางชนิด (arginine) ในน้ำมันร้อนจัด พบในมันฝรั่งทอดกรอบ เป็นต้น
2. Heterocyclic amines เกิดจากการทำลายโมเลกุลของกรดอะมิโนหลายชนิดโดยความร้อนเกิน 200° ซ พบในเนื้อย่าง ไก่ย่าง และปลาย่าง เป็นต้น
3. N-nitroso compounds สารก่อมะเร็งจากเกลือไนไตรต์และไนเตรต
4. Polycyclic aromatic hydrocarbons เกิดจากการเผาไหม้โมเลกุลของสารอินทรีย์ ไขมัน หรือน้ำมัน ในที่อุณหภูมิสูงมาก พบในเนื้อรมควัน เนื้อปิ้งย่าง เป็นต้น
5. Mucoid plaque เป็นสารที่เกิดขึ้นในลำไส้ ลักษณะเหนียวคล้ายน้ำมันเครื่อง เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างไขมัน (ที่ถูกย่อยและยังไม่ได้กำจัดออกไป) กับแป้งและโปรตีน
6. Lipofuscin เป็นของเสียที่เกิดขึ้นร่างกายและในเซลล์ของผิวหนังทำให้เกิดเป็นจุดฝ้า เกิดจุดในตับ และก่ออันตรายแก่ระบบประสาท รวมถึงสมองด้วย โดยมีความเป็นไปได้ในการทำให้เกิดภาวะชรา

นอกจากนี้ สารก่อมะเร็งในอาหารที่ผ่านความร้อน ยังได้แก่ hydroperoxide, alkoxy, endoperoixides ในเนื้อปรุงสุก ไข่ ปลา และนมพาสเจอร์ไรซ์ สาร ally aldehyde (acrolein), butyric acid, nitropyrene, nitrobenzene, nitrosamines จากไขมันและน้ำมันที่ผ่านความร้อนสูง สาร methyglyoxal, chlorogenic atractyosides ในกาแฟ

สาร indole, skatole, nitropyrene, ptomatropine, ptomaines, leukomaines, ammonia, hydrogen sulfide, cadaverine, muscarine, putecine, nervine, marcaptins ในเนยแข็ง เป็นต้น

2.4 อื่นๆ

การหุงต้มด้วยอุณหภูมิสูงพอควร (ประมาณ 120 °ซ) จะทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นโทษเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ ทำให้อาหารเป็นพิษได้ ในขณะเดียวกันสารฆ่าแมลงที่อาจปะปนมากับอาหารจะเปลี่ยนเป็นรูปที่มีความเป็นพิษสูงขึ้น เช่น ออกซิเจนถูกทำลายกลายเป็นอนุมูลอิสระ กรดนิวคลิอิกและคลอโรฟิลถูกทำลาย [5]

3. อาหารสดเพื่อสุขภาพ

3.1 ประวัติความเป็นมา

การบริโภคพืชผักสดมีมานานตั้งแต่เริ่มมีมนุษย์ในโลก ตามพระคัมภีร์ทางคริสต์ศาสนาเมื่อครั้งสร้างโลก พระผู้เป็นเจ้าได้ประทานแอปเปิ้ลและผลไม้ในสวนเอเดนให้มนุษย์คู่แรก คือ อาดัมและอีวา ใช้เป็นอาหาร ในพระคัมภีร์ทางคริสตศาสนา ก็มีกล่าวว่า “And God said : Behold, I have given you every herb bearing seed which is upon the face of the earth, and every tree, in which is the fruit of a tree yielding seed, to be your food” (Genesis 1: 29)[1] หรือ “พระเจ้าตรัสว่า ดูเถิด เราให้พืชที่มีเมล็ดทั้งหมดซึ่งมีอยู่ทั่วพื้นแผ่นดิน และต้นไม้ทุกชนิดที่มีเมล็ดในผลของมันแก่เจ้า เป็นอาหารของเจ้า” (ปฐมกาล 1:29, หน้า 2) และแม้ในสมัยหิน มนุษย์ก็ยังคงบริโภคพืชผักสด จนประมาณ 10,000 ปีก่อน มนุษย์จึงเริ่มรู้จักไฟมีการหุงต้มและบริโภคสัตว์ [4]

ในทางพุทธศาสนา ตั้งแต่สมัยพุทธกาล พระฤๅดงค์ พระป่า ตลอดจนฤาษีชีไพร ต่างก็ยังชีพตนด้วยพืชผักสดเป็นหลัก เพื่อให้สามารถศึกษาปฏิบัติธรรมและเผยแผ่พระศาสนาตลอดมา ทั้งนี้ พระไตรปิฎก[8] ได้ระบุถึงผลไม้ที่พระภิกษุสงฆ์สามารถฉันได้ไม่จำกัดเวลา อันได้แก่ ผลไม้สำหรับเตรียมน้ำปานะ (หรือน้ำอัฏฐบาน หรือน้ำคั้นจากผลไม้) และผักผลไม้ที่เป็นองค์ประกอบของยำปรมัตถ์ ซึ่งในการเตรียมน้ำปานะสำหรับพระภิกษุและผู้ถือศีลแปดนั้นมีข้อกำหนดว่าจะต้องเป็นของสด หรืออีกนัยหนึ่งคือไม่ผ่านไฟหรือการหุงต้มใดๆ ผลไม้ที่สามารถนำมาเตรียมน้ำปานะมีด้วยกันหลายชนิด

“น้ำปานะ” เป็นน้ำคั้นจากผลไม้ชนิดใดชนิดหนึ่งใน 8 ชนิดที่พระพุทธเจ้าทรงอนุญาตให้ภิกษุฉันได้ในวันหนึ่งกับคืนหนึ่ง ได้แก่ อัมพปานะจากผลมะม่วงดิบหรือสุก ชัมพุปานะจากผลหว้า โจจปานะจากผลกล้วยมีเมล็ด โมจปานะจากผลกล้วยไม่มีเมล็ด มธุกปานะจากผลมะซาง (ต้องเจือจางด้วยน้ำ) มุททิกปานะจากผลจันทน์หรือองุ่น สาลุกปานะจากเหง้าบัว

เช่น บัวขาว บัวเขียว และผารุสกปานะจากผลมะปราง ผลไม้เหล่านี้ ต้องมีขนาดเท่าหรือเล็กกว่าผลมะตูมลงมา และต้องเตรียมจากของสด ห้ามมิให้ต้มด้วยไฟ ดังมีวจนะว่า “เย็นก็ดี สุกด้วยแสงอาทิตย์ก็ดี ย่อมควร สุกด้วยไฟไม่ควร” ดังนั้น กรณีการเตรียมอัมพปานะจากมะม่วงดิบ ก็มีคำแนะนำให้ทำให้สุกด้วยพลังแสงอาทิตย์ ดังมีวจนะ “พึงทุบมะม่วงอ่อนแช่น้ำ ผึ่งแดดให้สุกด้วยแสงอาทิตย์ แล้วกรอง ปรุงด้วยน้ำผึ้ง น้ำตาลกรวดและการบูร เป็นต้น” [8]

การแพทย์แผนตะวันออกได้ให้ความสำคัญเรื่องของอาหารสดไว้เช่นเดียวกัน แต่มีความแตกต่างในรายละเอียด เช่น ตามหลักการแพทย์แผนไทยแล้ว ความเหมาะสมในการบริโภคพืชผักสดหรือสุกจะขึ้นกับสภาวะของบุคคล อันได้แก่ ธาตุเจ้าเรือน (ธาตุดิน น้ำ ลม ไฟ) วัย (ปฐมวัย มัชฌิมวัย ปัจฉิมวัย) สภาพร่างกาย ช่วงเวลาของวัน (เช้า กลางวัน เย็น) ฤดูกาล และภูมิประเทศด้วย เช่น คนธาตุไฟเจ้าเรือนสามารถบริโภคผักสดได้มากกว่าคนธาตุลมเจ้าเรือน คนหนุ่มสาวสามารถบริโภคพืชสดได้มากกว่าผู้สูงวัย ฤดูร้อนเหมาะต่อการบริโภคพืชสดมากกว่าฤดูหนาว และคนในเขตร้อนสามารถบริโภคผักสดได้มากกว่าคนในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของพืชผักด้วย เช่น การแพทย์แผนไทย ซึ่งแบ่งพืชเป็น 9-11 รส พืชรสเย็น เช่น ฟัก แตงบวบ จะเหมาะต่อการบริโภคสดปริมาณสูงในฤดูร้อน ส่วนพืชรสเผ็ดร้อน เช่น พริก ขิง กะเพรา จะเหมาะต่อการบริโภคสดปริมาณสูงในฤดูหนาว เป็นต้น ส่วนการบริโภคอาหารสดในทางการแพทย์แผนจีนนั้น จะพิจารณาจากความเป็นหยินและหยาง ในขณะที่การแพทย์แผนอายุรเวทของอินเดีย จะพิจารณาที่รสของพืชเป็นหลัก

อาหารสดเริ่มเป็นที่นิยมในประเทศทางตะวันตก เมื่อกลางคริสตศักราชที่ 19 ซึ่ง Sylvester Graham ได้เสนอแนวความคิดว่า คนจะไม่เจ็บไข้ถ้ากินพืชผักสดเป็นประจำ ทั้งนี้ องค์ความรู้และการบริโภคอาหารสดส่วนใหญ่ มาจากกลุ่มผู้ที่รับประทานอาหารมังสวิรัติแบบวีแกน (vegan) เป็นหลัก

3.2 ความหมายของอาหารสด

“อาหารสด” หรือ ***อาหารที่มีชีวิต (living and raw food) เป็นอาหารที่ไม่ผ่านไฟ หรือไม่ผ่านการปรุงด้วยความร้อน*** (uncooked foods) ที่เกิน 42 ˚ซ (117 ˚ฟ)[9] ***และเป็นอาหารที่ไม่ทำให้สุก*** (raw foods) หากต้องการค้นข้อมูลในเรื่องอาหารสด คำสำคัญ (key words) ที่สามารถใช้ค้น ได้แก่ living foods diets, raw foods, sunfood diets, vegan diets และ vegetarian diets ทั้งนี้ “อาหารสด” ที่กล่าวถึงนี้ จะหมายถึง อาหารที่เป็นพืช ผัก ผลไม้สด เช่น ธัญพืช เมล็ดพืชต่างๆ ผลไม้และเมล็ดในของผลไม้เท่านั้น ไม่เกี่ยวกับอาหารดิบที่ได้มาจากสัตว์ เช่น นมสด เนื้อสด ปลาดิบ และไข่ดิบ เป็นต้น

การที่เนื้อหาเรื่องอาหารสดในบทนี้ไม่รวมอาหารจากเนื้อสัตว์ดิบๆ และผลิตภัณฑ์ เนื่องจากอาหารเหล่านั้นไม่ใช่อาหารเพื่อสุขภาพ การรับประทานเนื้อสัตว์ดิบและผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถูกความร้อนเป็นอันตรายต่อร่างกาย แม้โดยทั่วไปเนื้อสัตว์ดิบจะย่อยง่ายกว่าเนื้อสุก แต่ผักผลไม้สด เช่น ข้าว เผือก มัน กล้วยสุก ก็จะย่อยได้ง่ายกว่าเนื้อสัตว์เหล่านั้น เหตุผลที่สำคัญคือเนื้อสัตว์ดิบเป็นอาหารที่มีอันตรายต่อสุขภาพมาก มีโอกาสปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์และตัวพยาธิซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคทางเดินอาหารได้ง่าย หรือเป็นมะเร็งตับจากพยาธิใบไม้ในตับ ดังข้อมูลทางระบาดวิทยาที่แสดงให้เห็นว่าในภาคอีสาน ซึ่งประชาชนนิยมบริโภคปลาร้าดิบ จะมีอุบัติการณ์มะเร็งตับสูงที่สุดในประเทศและในเอเชีย นอกจากนี้การบริโภคไข่ขาวดิบก็เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคได้เช่นกัน เนื่องจากไข่ดิบถูกย่อยได้ยาก เสี่ยงต่อการได้รับเชื้อซาลโมเนลลา (salmonella) และไข่ขาวดิบยังลดการดูดซึมวิตามินไบโอตินในลำไส้อีกด้วย เนื่องจากโปรตีนอัลบูมินในไข่ดิบสามารถรวมตัวกับไบโอตินจนไม่สามารถดูดซึมได้ ดังนั้นการบริโภคไข่ขาวดิบบ่อยๆ จะทำให้ขาดไบโอติน มีอาการเล็บมือเปราะและหักง่าย เส้นผมบางสีเส้นผมจางลง มีรอยผื่นสีแดงรอบเบ้าตาจมูกและปาก [3]

อาหารสดเพื่อสุขภาพที่แท้จริงมักจะหมายถึง ***พืชผักที่มาจากเกษตรอินทรีย์*** คือผลิตจากระบบเกษตรโดยใช้วิธีธรรมชาติ ไม่ใช้สารกำจัดแมลง สารป้องกันกำจัดโรคพืช สารกำจัดวัชพืชหรือปุ๋ยที่เป็นสารเคมีเลย และเป็นพืชซึ่งปลอดการตัดแต่งทางพันธุกรรม นิยมใช้พืชพื้นบ้านและไม้ยืนต้น ตัวอย่างพืชผักที่สามารถบริโภคสดได้ ดังตารางที่ 1 และ 2

3.3 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสด

เนื่องจากพืชสามารถสร้างอาหารเองได้จากพลังงานของแสงแดด อากาศ (ออกซิเจน) และน้ำที่มีในธรรมชาติ ในขณะที่มนุษย์และสัตว์ไม่สามารถกระทำได้ พืชสดจึงเป็นอาหารที่สอดคล้องกับธรรมชาติมากที่สุด การกินพืชผักสดจึงเป็นกระบวนการถ่ายทอดพลังงานจากธรรมชาติมาสู่ตัวเรา มีความเชื่อว่าพืชเป็นอาหารธรรมชาติสำหรับมนุษย์อย่างแท้จริง เนื่องจากเหมาะสมต่อการย่อยของมนุษย์และมีคุณค่าต่อสุขภาพสูง

อาหารสดมีสารทางชีวภาพเช่นเดียวกับอาหารทั่วไป เช่น มีน้ำตาล ไขมัน โปรตีน กรดอะมิโน วิตามินและแร่ธาตุ รวมทั้งสารอื่นที่ไม่ใช่สารอาหาร แต่สารชีวภาพหลายอย่างในอาหารสดจะมีปริมาณสูงกว่าอาหารทั่วไป ที่สำคัญคือเอนไซม์ รองมาได้แก่สารแอนติออกซิแดนท์และวิตามินหลายชนิด เพราะเอนไซม์ถูกทำลายที่อุณหภูมิเกิน 42°ซ ส่วนวิตามิน C, E, B1, B2, B6 ในรูปของ pyridoxal, แคลเซียมแพนโธทีเนท, โฟเลท ในรูป FH4 จะสลายตัวที่ความร้อนเกิน

100 ๐ซ ในขณะที่การแช่เย็นจนแข็งทำให้วิตามิน B1 วิตามิน B2 ไนอาซินและแพนโธทีเนทคงตัว แต่วิตามิน B6 จะสลายตัวบ้าง ส่วนวิตามิน C จะสูญเสียประมาณ 25%[3] และเอนไซม์ต่างๆ จะถูกทำลายประมาณ 30% จากการแช่แข็ง[1]

3.4 วิธีการเตรียมอาหารสด

การบริโภคอาหารสดโดยตรงจะทำให้ผู้บริโภคได้สารสำคัญต่างๆ ในปริมาณที่สูง และทำให้ได้น้ำตามธรรมชาติ ซึ่งมีโครงสร้างที่เหมาะสม และในน้ำนั้นมีสารต่างๆ ในพืชละลายอยู่ การบริโภคทันทีที่เก็บมาจะทำให้ได้คุณค่าสูง

การนำธัญพืช เช่น ข้าวต่างๆ ลูกเดือย เมล็ด (seeds) เช่น งา ทานตะวัน บัว ฟักทอง กระถิน ขนุน แตงโม มะขาม เงาะ ถั่วต่างๆ ถั่วเมล็ดแห้ง (pulse) และพืชผลไม้จำพวกเปลือกแข็ง (nut) เช่น ก่อ เกาลัด มันฮ่อ ศุภโชค (ตามตัวอย่างดังตารางที่ 3) มาบริโภค ควรแช่น้ำ (soaking) ก่อน 6-8 ชั่วโมง ส่วนผลไม้แห้ง เช่น มะเดื่อ (fig) ลูกเกด (raisin) อินทผลัม เก๋ากี้ (gogi berries) พุทราจีน ควรล้างน้ำและแช่น้ำก่อนใช้ แล้วเทน้ำที่แช่นั้นทิ้ง เพราะจะช่วยลดปริมาณกรดไฟติก (phytic acid) ซึ่งเป็นสารต้านโภชนาการในผลไม้เหล่านั้น และการแช่น้ำแล้วทิ้งน้ำนี้ยังช่วยลดการแพ้พืชหลายชนิดได้ เช่น ข้าวสาลี เป็นต้น [10]

ใบไม้ส่วนใหญ่เราจะบริโภคยอดหรือใบอ่อน ซึ่งไม่มีเส้นใยที่แข็งเกิน ส่วนดอกไม้สดควรใช้ดอกตูมหรือแรกแย้ม เพราะเนื้อเยื่ออ่อนนุ่ม ไม่มีแมลงเข้าไปกวน และควรเป็นช่วงเริ่มบานซึ่งจะมีน้ำเลี้ยงในดอกสูงสุด ถ้าก้านดอกมียางติดอยู่ ควรแช่ในน้ำเกลือเจือจางไม่เกิน 10 นาที มิฉะนั้นกลีบดอกจะช้ำ พืชบางชนิดที่กินใบ นิยมใช้ก่อนที่พืชนั้นจะออกดอก เช่น หูปลาช่อน

นอกเหนือจากการกินอาหารสดในลักษณะผักสดหรือผลไม้สดแล้ว การเตรียมอาหารสดเพื่อรับประทานสามารถเตรียมได้หลายรูปแบบ เราสามารถเพาะให้งอกหรือหมัก ดอง เพื่อเพิ่มคุณค่าและความหลากหลายของอาหารสดที่จะบริโภค และหากต้องเก็บรักษาไว้ เมื่อคราวจำเป็นก็อาจทำให้แห้งหรือแช่แข็งด้วย

1) การเตรียมอาหารสดแบบงอก (sprout)

เมล็ดเป็นคลังอาหารของพืช มีสารอาหารสมบูรณ์สำหรับชีวิตใหม่ เมล็ดพืชส่วนมากที่เป็นอาหารสามารถนำมาเพาะบริโภคได้ ยกเว้นบางชนิดซึ่งใบเป็นพิษ เช่น มะเขือเทศ เมล็ดที่นิยมนำมาเพาะให้งอกแล้วรับประทาน ได้แก่ พวกถั่ว [ประเภท bean เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วแดง ถั่วดำ อัลฟาลฟา (alfalfa) ถั่วราชมาษ (lentil); ประเภท pea เช่น ถั่วลันเตา ถั่วหัวช้าง (ถั่วลูกไก่ หรือ chickpea)] รวมทั้งงา ลูกซัด (fenugreek) เมล็ดใน (seed) ของพืชต่างๆ

เช่น เม็ดมะขาม เมล็ดฟักทอง เมล็ดทานตะวัน เมล็ดแตงโม และเมล็ดขนุน ธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี ลูกเดือย พืชผักต่างๆ เช่น กะหล่ำปลี บล็อคโคลี่ มัสตาร์ด ผักขม (amaranth) หอม กระเทียม หัวผักกาดแดง (radish) เป็นต้น [2]

การใช้พืชงอก อาจใช้ในรูปเมล็ดงอกจากเมล็ดพืช ถั่ว งา (seed/legumes sprouts) หรือกล้าอ่อน (green sprouts) โดยเมล็ดงอกจะเป็นแหล่งสำคัญของสารอาหารต่างๆ ส่วนกล้าอ่อนจะเป็นแหล่งสำคัญของเม็ดสี ซึ่งที่สำคัญคือ คลอโรฟิล กล้าอ่อนที่ได้นอกจากนำไปบริโภคโดยตรง เช่น โรยหน้าข้าว ซุป ใส่ยำ สลัด ใส่ไส้ปอเปี๊ยะสด ก๋วยเตี๋ยวหลอด แซนด์วิช แฮมเบอร์เกอร์ ยังสามารถนำไปคั้นน้ำดื่ม หรือตากแห้งไว้ใช้แทนผักได้

การเก็บเมล็ดพืชไว้เพาะ ส่วนมากจะเก็บใส่ซองกระดาษหรือถุงผ้า เนื่องจากจะทำให้อัตราการงอกสูงกว่าเมล็ดที่บรรจุในถุงพลาสติก เมล็ดพืชส่วนใหญ่ควรนำมาเพาะโดยเร็ว แต่เมล็ดบางชนิดอาจเก็บได้นานเป็นปี เช่น งา เมล็ดบัว

การงอกของพืชไม่ต้องการแสง แต่ต้องการอุณหภูมิ 18-24 °ซ (65-75 °ฟ) รวมถึงความชื้นและอากาศที่พอเหมาะแก่ชนิดและขนาดของเมล็ดพืชนั้น ขั้นตอนในการเพาะให้งอกเริ่มจากการนำเฉพาะเมล็ดพืชที่สมบูรณ์มาล้าง และแช่น้ำไว้จนอิ่มตัว (ประมาณ 6-18 ชั่วโมง แล้วแต่ขนาดและคุณสมบัติของเมล็ดนั้นๆ) เมล็ดที่มีขนาดเล็กจะเพาะได้ง่าย อาศัยเพียงการห่อเมล็ดที่ล้างและแช่น้ำแล้วไว้ด้วยผ้าขาวบาง วางในภาชนะปิดที่มีการถ่ายเทน้ำได้ดีแล้วให้น้ำวันละ 3-4 ครั้ง ส่วนเมล็ดที่มีขนาดโต เช่น ถั่วเหลือง ควรแช่น้ำทิ้งไว้ก่อน 1 คืน แล้วเพาะในตะแกรงที่บุด้านข้างด้วยใบตอง และโรยแกลบดำหรือทรายด้วยความหนาตามขนาดความยาวของถั่วงอกหัวโตที่ต้องการ จากนั้นโรยเมล็ดถั่ว ทำไปทีละชั้น แล้วปิดชั้นบนสุดด้วยใบตอง วางในที่ร่มและลมไม่แรงเกินไป [2, 11]

โดยทั่วไปแล้ว พืชงอกจะสามารถย่อยได้ดีและให้คุณค่าสูงที่สุดเมื่อพืชเริ่มผลิใบ ฉะนั้นการเพาะพืชงอกเพื่อรับประทาน ควรเตรียมและบริโภควันต่อวัน เมื่อได้ขนาดที่ต้องการแล้ว ให้นำมาล้างทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ และนำมาใช้ แต่ถ้าจำเป็นอาจเก็บในที่เย็น หากเก็บในตู้เย็น ไม่ควรเกิน 3 วัน ตัวอย่างเมล็ดพืชที่นิยมนำมาเพาะและระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะดังแสดงในตารางที่ 4

ความยาวของเมล็ดงอกที่นิยมนำมารับประทาน มักให้ยาวเท่าขนาดเมล็ด หรือ $^1/_4$ - 2 นิ้ว เช่น ถั่วงอกจากถั่วเขียวและถั่วดำนิยมขนาด $^3/_4$ - 1 นิ้ว ถั่วงอกหัวโต (จากถั่วเหลือง) และผักโตวเมี้ยว (จากถั่วลันเตา) นิยมขนาดที่ยาวขึ้น การเพาะให้งอกนี้ อาศัยระยะเวลา 1-5 วัน แล้วแต่ชนิดของเมล็ด ผลไม้เปลือกแข็งบางชนิด เช่น เมล็ดศุภโชค (นุ่นน้ำ) และมะคาเดเมีย

จะงอกได้ใน 4 วัน แต่ผลไม้เปลือกแข็งชนิดอื่น เช่น อัลมอนด์ อาจพบว่ามีอัตราการงอกที่ต่ำกว่า สำหรับกล้าอ่อนที่ต้องการให้ได้ใบเขียวก็เปิดฝาที่ปิดไว้ ให้พืชได้รับแสงแดดอ่อนๆ 2-3 ชม. [2, 11]

การเพาะอาจใช้ดินที่สมบูรณ์ ปราศจากสารเคมี พยาธิและจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ และใส่ในภาชนะเพียง $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ ส่วน แล้วโรยเมล็ดลงบางๆ รดน้ำให้ชุ่ม แล้วคลุมด้วยกระดาษชุบไขหรือพลาสติก โดยเปิดด้านหนึ่งไว้เล็กน้อยเพื่อให้อากาศถ่ายเท รดหรือพ่นน้ำทุกวัน วันที่ 4 เปิดกระดาษไขออก และวางรับแดด 5-9 วัน โดยให้น้ำพอชื้น จนต้นอ่อนสูง 5-6 นิ้ว จึงตัดมาใช้ ถ้าเป็นกล้าอ่อนข้าวสาลีส่วนที่เหลือสามารถเจริญเติบโตต่อ ตัดมาใช้ได้อีกครั้งแม้คุณค่าจะลดลงบ้าง การเพาะกล้าอ่อนข้าวสาลีอาจเพาะด้วยน้ำให้งอก $\frac{1}{2}$ - 1 นิ้วก่อน แล้วจึงนำไปปลูกในดินหนา 1.5 นิ้ว และกลบด้วยดินอีก 0.5 นิ้วก็ได้ [2, 11]

2) การเตรียมอาหารสดแบบแห้ง

หากจำเป็นต้องทำผักผลไม้สดให้แห้ง ควรใช้การตากแดด (sun-dried) โดยอาจใช้ตู้อบพลังแสงอาทิตย์ที่ผลิตในประเทศหรือใช้เครื่องอบอาหารให้แห้ง (food dehydrator) ซึ่งจะเป่าลมร้อนเข้าไปพาให้น้ำในผักผลไม้ระเหยออกมา แล้วนำไปผ่านกระบวนการปรุงอาหารต่อไป โดยไม่ทำให้เสียคุณค่าทางอาหาร จะทำให้อาหารหลายชนิดมีรส กลิ่น และกรอบมากขึ้น [12]

3) การเตรียมอาหารสดแบบแช่เย็นจนแข็ง

การนำอาหารมาแช่เย็นจนแข็ง นิยมแช่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 ºซ ซึ่งจะทำให้เก็บอาหารสดไว้ได้นาน เพราะเป็นการหยุดฤทธิ์ของเอนไซม์และการเจริญของจุลินทรีย์ เมื่อต้องการบริโภค ให้นำออกจากตู้เย็น ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงรับประทาน อาหารเหล่านี้จะคงมีสารอาหารและสารสำคัญต่างๆ ส่วนใหญ่อยู่ในปริมาณสูง อาหารสดแช่แข็งบางชนิดอาจมีสารสำคัญต่างๆ สูงกว่าอาหารปกติทั่วไปด้วย เพราะการแช่แข็งทำให้เซลล์แตก สารสำคัญในเซลล์จึงจะถูกนำมาใช้ได้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น ไลโคปีน (lycopene) ในมะเขือเทศ

ในมะเขือเทศสด โครงสร้างเคมีของพันธะคู่ในโมเลกุลไลโคปีนจะอยู่ในรูปของทรานส์เสมอ (all-trans configuration) การนำมะเขือเทศมาแช่แข็ง (รวมถึงการทำให้แห้งหรือบดเป็นผง การต้มหรือลวกมะเขือเทศที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 ºซ) อาจทำให้อาหารเสียรูป รสชาติและสารสำคัญที่เป็นวิตามินไปบ้าง แต่ในทางตรงข้าม จะทำให้โครงสร้างโมเลกุลไลโคปีนหลุดจากเยื่อหุ้มผนังเซลล์มะเขือเทศออกมาเป็นอิสระมากขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงจากทรานส์-ไอโซเมอร์กลายเป็นซีสไอโซเมอร์ โดยปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชัน (isomerization) และออกซิเดชัน (oxidation) ซึ่งสารไลโคปีนในรูปซีสไอโซเมอร์ (cis-lycopene) ที่เกิดขึ้นนี้ จะถูกดูดซึมและนำไป

ใช้ในร่างกายได้ดีกว่า trans-lycopene ในมะเขือเทศสด [13] ดังในการทดลอง ซึ่งลวกมะเขือเทศที่ 88 ๐ซ นาน 2, 15 และ 30 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับมะเขือเทศสด พบว่าความร้อนดังกล่าวจะทำให้วิตามิน C ลดลงไป 10, 15 และ 29% ตามลำดับ แต่ในทางตรงข้าม ความร้อนดังกล่าวจะเพิ่มปริมาณ trans-lycopene ให้สูงขึ้นตามระยะเวลาที่ลวก เป็น 54, 171 และ 164% ตามลำดับ และจะเพิ่มปริมาณของ cis-lycopene 6, 17 และ 35% ตามลำดับและยังเพิ่มระดับแอนติออกซิแดนท์ 28, 34 และ 62% ตามลำดับ[14]

การแช่แข็งผลไม้ แล้วนำออกมาตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนรับประทาน อาจทำให้ผลไม้ที่มีแป้งมาก เช่น กล้วยหอม มันฝรั่ง จะเหนียวๆ หนืดๆ หรือผลไม้ที่มีน้ำมาก เช่น ผักสลัด ชมพู่ น้อยหน่า มะละกอ มะม่วงสุก จะเหี่ยว เพราะน้ำในเซลล์กลายเป็นน้ำแข็ง ทำให้เซลล์แตก น้ำและสารอื่นรั่วไหลออก และผักผลไม้มีรูปทรงเปลี่ยนไป

4) การเตรียมอาหารสดแบบหมัก/ดอง (fermented food, raw cultured vegetable)

การหมักดอง เป็นการช่วยถนอมอาหารหรือทำให้อาหารที่ไม่สามารถกินสดได้ เช่น พืชที่มีสารพิษพวกไซยาไนด์ สารก่อมะเร็ง (ในผักกูด) สามารถนำมาบริโภคได้ และยังเป็นการเพิ่มคุณค่าแก่อาหารนั้น รวมทั้งทำให้มีกลิ่นที่น่าพอใจด้วย นอกจากนี้ ยังสามารถใช้รักษาอาการเจ็บป่วยได้ ดังในทางพุทธศาสนา พระภิกษุที่อาพาธเป็นโรคผอมเหลืองจะได้รับอนุญาตให้ดื่มยาผลสมอดองน้ำมูตรโค หรือกรณีที่เป็นโรคลมเกิดในอุทร จะใช้ยาดองโลณโสจิรกะ แต่หากไม่อาพาธ การฉันนั้นต้องเจือน้ำ ฉันอย่างน้ำปานะ [8]

การดองแบบพื้นบ้านด้วยภูมิปัญญาไทย มักนิยมดองโดยใช้ข้าว น้ำแช่ข้าว น้ำซาวข้าว น้ำมะพร้าว หากต้องการจะบริโภคอาหารนั้นภายในระยะเวลาที่สั้นกว่าหนึ่งอาทิตย์ แต่หากจะดองอาหารเพื่อเก็บไว้นานเป็นเดือน นิยมดองเค็มโดยใช้เกลือเป็นหลัก หรือดองเปรี้ยวโดยใช้น้ำตาลทรายด้วย ภาชนะที่ใช้ในการดองควรทนต่อการกัดกร่อน เช่น แก้ว

การดองอาหารนั้น จำเป็นต้องใช้เชื้อแบคทีเรีย ซึ่งแบคทีเรียที่ดีต่อสุขภาพและเหมาะต่อการหมักอาหาร ได้แก่ เชื้อแลคโตแบซิลลัส (Lactobacillus bacteria เช่น *L.plantarum, L.brevis*) หรือเชื้อที่ผลิตกรดแลคติก (lactic-acid bacteria) ซึ่งมีหลายสายพันธุ์ เรียกรวมๆ กันว่า เชื้อโพรไบโอติก (probiotic bacteria) อาหารหมักดองด้วยเชื้อโพรไบโอติกมีผลดีต่อสุขภาพหลายด้าน นอกจากจะมีสารอาหารและสารสำคัญต่างๆ แล้ว อาหารหมักดองยังมีวิตามิน เอนไซม์ที่ได้จากจุลินทรีย์และกรดแลคติกเพิ่มจากอาหารสดธรรมดาอีกด้วย [2]

ชาวจีนเชื่อว่า การหมักดองด้วยการใช้เกลือเป็นหลักนั้นเป็นการเสริมต่อพลังงานของพืชให้เพิ่มสูงครบวงจร จากหยินสู่หยางได้อย่างสมบูรณ์ และการดองช่วยสร้างแบคทีเรียช่วยย่อยอาหารในลำไส้ ทำให้กระเพาะ ลำไส้แข็งแรง เพิ่มความหิวและอยากอาหาร

ตัวอย่างของอาหารที่ใช้การดอง (pickle) การหมัก (fermentation) การหมักเปรี้ยว การบ่ม (cure) เช่น ผักกูด ผักกุ่ม ผักเสี้ยน ผักกาด หัวไชเท้า พริก กระเทียม ขิง หอม กระท้อน มะม่วง มะขาม เมล็ดสะตอ เมล็ดเหรียง ลูกเนียง การทำผักดองเปรี้ยวของจีน การทำผักกะหล่ำเปรี้ยว (sauerkraut) ของเยอรมัน การทำ chutney ของอินเดีย เป็นต้น

3.5 การจำแนกผู้บริโภคอาหารสด

ผู้ที่บริโภคอาหารสด ส่วนมากก็จะหมายถึง ผู้ที่บริโภคอาหารสดในปริมาณ 80-100% ของอาหารทั้งหมด หรือบางตำราอาจนับเป็น 50-100% ของอาหารทั้งหมด [9, 15] ผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะใส่ใจในด้านจิตใจและสิ่งแวดล้อมด้วย อาจแบ่งกลุ่มบุคคลเหล่านี้เป็นประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1) ผู้บริโภคอาหารที่ได้จากพืชสดทั่วไป

กลุ่มนี้ถือว่าพืชผักและผลไม้ที่สดนั้นยังมีชีวิตอยู่ จึงเรียกอาหารสดว่าอาหารที่มีชีวิต (living food) ซึ่งรวมทั้งการหมายถึงอาหารที่เอนไซม์อยู่ในสภาพที่พร้อมจะทำงาน (activated state) ยังคงมีปฏิกิริยาทางชีวภาพอย่างต่อเนื่อง และอาหารสดพวกเมล็ดที่มีเอนไซม์และสารสำคัญอยู่ในสภาพพร้อมที่จะงอก (dormant state) เมื่อมีความชื้นสูง พืชผักที่มีเอนไซม์อยู่ในสภาพที่พร้อมจะทำงาน เช่น กล้วย มะม่วง ถั่วงอก ฯลฯ จึงเน่าเสียได้ง่ายในอุณหภูมิห้อง ส่วนอาหารสดพวกที่มีเอนไซม์และสารสำคัญอยู่ในสภาพพร้อมที่จะงอก เช่น เมล็ดถั่ว เมล็ดงา และเมล็ดข้าว สามารถเก็บไว้ได้นานกว่า

สำหรับผู้ที่รับประทานอาหารมังสวิรัติแบบวีแกน จะรับประทานผัก ผลไม้และธัญพืชเท่านั้น ไม่มีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ (รวมทั้งไม่ใช้ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น ผ้าไหม รองเท้า หรือกระเป๋าหนัง)

2) ผู้บริโภคอาหารจากผลไม้ (Fruitarians)

กลุ่มนี้บริโภคผลไม้เป็นหลักและเสริมด้วยผักสด นัทและเมล็ดพืชเล็กน้อย รวมทั้งมะเขือเทศ พริกสด ถั่วสด และอื่นๆ ด้วย โดยจะงดหรือลดผลไม้ที่มีรสจัด เช่น ละมุด ขนุน ทุเรียน ลำไย และนิยมใช้ผลไม้ที่มีเมล็ด ซึ่งสามารถขยายพันธุ์ต่อได้ การบริโภคอาหารจากผลไม้เช่นนี้สะดวกสบาย และได้ความหลากหลายสูง เพราะประเทศไทยเรา

มีไม้ผลมากกว่า 300 ชนิด ให้เลือกรับประทานได้ตลอดปี แต่มีเพียง 70-80 ชนิด ที่รู้จักกันทั่วไป ผลไม้บางชนิดมีมากบางฤดูกาล เช่น หว้าไทย หว้าแขก จำปาดะ ส้านช้าง มะหาด (Orange-barked Tampang) มะมุด (Horse mango) ลังแข (Greater tampoi) และตัวอย่างตามตารางที่ 5 ผลไม้บางชนิดออกเกือบตลอดปี เช่น กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม ฝรั่ง มะละกอ มะพร้าว ตะขบฝรั่ง หม่อน บางชนิดอาจหายาก เช่น อัมพวา (นางอาย มังค่า *Cynometra caulifiora* L วงศ์ Caesalpinaceae) และสตาร์แอปเปิล (แอปเปิลบ้าน Star apple *Chrysophyllum cainito* L วงศ์ Sapotaceae)

3) อื่นๆ

กลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะเป็นศาสนิกชน เช่น คริสตศาสนิกชนกลุ่มหนึ่งรับประทานอาหารฮัลเลลูยา (Hallelujah diet) ซึ่งเป็นอาหารที่ประกอบด้วยผักสด ผลไม้สด ธัญพืช น้ำแครอท ผงจากน้ำคั้นกล้าข้าวบาร์เลย์ (dehydrated grass juice powder) นัทและเมล็ดพืช มันฝรั่ง และ squash (พืชพวกแตง น้ำเต้า วงศ์ Cucurbitaceae) เป็นสำคัญ [15]

นอกจากนี้ ยังมีผู้บริโภคอาหารที่ได้จากการงอก (Sproutarian) ซึ่งส่วนใหญ่จะบริโภคแต่อาหารที่เป็นพืชงอกและผักใบเขียวเท่านั้น แม้เวลาเดินทางไกลไปค้างแรมที่อื่น ก็จะมีเมล็ดพืชและเครื่องเพาะเมล็ดแบบพกพา (ซึ่งสามารถทำเอง หรือซื้อตามร้านขายอาหารเพื่อสุขภาพ) ติดตัวไปด้วย และมีกลุ่มที่บริโภคน้ำคั้น (Juicearians) ซึ่งส่วนใหญ่บริโภคเฉพาะน้ำคั้นผักสด ผลไม้สดเท่านั้น ผู้บริโภคสองกลุ่มหลังนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการบริโภคในช่วงเวลาจำกัด เช่น ระหว่างการอดอาหาร (fasting) หรือการชำระล้างระบบต่างๆ ของร่างกาย (detoxification)

สถานการณ์ในปัจจุบันที่เกี่ยวข้อง

จากความใส่ใจในสุขภาพและการเห็นความสำคัญของพลังธรรมชาติ ปัจจุบันนี้จึงมีการเผยแพร่ความรู้เรื่องอาหารสดผ่านสื่อต่างๆ ที่หลากหลายมากขึ้น และเป็นผลให้การบริโภคอาหารสดเป็นที่นิยมมากขึ้นเรื่อยๆ ทั่วโลก เรื่องราวของอาหารสดมีแหล่งข้อมูลทั้งในรูปหนังสือ บทความ และเว็บไซต์จำนวนมากที่ให้ความรู้เรื่องอาหารสดโดยตรง เช่น www.living-foods.com มีชุมชนของคนที่บริโภคอาหารสด เช่น นักมังสวิรัติกลุ่มวีแกน กลุ่มผู้บริโภคอาหารฮัลเลลูยา มีองค์กร เช่น Vegan Action และ Vegan World ในประเทศสหรัฐอเมริกา, Vegans International ในประเทศเนเธอร์แลนด์, The Vegan Society ในสหราชอาณาจักร และ Vegan Society of Australia ในประเทศออสเตรเลีย เป็นต้น[16] มี International Vegan Festival ทุก 2 ปี สถานธรรมชาติบำบัด คลินิกการแพทย์ทางเลือก และคลินิกการแพทย์แบบผสมผสานทั่วโลก

ก็ใช้อาหารสดบรรเทาและรักษาโรคหลายประเภท นอกจากนี้ร้านอาหาร ภัตตาคาร และในงานเทศกาลต่างๆ รวมทั้งบนสายการบิน เช่น Lufthansa ก็มีบริการอาหารสดให้แก่ผู้ที่ต้องการเลือกบริโภคเช่นกัน [17]

สำหรับประเทศไทย คนพื้นบ้านในชนบทส่วนใหญ่ รวมทั้งพระป่า พระธุดงค์ก็มีพืชผักผลไม้สดเป็นอาหารหลักอยู่แล้ว ส่วนคนในเมืองความสนใจในอาหารสดมักพบในผู้ที่ใส่ใจในสุขภาพทั้งคนไทยและคนต่างชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มนักธรรมชาติบำบัดและนักมังสวิรัติ

นักวิชาการและนักวิจัยทั่วโลกให้ความสนใจศึกษาวิจัยเรื่องอาหารสดมากขึ้นเรื่อยๆ โดยการวิจัยระยะต้นมีการศึกษามากที่ประเทศฟินแลนด์ ต่อมาในสหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน และปัจจุบันมีการศึกษากันกว้างขวางมากขึ้นทั้งในอังกฤษ ญี่ปุ่น และอีกหลายประเทศทั่วโลก[18]

อาหารสดในตลาดอาหารสุขภาพ

ผู้บริโภคอาหารสดแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย ลาว เวียดนาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่อยู่ต่างจังหวัด ต่างอำเภอ สามารถที่จะเก็บพืชผักหลังบ้านและข้างบ้านมาบริโภคได้ทันที ผู้ที่อยู่เมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพ หรือประเทศแถบหนาวซึ่งไม่มีพืชผักสดให้รับประทานได้ตลอดปี อาจจำเป็นต้องพึ่งพาผลิตภัณฑ์จากร้านเกษตรอินทรีย์ หรือร้านค้าผลิตภัณฑ์สุขภาพ (health shop) ที่เชื่อถือได้ ในประเทศไทยเราอาจดูตรารับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของ มกท. ที่ได้รับการรับรองจากองค์กรระหว่างประเทศ (IFOAM) ประกอบ ในภาคเหนือยังมีองค์กรมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ภาคเหนือ ซึ่งจะดูแลควบคุมคุณภาพและให้ตรารับรองมาตรฐานแก่พืชผักอินทรีย์ที่ได้มาตรฐาน มีคลังเกษตรอินทรีย์ ตลาดนัดผักอินทรีย์ตามจุดต่างๆ รวมทั้งในสถานศึกษา สถานพยาบาล สถานที่ราชการต่างๆ ให้เวียนเลือกซื้อได้ทุกวันตลอดอาทิตย์

ในการเลือกซื้ออาหารอื่นและผลิตภัณฑ์ที่นำเข้า ควรพิจารณาประเด็นต่างๆ ได้แก่[19]

1. พืชพวกเมล็ดและนัท ควรซื้อที่คงมีเปลือกหุ้มอยู่ เพราะอาหารเหล่านี้มีไขมันไม่อิ่มตัวสูง เปลือกของเมล็ดจะช่วยรักษาความสดไว้โดยป้องกันการถูกออกซิไดส์ และป้องกันการเหม็นหืน

2. พืชผักผลไม้แห้ง เช่น มะเขือเทศอบแห้ง ส่วนใหญ่จะอบที่อุณหภูมิสูงกว่า 200 °ซ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดูดีกว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนผงแห้งจำพวก green powder เช่น กล้าข้าวสาลี (wheatgrass) กล้าข้าวบาร์เลย์ (barley green) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) เช่น สาหร่าย spirulina มักอบที่อุณหภูมิต่ำ มิฉะนั้นสีจะคล้ำ

3. เครื่องเทศและสมุนไพรที่ใช้แต่งกลิ่น มักถูกทำให้แห้งที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อกันการระเหยของน้ำมันหอมในพืชนั้น พืชที่เป็นใบและแห้งง่ายส่วนใหญ่จะใช้วิธีผึ่งลมหรือตากในที่ร่ม อย่างไรก็ตาม เพื่อความสะอาดและมั่นใจ ผู้บริโภคควรซื้อของสดมาทำให้แห้งเอง

4. อินทผลัม (dates) ส่วนใหญ่จะตากแดด แต่บางยี่ห้อจะนำมานึ่งอีกครั้ง เพื่อให้ดูฉ่ำ น่ารับประทาน กล้วยตากก็เช่นกัน อาจได้จากการอบด้วยเตาอบ

5. สาหร่ายแห้ง ถ้าได้จากอุตสาหกรรมในครอบครัว อาจทำให้แห้งโดยการตากแดด เช่น สาหร่ายน้ำจืดไก ซึ่งชาวบ้านแถบภาคเหนือของไทยและแถบลุ่มแม่น้ำโขงจะเก็บมาล้าง และปรุงรสด้วยเครื่องเทศ ได้แก่ ข่า ตะไคร้ เกลือ แล้วตากแห้ง นำไปขายเป็นแผ่น ส่วนสาหร่าย ทะเล จากจีน เกาหลี ญี่ปุ่น เช่น nori, dulse, laver, sea lettuce อาจอบหรือตากแห้งก็ได้

6. ผลไม้หรือผักแช่แข็งอาจถูกฟอกสีก่อนนำมาขาย ดังนั้นหากเป็นไปได้ ควรเตรียมด้วยตนเอง

7. น้ำมันพืชบรรจุขวด ต้องผ่านกรรมวิธีสกัดแยกน้ำมันออกมา ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้การบีบน้ำมันโดยไม่ใช้ความร้อน (cold-pressed oil, winter pressed) ซึ่งทำให้น้ำมันมีราคาสูง และน้ำมันจะเหม็นหืนง่ายกว่าเมล็ดพืช ดังนั้นควรบริโภคเมล็ดพืชน้ำมันนั้นโดยตรงจะดีกว่า เพราะนอกจากราคาจะถูกกว่าแล้ว ยังได้สารอาหารอื่นที่มีปริมาณสูง เช่น โปรตีน อีกด้วย น้ำมันที่นิยม เช่น น้ำมันงาที่เตรียมโดยการหีบ (cold-pressed) เพราะน้ำมันงาจัดเป็นน้ำมันที่มีคุณค่าสูง มีกรดไขมันที่ดีและเลซิธิน (lecithin) มีความคงตัวสูง เพราะมีสารแอนติออกซิแดนท์กลุ่มวิตามิน E และสาร sesamol (hydrolyzed sesamin) อยู่มาก

8. น้ำส้มแอปเปิ้ลหมัก (apple cider vinegar) มีกรดอะซีติก (acetic acid) ซึ่งมีความเป็นกรดแรง ควรใช้น้ำหมักชีวภาพ ซึ่งมีกรดแลคติกให้ความเปรี้ยวแทน เพราะมีความเป็นกรดน้อยกว่า

9. ซอสปรุงรส เช่น Nama shoyu, Braggs Liquid Aminos ซึ่งใช้บ่อยในตำรับอาหารสด ก็ผ่านขบวนการปรุงแต่งสูง ควรใช้ซีอิ๊วซึ่งหมักโดยวิธีธรรมชาติ โดยเลือกยี่ห้อที่มั่นใจในคุณภาพที่สุด หรือใช้สาหร่ายทะเลปรุงรสแทน

10. เกลือ ควรเป็นเกลือธรรมชาติ ซึ่งมีแร่ธาตุต่างๆ สมบูรณ์ ไม่ฟอกสี ไม่เติมสารเคมีต่างๆ เช่น สารกันการเกาะตัวเป็นก้อน (anti-caking) ควรใช้ celtic sea salt ที่เป็นเกลือธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งคุณภาพดีมาก ประกอบด้วยเกลือแร่ต่างๆ ที่สำคัญคือโซเดียม โปตัสเซียมและคลอไรด์ จะดีกว่าเกลือ (table salt) ที่ใช้กันทั่วไป ซึ่งเป็นแค่โซเดียมคลอไรด์ แต่อัตราส่วนของโซเดียมและโปตัสเซียมไม่สมดุล จึงควรใช้เกลือธรรมชาติอื่นหรือสาหร่ายทะเลปรุงรสแทน

11. สารให้รสหวานควรใช้ผลไม้รสหวาน หรือเตรียมโดยวิธีธรรมชาติ ถ้าต้องการทำให้งวดลงควรใช้การตากแดด ตัวอย่างสารให้รสหวานจากธรรมชาติ เช่น[10]

- น้ำตาลที่ไม่ฟอกสี (unrefined sugar) เตรียมจากน้ำอ้อยผง มีซูโครส 82% ควรงดน้ำตาลที่เตรียมโดยขบวนการทางเคมี เช่น น้ำตาลดิบ (raw sugar) จากอ้อยหรือหัวบีท น้ำตาลสีรำ (brown sugar) ที่ได้จากการเอาน้ำตาลทรายขาวที่ฟอกสีแล้วมาเติมกากน้ำตาล (molasses)
- น้ำผลไม้ (fruit juice) เตรียมจากผลไม้ต่างๆ มีซูโครสประมาณ 10%
- น้ำเชื่อมผลไม้ (fruit syrup, date sugar) ที่เตรียมจากผลอินทผลัม มีมอลโตส (maltose) สูงกว่า 70%
- Maple syrup ที่เป็นน้ำหวานจากเปลือกต้นเมเปิล มีซูโครส 65% ควรใช้ชนิดที่ไม่ได้เคี่ยว หรือใช้อินทผลัม (barhi dates) แทน
- น้ำเชื่อมจากข้าวหมัก เช่น rice syrup, barley malt มีมอลโตส 50% แต่หากเป็น amasake (น้ำหมักข้าวของญี่ปุ่น) จะมีมอลโตสต่ำกว่า 40%
- น้ำผึ้ง มี 86% glucose-fructose ถ้าจำเป็นควรใช้น้ำผึ้งแท้ที่ครบส่วน (whole food) คือมีเกสรผึ้ง (pollen) และพังกาว (ชันผึ้ง propolis) อยู่
- ควรงด Agave nectar เพราะการทำให้ข้นส่วนมากจะใช้อุณหภูมิสูง และยังพบการปนปลอมด้วย corn syrup หรือสารรสหวานอื่นด้วย ดังนั้นควรใช้ผลไม้ที่มีรสหวานจัดแต่งรสแทน

งานวิจัย

อาหารสด มักเน้นว่า **พืชผักจะต้องมาจากเกษตรอินทรีย์** เนื่องจากพืชที่ได้จากเกษตรอินทรีย์จะมีสารอาหารหลายชนิดสูงกว่าพืชที่ปลูกโดยใช้สารเคมี และจะคงความสดได้นานกว่า ในงานวิจัยที่รวบรวมงานวิจัยอื่นๆ 41 เรื่อง ให้ข้อสรุปที่ยืนยันชัดเจนว่า พืชผัก (แครอท กะหล่ำ ผักโขม ผักสลัด มันฝรั่ง เป็นต้น) ผลไม้และธัญพืชที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์จะมีปริมาณสารอาหารมากกว่าผลิตภัณฑ์เดียวกันที่ปลูกโดยใช้สารเคมี เช่น มีวิตามิน C ปริมาณสูงกว่า 27%, เหล็กสูงกว่า 21.1%, แมกนีเซียมสูงกว่า 29.3%, ฟอสฟอรัสสูงกว่า 13.6% แต่มีไนเตรตน้อยกว่า 15.1%[20]

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับสารสำคัญในพืช

1.1 สารอาหารและสารแอนติออกซิแดนท์ พืชผักสดมีสารอาหาร และสารแอนติออกซิแดนท์สูง และผู้บริโภคอาหารสดจะได้รับสารอาหารและสารแอนติออกซิแดนท์สูงเช่นกัน ดังตัวอย่าง

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในผักใบเขียว 30 ชนิดที่เป็นอาหาร พบว่ามีพืชผักสดที่ศึกษามีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันทั้งหมดสูงกว่าพืชผักที่หุงต้มแล้วอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) ทั้งค่าระดับวิตามิน E (1.5 - 5.6 mM vitamin E/ อาหาร 100 กรัม และ 1.6-3.8 mM vitamin E/ อาหาร100 กรัม ตามลำดับ) ค่า thiobarbituric acid reactive substances values ค่า superoxide scavenging ability values (10.6 - 55.9) และค่า ferrous iron chelating activity (9.3 - 6507 mM EDTA/100 กรัมอาหาร) โดยใบหอม หัวผักกาดและผักสลัดจะมีค่า thiobar-bituric acid reactive substances values และ superoxide scavenging ability values สูง ส่วนใบผักชี (coriander) ผักขมหัด (Slender amaranth *Amaranthus viridus* L) colocasia green และใบมะรุมจะมีค่า ferrous iron chelating activity สูง แต่ใน colocasia black และผักขมแดง (*A.caudatus* L) จะมีค่าต่ำ [21]

พืชผักและผลไม้พื้นบ้านไทยจำนวนหลายชนิดมีรสค่อนข้างฝาดและเปรี้ยว เพราะมีโพลีฟีนอลและวิตามิน C สูงมาก จึงมีสารแอนติออกซิแดนท์สูงมากด้วย ซึ่งหลายชนิดมีสารแอนติออกซิแดนท์หลายชนิดสูงกว่าผักและผลไม้จากต่างประเทศ 2-10 เท่า [22] เช่น ผักกระโดน ผักเม็ก ยอดมะม่วง ยอดผักชะเลือด ผักติ้ว ใบมะกอก ใบทำมัง ผักบุ้งนา ยอดกระถิน ใบสะระแหน่ กระท้อน มะขาม ฝรั่ง เป็นต้น สารแอนติออกซิแดนท์ที่มีในผักผลไม้สดนี้ ทำให้เพิ่มความสามารถในการต้านโรคและช่วยลดความเสื่อมสภาพของร่างกายได้

นอกจากนี้ยังพบว่า เมล็ดพืชงอกมีสารสำคัญต่างๆ ที่สูงกว่าพืชทั่วไป เมล็ดพืชงอกอุดมด้วยวิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน โปรตีน และเอนไซม์ โดยเฉพาะเมล็ดพืชจากฟาร์มเกษตรอินทรีย์ หรือที่ปลูกในบริเวณที่ไม่มีสารเคมีที่เป็นพิษ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดพืชงอกกับเมล็ดพืชที่ไม่ได้งอก เมล็ดพืชงอกจะมีสารอาหารทั้งหมดมากกว่า 2-40 เท่า

ในกรณีของข้าวงอกซึ่งเตรียมโดยนำข้าว เช่น บาร์เลย์ เมื่อเพาะให้พร้อมที่จะงอก (ยังไม่ผลิใบ) แล้วอบด้วยไอน้ำเพื่อยับยั้งการงอก จะได้ข้าวมอลท์ซึ่งมีเอนไซม์หลายชนิด เช่น diastase, invertase นำมาสกัดได้ Malt extract ใช้เป็นอาหารและยาช่วยการย่อยอาหารได้ [2]

1.2 วิตามินต่างๆ และแร่ธาตุ ผู้ที่รับประทานอาหารสด จะได้รับวิตามินต่างๆ ในปริมาณที่สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิตามิน C จากพืชผักสดทุกชนิด เช่น ฝรั่ง มะขามป้อม รวมถึงวิตามิน B1 จากข้าวสาลีงอก (0.22 มิลลิกรัม/100 กรัม) ถั่วราชมาษงอก (0.23 มิลลิกรัม/

100 กรัม) วิตามิน B2 จากถั่วงอก ข้าวสาลีงอก อะโวกาโด และผักใบเขียว และไนอาซินจากถั่วเปลือกแข็งต่างๆ เช่น อัลมอนด์ (3.4 มิลลิกรัม/ 100 กรัม) เป็นต้น [3, 10]

จากการศึกษาปริมาณวิตามิน C ในพืชผักที่ประชาชนนิยมรับประทาน คือผัก 55 ชนิด และผลไม้ 25 ชนิดจากตลาดในกรุงเทพมหานคร 10 แห่ง โดยวิธีของ AOAC 1990 (Microspectroflurometry) พบว่าผักคะน้าและกะหล่ำมีวิตามิน C ปริมาณสูง (141 และ 115 มก.%) รองมาได้แก่ ผัก เช่น กะหล่ำปลี คื่นฉ่าย มะเขือเทศสุก ผักกวางตุ้ง ข้าวโพดอ่อน ผักชี ผักชะอม พริกขี้หนู พริกหวาน พริกชี้ฟ้า ดอกกะหล่ำ (30-96 มก.%) สำหรับผลไม้ พบว่าฝรั่งเป็นแหล่งที่ดี โดยมีวิตามิน C 159 มก.% รองมาคือมะม่วง มะละกอ เงาะ ทุเรียน ลิ้นจี่ (31-70 มก.%) เมื่อนำไปผ่านขบวนการหุงต้ม ปริมาณวิตามิน C จะลดลง เช่น คะน้าที่ทำให้สุกโดยการต้ม 3-5 นาทีพบว่าเหลือวิตามิน C แค่ 69 มก.% และข้อมูลจากตารางคุณค่าอาหารของประเทศฟิลิปปินส์ก็แสดงให้เห็นว่า การหุงต้มทำลายวิตามิน C ในผัก 25-85%

คนที่รับประทานอาหารสดจะมีระดับวิตามินและเอนไซม์ที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูง จากการศึกษาในปี ค.ศ. 1995 ในคนฟินแลนด์วัยกลางคน 20 คน เป็นหญิง 19 คน รับประทานอาหาร พืชสดมานาน 5.2 ± 3.9 ปี เทียบกับกลุ่มคนที่รับประทานอาหารที่มีเนื้อด้วยและเป็นอาหารที่ผ่านการหุงต้ม โดยอาสาสมัครบางคนในทั้งสองกลุ่มมีการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารพวกวิตามินด้วย เมื่อเจาะเลือดตรวจวัดระดับวิตามิน C, วิตามิน E, Beta-carotene และฤทธิ์ของเอนไซม์ ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (superoxide dismutase) และกลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) พบว่ากลุ่มที่รับประทานอาหารพืชสดมีระดับของสารเหล่านี้ในเม็ดเลือดแดงสูงกว่า กลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ [23]

จากการศึกษาเป็นระยะเวลา 28 เดือน ของ Hallelujah Acres Foundation ในคนอเมริกัน 141 คน ซึ่งส่วนใหญ่บริโภคอาหารสด อาหารมังสวิรัติเคร่งครัด หรืออาหารฮัลเลลูยา Hallelujah diet (แต่ 58% ของกลุ่มตัวอย่างรับประทานผลิตภัณฑ์จากสัตว์บ้างในช่วงที่เก็บข้อมูล) พบว่ากลุ่มตัวอย่างรายงานถึงสถานะสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นับตั้งแต่เริ่มรับประทานอาหารรูปแบบดังกล่าว ($p<0.001$) โดยปริมาณการรับประทานผลไม้เฉลี่ยต่อวันของกลุ่มตัวอย่าง คือ 6.6 จาน (servings) และผัก 11.4 จาน ต่อวัน ซึ่ง 60-80% ของสารอาหารมาจากสลัด ผลไม้ น้ำแครอทและผลิตภัณฑ์ธัญพืชที่ปรุงสุก อีก 12-40% ที่เหลือของสารอาหารได้มาจากน้ำคั้นกล้าข้าวบาร์เลย์ที่ทำให้แห้ง นัท เมล็ดพืช มันฝรั่ง และ squash ปริมาณพลังงานที่กลุ่มตัวอย่างได้รับ คือ 1,460 กิโลแคลอรี/วัน ในหญิง และ 1,830 กิโลแคลอรี/วัน ในชาย โดย 24% ของแคลอรีได้จากไขมัน 72% คาร์โบไฮเดรต 5% ปริมาณโปรตีนที่ได้รับคือ 0.66 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว ปริมาณแคลเซียมที่ได้รับคือ 580 มิลลิกรัม/วันในหญิง และ 690 มิลลิกรัม/วันในชาย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารของกลุ่มตัวอย่างนี้กับปริมาณอาหารที่คนอเมริกัน

ทั่วไปได้รับตามรายงานของ The National Health and Nutrition Examination Survey พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่รับประทานอาหารสดได้รับเส้นใยอาหาร วิตามิน A (จากแคโรทีน) วิตามิน B6, C, E และโฟเลท ทองแดงและโปตัสเซียมสูงกว่าคนทั่วไป อย่างไรก็ตาม ปริมาณโปรตีน ไขมันทั้งหมดและไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล วิตามิน B12 ฟอสฟอรัส โซเดียมและสังกะสีที่กลุ่มตัวอย่างได้รับจัดว่าต่ำกว่าคนทั่วไป [15]

จากการทดลองให้อาหารสดแก่อาสาสมัครเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งรับอาหารที่ปรุงในไมโครเวฟ 2 นาที เป็นเวลา 1 อาทิตย์ และเจาะเลือดวัดค่าสารชีวภาพต่างๆ เทียบกัน พบว่ากลุ่มที่บริโภคอาหารสดมีค่าของวิตามินในเลือดคือ serum tocopherol และ serum retinol สูงขึ้น แต่มีค่า phenol และ p-cresol ในซีรัมและปัสสาวะลดลงอย่างอย่างมีนัยสำคัญ [24] แสดงว่าอาหารสดให้สารอาหารที่ดีและทำให้เกิดสารพิษน้อย

1.3 สารต้านโภชนาการและสารพิษ สารต้านโภชนาการและสารที่เป็นพิษบางชนิดในพืชสามารถลดปริมาณลงได้ โดยการเพาะให้งอก หรือการหมักดอง เช่น สารไฟเตท (phytate) เป็นสารประกอบอินโนซิทอลฟอสฟอริค ซึ่งมีความจำเพาะในการจับเกลือแร่สังกะสี ทองแดง เหล็ก แมงกานีสและแคลซียมได้ดีตามลำดับ รวมทั้งจับกับโปรตีนด้วย ไฟเตทนี้พบมากในเมล็ดพืชที่สามารถงอกได้ เช่น งา ถั่ว ข้าว และพบในพืชใบบ้าง เช่น ยอดผักติ้ว ผักหวาน แค ดอกและผลจะมีไฟเตทน้อย ส่วนพืชหัวและรากจะมีไฟเตทต่ำ ปริมาณไฟเตทมากกว่าร้อยละ 1 ของน้ำหนักอาหารที่บริโภคจะลดการดูดซึมของเกลือแร่ในอาหารนั้น[25] การนำเมล็ดพืชมาแช่น้ำแล้วทิ้ง (soaking) ก่อนจะเพาะให้งอกทำให้ไฟเตทลดลง เช่น ถั่วงอกมีปริมาณไฟเตทน้อยกว่าถั่วเขียวประมาณ 3 เท่า หลังจากเพาะ 1-3 วันจะเหลือปริมาณไฟเตทในถั่วงอกร้อยละ 87.5, 63.2 และ 35.9 ตามลำดับ [26]

Antai และ Nkwelang ได้พบว่า การหมักด้วยเชื้อที่เหมาะสมจะช่วยลดปริมาณสารไซยาไนด์ที่เป็นพิษ และสารต้านโภชนาการบางชนิดลงได้มากกว่าการหมักโดยเชื้อทั่วไปตามวิธีดั้งเดิม จากการศึกษาในอาหารหมักพวกกะปิของไนจีเรีย ซึ่งทำจากพืชพื้นเมืองชนิดหนึ่ง *(Icacin mannii)* ซึ่งปกติพืชนี้มีกรดไฮโดรไซยานิก กรดออกซาลิก และกรดไฟติก ในปริมาณสูง หลังการหมักตามวิธีดั้งเดิม ทำให้สารต้านโภชนาการดังกล่าวลดลงได้ คือลดลงจาก 178 มก./กก. เป็น 70 มก./กก. 638. มก./กก. เป็น 463 มก./กก. และ 49มก./กก. เป็น 21 มก./กก. ตามลำดับ เมื่อเสริมอาหารนั้นด้วยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisae* ที่ยังมีชีวิตอยู่ จะทำให้กรดทั้ง 3 ชนิดลดลงมากขึ้น คือ กรดไฮโดรไซยานิกลดจาก 84 มก./กก. เป็น 16 มก./กก. กรดออกซาลิก ลดจาก 374 มก./กก. เป็น 88 มก./กก. และกรดไฟติกลดจาก 25 มก./กก. เป็น 5 มก./กก. ตามลำดับ และถ้าให้เชื้อยีสต์

7.5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ก่อนที่จะนำไปหมัก 144 ชม. (ประมาณ 6 วัน) จะยิ่งทำให้กรดทั้ง 3 ชนิดนั้นลดปริมาณลงประมาณ 90% [27]

2 ผลดีต่อสุขภาพของอาหารสด

การบริโภคอาหารสดป้องกันการเกิดโรคหลายอย่าง ทั้งในระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ระบบภูมิคุ้มกัน และอื่นๆ ดังตัวอย่าง

2.1 ระบบทางเดินหายใจ

อาหารสดช่วยป้องกันและบรรเทาอาการหวัด จากปริมาณของวิตามิน C ธรรมชาติ และสารไบโอฟลาโวนอยด์ (bioflavonoids) ที่มีในพืชสดนั้น

2.2 ระบบทางเดินอาหาร

เส้นใยอาหารทั้งชนิดที่ละลายน้ำได้ เช่น เพคติน และเส้นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลส ในอาหารสด สามารถป้องกันโรคท้องผูก ริดสีดวงทวาร มะเร็งกระเพาะ มะเร็งลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ การรับประทานผลไม้ยังช่วยลดความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ด้วย อาหารสดช่วยลดสารพิษ (toxic product) ในลำไส้ใหญ่ โดยทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของ fecal hydrolytic activity ลด bacterial enzyme และสารพิษที่เพิ่มความเสี่ยงในการเป็นมะเร็ง [28]

2.3 ระบบหัวใจและหลอดเลือด

การรับประทานผลไม้สดลดอัตราการตายเนื่องจากโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ เนื่องจากลดการบริโภคที่มากเกิน ทำให้ไม่อ้วน ควบคุมน้ำหนักตัวได้ดี และความดันโลหิต (diastolic pressure) ลดลงได้

จากการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคและอัตราการเสียชีวิต ในการศึกษาแบบการสังเกตการณ์ (observational study) ที่ประเทศอังกฤษ ในอาสาสมัครซึ่งเป็นนักมังสวิรัติและผู้สนใจด้านสุขภาพ 11,000 คน เป็นชาย 4,336 คน และหญิง 6,435 คน ที่รับประทานอาหารจำพวกขนมปังโฮลวีท ธัญพืชอบแห้ง (bran cereals) นัท หรือผลไม้แห้ง ผลไม้สด สลัดผักสด เป็นเวลาประมาณ 17 ปี พบว่านักมังสวิรัติที่กินผักผลไม้สดดังกล่าว นอกจากจะลดความเสี่ยงในการเป็นโรคและการตายเนื่องจากโรคหัวใจขาดเลือดและโรคหลอดเลือดในสมองแล้ว ยังลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งหลายชนิด ได้แก่ มะเร็งปอด มะเร็งลำไส้ใหญ่ และมะเร็งเต้านมอีกด้วย [29]

จากการทดลองให้ผู้ป่วยความดันโลหิตสูง 32 คน ซึ่ง 28 คนมีน้ำหนักเกิน ทานอาหารที่ไม่ผ่านการหุงต้ม 62% ของปริมาณแคลอรี่ที่ได้รับ และควบคุมปริมาณเกลือที่ได้รับ เป็นเวลา 6.7 เดือน พบว่าทั้งน้ำหนักตัวและความดันโลหิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.01) โดยน้ำหนักตัวลดลงเฉลี่ย 3.8 กิโลกรัมและความดันโลหิต (diastolic pressure)โดยเฉลี่ยลดลง 17.8 มม.ปรอท [30]

ในการศึกษาที่เยอรมันและเนเธอร์แลนด์ พบว่าอาหารสดลดระดับไขมันที่ไม่ดีในเลือด เช่น serum LDL, cholesterol, triglyceride และ homocysteine ในกลุ่มตัวอย่าง 201 คน (ชาย 94 หญิง 107) ซึ่งรับประทานผักผลไม้สด 70 - 100% เป็นเวลามากกว่า 2 ปี อย่างไรก็ตาม พบว่า serum HDL ซึ่งเป็นไขมันที่ดี ก็ลดลงด้วยในผู้ที่รับประทานผักผลไม้สด 100% เนื่องจากมีการขาดวิตามิน B12 [31]

2.4 ระบบกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อ

1) อาหารสดบรรเทาอาการโรคปวดกล้ามเนื้อ (Fibromyalgia)

การศึกษาแบบสังเกตการณ์ ในผู้ป่วยจำนวน 30 คนที่ป่วยด้วยโรค fibromyalgia ซึ่งเป็นโรคเกี่ยวกับการปวดตึงของกล้ามเนื้อทั่วร่างกาย และมีอาการนอนไม่หลับ อ่อนเพลีย ชา วิตกกังวล และซึมเศร้า พบว่าอาหารสดช่วยบรรเทาอาการในผู้ป่วย fibromyalgia ทำให้หลับดีขึ้น ความปวดเรื้อรังและการซึมเศร้าลดลงผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น การศึกษาเป็นระยะเวลา 7 เดือน ในประเทศสหรัฐอเมริกานี้ วัดปริมาณอาหารที่ผู้ป่วยได้รับ วัดผลกระทบจากโรคโดยใช้แบบสอบถาม FIQ (Fibromyalgia impact questionnaire) วัดคุณภาพชีวิต ด้วยแบบสอบถามคุณภาพชีวิต SF36 และ QOLS (SF-36 health survey และ quality of life survey) และทดสอบสมรรถภาพของร่างกาย การศึกษานี้ให้ผู้ป่วยได้เรียนรู้ถึงผลของอาหารต่อสุขภาพ และบริโภคอาหารฮัลเลลูยา ซึ่งประกอบด้วยผลไม้สด สลัดผักสด น้ำคั้นแครอท ผลไม้เปลือกแข็ง เมล็ดพืช ธัญพืชไม่ขัดสี พืชหัว (tubers) น้ำมันเมล็ดลินิน (flaxseed oil) และน้ำมันมะกอกที่บีบด้วยความเย็น (extra virgin olive oil) ร่วมกับการบริโภคผงของน้ำคั้นจากข้าวบาร์เลย์ เป็นเวลา 2 เดือน โดยหลีกเลี่ยงอาหารที่มีแอลกอฮอล์ คาเฟอีน น้ำตาลฟอกสี น้ำมันที่ผ่านกรรมวิธี (refined/ hydrogenated oil) และเนื้อสัตว์ทุกชนิด ผลการศึกษาพบว่า เพียง 3 สัปดาห์แรก ระดับคอเลสเตอรอลของผู้ป่วยลดลง มีอาการของโรคที่ดีขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น[32]

การศึกษาในฟินแลนด์ถึงผลของอาหารสดที่มีโซเดียมต่ำ และมีแลคโต-บาซิลลัสสูง ในผู้ป่วยโรค fibromyalgia 18 คน เทียบกับกลุ่มควบคุม 15 คน เป็นเวลา 3 เดือน ก็พบว่าอาการดีขึ้น ความปวดบรรเทาลง ความตึงของข้อลดลง การนอนหลับดีขึ้น ระดับ

คอเลสเตอรอลในซีรัมลดลง ระดับโซเดียมในปัสสาวะลดเหลือ 1/3 ของระดับเดิม เป็นต้น และผู้ป่วยซึ่งส่วนมากมีน้ำหนักเกินก็มีดัชนีมวลกายลดลงด้วย [33]

2) อาหารสดป้องกันโรคอ้วนและบรรเทาโรคปวดข้อรูมาตอยด์

ในการทดลอง ในผู้ป่วย 14 รายในโรงพยาบาล Koda ประเทศญี่ปุ่น เป็นเวลา 55 วัน พบว่าอาหารที่มีแคลอรีต่ำและอาหารมังสวิรัติที่ไม่มีนมและไข่ (vegan diet) ซึ่งได้แก่ โจ๊ก ข้าวกล้อง น้ำคั้นผักสด เต้าหู้และงา ในปริมาณ 1,200 กิโลแคลอรี่ต่อวัน ร่วมกับการอดอาหาร 3-5 วัน รวม 3 ครั้ง ช่วยลดน้ำหนักตัวผู้ป่วย 5.1 กิโลกรัม และบรรเทาอาการปวดข้อได้ และยังพบว่าเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด nutrophils, eosinophils และ monocytes ของผู้ป่วยลดลง โดยที่เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocytes และ basophils คงที่ ส่วนเซลล์เม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และระดับ MCV เพิ่มขึ้น ระดับไขมันที่ไม่ดี LDL-C ลดลง แต่ระดับไขมันที่ดี HDL-C เพิ่มขึ้น ส่วนระดับโปรตีนรวมในพลาสมามีค่าคงที่ [34]

การศึกษาในฟินแลนด์ พบว่าอาหารที่ไม่หุงต้มที่มีแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัสสูง ร่วมกับเครื่องดื่มที่มีคลอโรฟิลล์และเพิ่มเส้นใยอาหาร ทำให้อาการของกลุ่มตัวอย่างดีขึ้น โดยไม่ต้องใช้ยา gold, metrotrexate หรือสเตียรอยด์เลย แต่เมื่อกลับมารับประทานอาหารที่มีเนื้อสัตว์ตามปกติ อาการปวดข้อของผู้ป่วยจะเลวลง [35]

3) อาหารสดและโรคกระดูกพรุน

การศึกษาในผู้ที่กินอาหารสด 18 คน อายุ 33-85 ปี ที่กินอาหารประกอบด้วยผัก ผลไม้ต่างๆ นัท เมล็ดพืช ถั่วและธัญพืชงอก ราดหน้าด้วยน้ำมันมะกอกเล็กน้อย เป็นเวลาถึง 10 ปี เทียบกับคนที่กินอาหารอเมริกันทั่วไป พบว่าผู้ที่กินอาหารสดแม้จะมีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มวลกระดูก และฮอร์โมนเลปติน (leptin) ต่ำกว่า แต่มี bone turnover rate ปกติ และมี inflammatory marker เช่น C-reactive protein, insulin-like growth factor 1 (IGF-1) ต่ำ และระดับวิตามิน D สูงกว่ากลุ่มควบคุม [36]

2.5 อาหารสดช่วยลดน้ำหนัก

การศึกษาผู้ป่วยโรคปวดข้อรูมาตอยด์ ซึ่งปกติจะได้รับธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี ไนอาซินและพลังงานต่ำกว่าคนปกติ เมื่อเปลี่ยนมากินอาหารสด 3 เดือน จะได้สารอาหารเหล่านี้และได้รับพลังงานมากขึ้น แต่ช่วยให้น้ำหนักตัวลดลงได้ 9%[37] ยังพบว่าอาหารสดช่วยบรรเทาอาการของผู้ป่วย fibromyalgia และทำให้ดัชนีมวลกาย (Body mass index, BMI) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P = 0.0001) อีกด้วย [33] การกินอาหารสดทำให้ได้รับแอนติออกซิแดนท์เพิ่มขึ้นและน้ำหนักตัวลดลง ช่วยลดความดันโลหิต [30]

งานวิจัยในประเทศเยอรมันพบว่า การกินอาหารสดในระยะยาว (โดยเฉลี่ย 3.7 ปี) สัมพันธ์กับการลดน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญ (9.9 กิโลกรัมโดยเฉลี่ยในเพศชาย และ 12 กิโลกรัม โดยเฉลี่ยในเพศหญิง) แต่ส่งผลให้เกิดภาวะประจำเดือนขาด (amenorrhea) ในผู้หญิงได้ถึง 30% จึงไม่แนะนำให้กินอาหารสดแบบเคร่งครัดเป็นระยะเวลานาน [38]

การบริโภคพืชงอกจะได้สารอาหารสมบูรณ์โดยได้พลังงานต่ำ เพราะสารพวกแป้งและไขมันถูกใช้ไปในขบวนการงอก จึงมีแป้งและไขมันปริมาณน้อยลงในพืชงอกนั้น ทำให้ผู้บริโภคไม่อ้วนง่าย นอกจากนี้แล้ว การปรุงอาหารด้วยความร้อนสูงเกินไป ทำให้สารอาหารลดลง ร่างกายจึงยังคงต้องการสารอาหารอยู่แม้จะรับประทานอาหารนั้นไปแล้ว จึงมีความรู้สึกหิวและก่อให้เกิดการรับประทานมากเกิน (chronic overeating) ซึ่งทำให้เกิดโรคอ้วนตามมาในที่สุด

2.6 ระบบภูมิคุ้มกัน

เม็ดเลือดขาวเป็นส่วนหนึ่งในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย การศึกษาในสวิต-เซอร์แลนด์ พบว่าอาหารที่ปรุงด้วยความร้อนแค่เพียง 48.9-87.8 ˚ซ (ซึ่งโดยมากใช้ในการอุ่นอาหาร) สามารถทำให้เม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้นแบบผิดปกติได้ (leucocytosis) แต่เมื่อทดลองให้อาหารสดร่วมไปด้วยในมื้ออาหาร จะป้องกันความผิดปกตินี้ได้ อย่างไรก็ตามหากอาหารผ่านความร้อนสูงกว่า 87.8 ˚C ถึงแม้จะให้อาหารสดร่วมด้วย ก็ยังคงเกิดการเพิ่มขึ้นแบบผิดปกติของเม็ดเลือดขาว [39]

2.7 อื่นๆ

1) อาหารสดลดสารพิษในร่างกาย

จากการศึกษาวิจัยในคน 18 คน ในประเทศฟินแลนด์ โดยให้กลุ่มทดลองรับประทานอาหารสดในเดือนแรก และอาหารที่ผ่านการหุงต้มในเดือนที่สอง ส่วนกลุ่มควบคุมรับประทานอาหารที่สุกนานทั้ง 2 เดือน แล้วตรวจวัดระดับสารพิษที่เป็น phenol และ p-cresol ในเลือด (ซีรัม) และปัสสาวะ รวมทั้งประเมินฤทธิ์ของเอนไซม์ในอุจจาระ ผลการวิจัยพบว่า ในกลุ่มทดลองมีระดับของสารพิษดังกล่าวลดลงทั้งในเลือดและปัสสาวะ ส่วนฤทธิ์ของเอนไซม์ยูรีเอส (urease) ในอุจจาระที่ช่วยย่อยสลายยูเรียให้เป็นแอมโมเนียนั้นลดลง 66% หลังรับประทานอาหารสดหนึ่งสัปดาห์ และยูรีเอสยังคงระดับนั้นตลอดมา จนกระทั่งเปลี่ยนมากินอาหารที่ผ่านการหุงต้มแล้วในสองสัปดาห์ ยูรีเอสจึงกลับสู่ระดับเดิม

2) อาหารสดสำหรับนักกีฬา

การทดลองในประเทศเยอรมนี ให้นักกีฬารับประทานอาหารสด พบว่าทำให้แข็งแรง มีพละกำลังมากขึ้น สมาธิและความจำดีขึ้น และยังช่วยลดความรู้สึกง่วงเพลียหลังมื้ออาหาร ความต้องการนอนหลับโดยรวมลดลง และหลับอย่างมีคุณภาพมากขึ้น [4]

3) อาหารสดป้องกันการเกิดมะเร็ง

เป็นที่ทราบกันดีว่า การเกิดมะเร็ง 30-40% สามารถป้องกันได้โดยอาหารและวิถีชีวิตที่เหมาะสม โรคอ้วน การกินน้ำตาลและแป้งขัดขาวมากเส้นใยอาหารน้อย การกินเนื้อแดง การรับกรดไขมันโอเมก้า 3 และ 6 ไม่สมดุล เหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง ในขณะที่การกินผักผลไม้ปริมาณสูง เมล็ดลินิน หอม กระเทียมและพืชวงศ์ผักกาด (Cruciferae) เช่น คะน้า กะหล่ำปลี ผักกาดเขียว กวางตุ้ง กะหล่ำดอก ผักกาดขาวปลี และบล็อคโคลี่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้าอ่อนของบล็อคโคลี่ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของสาร sulforophane

การได้รับพืชซึ่งมีคลอโรฟิลล์ ซีลีเนียม กรดโฟลิก วิตามิน B12 สารต้านออกซิเดชัน เช่น แคโรทีนอยด์ วิตามิน C รวมทั้งเอนไซม์และโพรไบโอติก จะลดอัตราการเกิดมะเร็งเต้านม มะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก (colorectal) และมะเร็งต่อมลูกหมากลงได้ 60-70% และลดมะเร็งปอดและมะเร็งอื่นได้ 40-50%[40]

นักมังสวิรัติที่กินผักผลไม้สดจะมีความเสี่ยงต่ำในการเป็นหรือการเสียชีวิตจากโรคมะเร็งหลายชนิด ได้แก่ มะเร็งปอด มะเร็งในช่องปาก คอหอย กล่องเสียง หลอดอาหาร มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งปากมดลูก มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ และมะเร็งเต้านม[41] พืชผักบางชนิดป้องกันมะเร็งกระเพาะอาหาร เช่น กระเทียม พืชตระกูลส้ม ป้องกันมะเร็งปอด เช่น ผัก ผลไม้สดที่มีวิตามิน C และวิตามิน E สูง และพืชตระกูลส้ม[2] พืชวงศ์ผักกาด ป้องกันมะเร็งได้หลายชนิดที่สำคัญคือมะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งเต้านม และมะเร็งปอด รองมาคือมะเร็งหลอดอาหาร กระเพาะอาหาร และต่อมลูกหมาก[18]

การศึกษาแบบ case-control study โดยมีกลุ่มทดสอบ 254 คน และกลุ่มควบคุม 652 คน ในรัฐเจอเจียง ประเทศจีน ในปี พ.ศ. 2542-2543 พบว่า เมื่อปรับเทียบปัจจัยรบกวนอื่นๆ เช่น ลักษณะทางประชากร การดำเนินชีวิต ปัจจัยเสี่ยงของโรคทางพันธุกรรม ระดับฮอร์โมน ประวัติการเกิดโรคมะเร็งในครอบครัว และปริมาณพลังงานที่ได้รับต่อวัน พบว่าความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งรังไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มตัวอย่างที่รับประทานผักและผลไม้ (adjusted odds ratio 0.24, 95% CI 0.1-0.5 สำหรับผัก และ OR 0.36, 95% CI 0.2-0.7 สำหรับผลไม้) ในทางกลับกัน ผู้ที่รับประทานไขมันสัตว์และผักดองเค็ม จะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคสูง (OR 4.6, 95% CI 2.2-9.3 และ OR 3.4, 95% CI 2.0-5.8 ตามลำดับ) นอกจากนี้ ยังพบว่าหญิงที่ชอบรับประทานอาหารไขมันสูง อาหารทอด ย่าง ปิ้ง จะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคสูงด้วย [42]

การศึกษาโดยคณะแพทย์ของ Brigham and Women's Hospital ซึ่งเป็นหนึ่งในโรงพยาบาลของ Harvard Medical School ให้ข้อสรุปจากการศึกษาแบบ population-based case-control study (549 cases และ 516 controls) ว่าการรับประทานผักและอาหารที่

มีคาโรทีนและไลโคปีนสูงจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งรังไข่ โดยเฉพาะการรับประทานแครอทสด และซอสมะเขือเทศ [43]

ผลการวิจัยต่างๆ ยืนยันค่อนข้างชัดเจนถึงความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานผักและผลไม้สดกับผลการป้องกันมะเร็งหลายชนิด โดยเฉพาะมะเร็งในระบบทางเดินหายใจ และระบบทางเดินอาหาร ทั้งนี้ ผลการศึกษาถึงผลต่อมะเร็งที่เกี่ยวเนื่องกับระบบฮอร์โมนอาจยังไม่ชัดเจนนัก[41] ดังเช่นในการศึกษาขนาดใหญ่ที่รวบรวมการวิจัยแบบไปข้างหน้า (cohort study) 12 การศึกษาในอเมริกาเหนือและยุโรปไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลไม้และผักที่กลุ่มตัวอย่างรับประทานกับความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งรังไข่[44] และในอีกการศึกษาที่ติดตามไปข้างหน้าเป็นเวลา 11.3 ปี ในกลุ่มหญิงวัยหมดประจำเดือนชาวเนเธอร์แลนด์ 62,573 คน (ซึ่งท้ายสุดติดตามได้ 2,216 คน) ก็ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการรับประทานผักและผลไม้ชนิดต่างๆ กับการเกิดเนื้องอกชนิด carcinoma ที่รังไข่ (invasive epithelial ovarian carcinoma) ยกเว้นการรับประทานผัก endive สด (*Cichorium endiva* L วงศ์ Asteraceae) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการเกิดเนื้องอกที่ต่ำ (multivariable-adjusted rate ratios 0.24, 95% CI 0.07-0.78)[45]

4) อาหารสดกับสุขภาพตา

ผักผลไม้สดสีต่างๆ มีแคโรทีนอยด์ทั้งเบต้า-คาโรทีน ลูเทอีน (lutein) และซีแซนทีน (zeaxanthin) ซึ่งเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ช่วยป้องกันการเสื่อมของจอประสาทตาส่วน macular (macular degeneration) การศึกษาส่วนใหญ่พบว่าคนที่กินผักผลไม้ที่มีเบต้า-คาโรทีนสูงมีความเสี่ยงต่อการเกิดการเสื่อมของ macular ต่ำกว่าผู้ที่ไม่กิน นักวิจัยจาก Harvard University พบว่าคนที่กินลูเทอีนและซีแซนทีนสูง 5.8 มก.ต่อวัน สามารถลดการเสี่ยงของการเกิดความเสื่อมนี้ได้ถึง 57% เมื่อเทียบกับผู้ที่กินน้อยกว่า ลูเทอีนและซีแซนทีนพบมากในผักสีเขียวเข้มหรือเหลืองสด เช่น ผักป่วยเล้ง collard greens, kale (พวกผักคะน้า) ข้าวโพด ดาวเรือง สารสีเหล่านี้ไปสะสมที่จอตา (retina) ป้องกันการทำลายจอตาโดยแสงแดด แต่ก็มีบางการศึกษาที่พบว่าระดับของลูเทอีนในกระแสเลือดไม่สัมพันธ์กับการเสี่ยงของการเกิดความเสื่อมนี้ และบางการศึกษาก็พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสารแอนติออกซิแดนท์จากอาหารหรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหารหรือทั้งสองอย่างร่วมกันกับการเสี่ยงของการเกิดความเสื่อมนี้ที่เนื่องจากอายุที่มากขึ้น ซึ่งก็ต้องมีการศึกษาวิจัยต่อ

นอกจากนี้ยังพบว่า การรับประทานไขมันปริมาณมากทำให้ตาบอดเมื่อสูงอายุ ยกเว้นไขมันจากถั่ว จากการศึกษาที่ Harvard University ในคนไข้วัย 60 ปีขึ้นไป 261 คน

เป็นเวลา 5 ปี พบว่าในผู้ที่นิยมบริโภคไขมันมากโดยเฉพาะไขมันที่ผ่านการอบ จะพบการเสื่อมของจอประสาทตาส่วน macular มากกว่าเป็น 3 เท่า เมื่อเทียบกับผู้ที่บริโภคไขมันน้อย อาจอธิบายได้ว่า ไขมันที่มากเกินไปและผ่านความร้อนนั้นเร่งขบวนการเสื่อมของ macular ในดวงตา โดยกระตุ้นให้เกิดเกล็ดในหลอดเลือดแดงในดวงตา หรือสร้างสารเคมีไปทำลาย macular ซึ่งพบว่าการรับประทานปลามิได้ช่วยลดความเสี่ยงต่อภาวะ macular เสื่อมนี้ แต่การรับประทานถั่วอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ช่วยลดอัตราเสี่ยงลงถึง 40%

3. ข้อควรระวังในการบริโภคอาหารสด

การบริโภคอาหารสดอาจทำให้ได้รับสารพิษ มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์และพยาธิ ได้รับเส้นใยอาหารในปริมาณที่สูงเกิน หรือการรับประทานผักผลไม้สดชนิดใดชนิดหนึ่ง เป็นเวลาต่อเนื่องนานๆ ก็อาจทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายได้เช่นกัน ดังนั้นผู้บริโภคอาหารสดควรตระหนักและระวังในการบริโภคอาหารสด ดังตัวอย่างต่อไปนี้

3.1 สารพิษในพืชสด

ตัวอย่างของสารพิษในพืชสด ดังเช่น สารต้านโภชนาการ และสารพิษอื่นๆ

1) สารต้านโภชนาการ ได้แก่ สารต้านเอนไซม์และวิตามิน สารเลกติน สารพิษที่ทำให้เกิดโรคคอพอก สารลดการดูดซึมแคลเซียม เช่น สารออกซาเลท สารไฟเตท เป็นต้น

สารต้านเอนไซม์ (protease inhibitor) เช่น สารต้านทริปซิน (trypsin inhibitors) ในถั่ว สารทำลายวิตามิน B1 (thiaminase) ซึ่งพบในพืชผักบางชนิด [46]

สารเลกติน (lectins) ในถั่วชนิดต่างๆ ทำให้เซลล์บุผิวในทางเดินอาหารเกาะกลุ่มกัน และนอกจากนี้เลกตินยังรวมตัวกับน้ำตาลในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตแล้วรบกวนการย่อยและการดูดซึมสารคาร์โบไฮเดรต การหุงต้มจะสามารถทำลายเลกตินได้ 80-90%[46]

สารพิษที่ทำให้เกิดโรคคอพอก (goitrogenic substance) ที่สำคัญได้แก่ สารพวกไธโอซัยยาเนต (thiocyanates) ไธโอยูราซิล (thiouracil) ไธโอยูเรีย (thiourea) เป็นต้น พืชที่พบสารพิษพวกนี้ได้แก่ กะหล่ำปลี หัวผักกาด เมล็ดผักกาดหรือมัสตาร์ด/น้ำมันมัสตาร์ด สารเหล่านี้จะขัดขวางการนำไอโอดีนเข้าต่อมไทรอยด์เพื่อสร้างฮอร์โมนธัยรอกซิน (thyroxin) ถ้าได้รับเป็นเวลานานทำให้เกิดโรคคอพอกได้ [46]

สารออกซาเลต (oxalate) และไฟเตท ผลึกแคลเซียมออกซาเลทที่มีจำนวนมากพอจะทำให้เกิดอาการคันและระคายเคือง รู้สึกปวดแสบร้อนในปาก ตัวอย่างพืชที่ให้สารชนิดนี้ ได้แก่ อุตพิต บอน เผือก ตูน ใบแก่ผักตบชวา ผักบางจำพวก เช่น ผักขม กระโดน ผักเม็ก ผักหวานป่า ชะพลู จะมีออกซาเลทในปริมาณที่สูง[46]

เส้นใยอาหารที่มีออกซาเลทและไฟเตทสูงจะลดการดูดซึมของวิตามินที่ละลายในไขมันและเกลือแร่ที่สำคัญคือสังกะสี ทองแดงและเหล็ก รวมถึงการดูดซึมของโปรตีนในทางลำไส้ [46] แต่ไม่มีผลต่อการดูดซึมของวิตามิน C, B2, B6, โฟเลท หรือแพนโธทีเนท[2]

สารไซยาไนด์ สารไกลโคไซด์ทำให้เกิดไซยาไนด์ (cyanogenic glycoside) พบในมันสำปะหลัง เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ผักกุ่มน้ำ สะตอ ผักหนาม ผักเสี้ยน ยอดมันเทศ ยอดกระทกรก ยอดเสาวรส ผักชะอม กระถิน ข้าวฟ่างสมุทรโคดม (millet grain) ถั่วราชมาษ เมล็ดกระเบา เป็นต้น ปริมาณของไซยาไนด์อาจมีมากและน้อยต่างกัน พืชวงศ์ผักกาด เช่น ผักขี้หูด ก็จะมีสารพวก thiocyanate สูง เมื่อสารนี้ถูกย่อยจะให้กรดไฮโดรไซยานิก (HCN) ซึ่งมีพิษมาก ไซยาไนด์อิออน (CN^-) สามารถหยุดขบวนการออกซิเดชัน และหยุดการเกิดสารพลังงานสูง ATP ทำให้เซลล์ในร่างกายขาดพลังงาน สมองและหัวใจหยุดทำงาน อาจถึงแก่ชีวิตได้ถ้าได้รับปริมาณสูง ผักเหล่านี้จึงไม่นิยมรับประทานสดในปริมาณสูง พืชตระกูลปรง (cycad) เช่น ปรงมะพร้าวเต่า ปรงเขา ปรงทะเล ปรงป่า พืชเหล่านี้มีสาร cycacin ซึ่งเป็นสาร pseudocyanotic glycoside เมื่ออยู่ในสภาพกรด เช่น ในกระเพาะอาหาร มันจะสลายตัวให้เมธานอล แต่ในสภาพด่างเช่น บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้น มันจะให้กรด ไฮโดรไซยานิก เมธานอลจะทำลายระบบประสาท ถ้ามากพออาจทำลายประสาทตาได้ ทำให้ตาบอดและเกิดภาวะกรดเกิน (acidosis) สมองขาดโลหิตหล่อเลี้ยงถึงแก่ชีวิตได้ ส่วนกรดไฮโดรไซยานิกจะทำปฏิกิริยากับเหล็ก Fe^{+++} ในไซโตโครม ทำให้ระบบการขนส่งอิเล็กตรอนหยุดชะงัก เซลล์ขาดออกซิเจน มีอาการชักได้ มีรายงานว่าผู้ป่วยชาวญี่ปุ่นที่เกาะกวม ชาวฟิลิปปินส์และชาวเขมรอพยพที่กินอาหารปรุงด้วยยอดอ่อนดิบ แป้งจากราก ต้นและเมล็ดของปรง โดยไม่กำจัดสารพิษ หรือแช่น้ำนานๆ เสียก่อน จะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสียอย่างรุนแรง บางทีมีเลือดปนออกมากับอุจจาระด้วย[46]

2) สารพิษอื่นๆ [46]

สารก่อมะเร็ง เช่น ผักกูด (Bracken fern, *Pteridium aquilinum*) มีสารก่อมะเร็ง ptaquiloside การต้มผักกูดในน้ำเดือด หรือในด่างโซเดียมไบคาร์บอเนต (ผงฟู) หรือด่างขี้เถ้าไม้ จะลดความเป็นพิษของผักกูดลง 40-80%

สารพิษต่อไต เช่น ลูกเนียงมีกรดเจ็งโคลิค (djenkolic acid) ซึ่งเป็นสารพิษต่อไต ทำให้ลิง หนูขาวใหญ่และหนูขาวเล็กมีปัสสาวะน้อยลง มีเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และอัลบูมินออกทางปัสสาวะ การต้มเมล็ดเนียง 10 นาที จะลดความเป็นพิษได้ถึง 86%

สารพิษระคายเคือง สารพิษระคายเคืองต่อผิวหนังเยื่อบุผิว กระจกตาและเยื่อตาขาว มีหลายชนิด ทำให้มีอาการผื่นคัน การแพ้ ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ บวมแดงและปวด เช่น น้ำยางสีขาวจากพืชในวงศ์ Euphorbiaceae เช่น มันสำปะหลัง วงศ์ Asclepiladaceae เช่น กระทุงหมาบ้า และวงศ์ Apocynaceae เช่น ลั่นทม

ด้วยเหตุที่พืชหลายชนิดมีสารพิษ ซึ่งอาจก่ออันตรายหากรับประทานสด หรือรับประทานในปริมาณสูงและเข้มข้น **การนำพืชผักสดมาคั้นน้ำ** จึงอาจเป็นอันตรายได้ เนื่องจากการคั้นน้ำ ทำให้สารพิษที่มีในปริมาณน้อยในพืชนั้นสามารถละลายออกมา และทำให้มีปริมาณพิษเข้มข้นขึ้นได้

3.2 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ พยาธิ และสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

พืชผักอาจปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา รวมทั้งพยาธิและไข่พยาธิจากปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นมูลสัตว์

พืชงอกอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อซาลโมเนลลา (Salmonella) หรือเชื้ออีโคไล *(E. coli)* บางสายพันธุ์ องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (USFDA) และ Central Institute of Freshwater Aquaculture (CIFA) ได้เตือนให้ผู้สูงอายุและเด็กเล็กที่ไม่แข็งแรง รวมทั้งผู้ที่ภูมิคุ้มกันบกพร่องงดการบริโภคพืชงอก[11]

พืชหัวที่ขึ้นในน้ำหรือที่ชื้นแฉะ เช่น กระจับ แห้ว ควรระวังพยาธิ ไข่พยาธิ และพืชน้ำเช่น ผักบุ้ง กระเฉด ควรได้จากแหล่งที่สะอาด สาหร่ายหลายชนิดสามารถดูดซับโลหะหนัก เช่น ปรอทและแคดเมียมที่มีอยู่ในน้ำได้ ดังที่มีรายงานการปนเปื้อนและความเป็นพิษของโลหะหนักจากปลาอยู่บ่อยครั้ง (โดยห่วงโซ่อาหาร อาหารของปลาคือสาหร่ายและพืชน้ำเล็กๆ)

3.3 การรับอาหารสดที่มีเส้นใยอาหารมากเกิน

อาหารเส้นใยสูงจะทำให้อิ่มได้เร็ว แต่อาจทำให้ขาดสารอาหารและพลังงานในบางคน ในระยะยาวอาจเกิดปัญหาสุขภาพได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กที่กำลังเจริญเติบโตและผู้สูงอายุ

3.4 การบริโภคพืชผักหนึ่งผักใดในปริมาณมากและระยะเวลานานเกิน

การได้รับพืชผักหนึ่งผักใดในปริมาณมากและระยะเวลานาน ทำให้ขาดความหลากหลายของอาหาร ซึ่งมักพบในคนประเทศตะวันตก ทำให้สมดุลของสารอาหารเสีย เช่น ขาดวิตามิน B12 ขาดกรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า 3 และได้รับแร่ธาตุบางชนิดมากเกิน

การขาดวิตามิน B12

จากการศึกษาในผู้ที่บริโภคอาหารฮัลเลลูยา 49 คน ส่วนมากบริโภคมา 23-49 เดือน พบว่า 6 คน มี serum cobalamin < 200 pg/ml 37 คน (76%) มี serum cobalamin < 200 pg/ml 23 คนมีระดับ urinary methyl malonic acid (MMA) สูงกว่าปกติ (> = 4.0 ug/mg) การเสริมวิตามินหรือยีสต์ ทำให้ค่า MMA[47] ลดลง ส่วนการเสริมอาหารด้วยสารพรีไบโอติกไม่ลดค่า MMA [47]

ในการศึกษาทั้งแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) และการศึกษาระยะยาว (longitudinal study) ในประเทศฟินแลนด์ ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้รับประทานอาหาร ประเภทวีแกน 21 คน (ชาย 1 หญิง 20) ซึ่งรับประทานมาเป็นเวลา 0.7-14 ปี (เฉลี่ย 5.2 ปี) กับผู้บริโภคอาหารทั่วไป 21 คน โดยมีการจับคู่ (matching) ให้ทั้งสองกลุ่มคล้ายคลึงกันในด้านเพศ อายุ สถานะทางสังคม และถิ่นที่อยู่ ผลการวิเคราะห์เชิงภาคตัดขวาง พบว่ากลุ่มวีแกนที่รับประทานอาหารสด มีระดับวิตามิน B12 ในเลือดต่ำกว่ากลุ่มคนทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญที่ P < 0.001 (ค่าเฉลี่ย 193 pmol/L, พิสัย 35-408 pmol/L และ 311 pmol/L, 131-482 pmol/L ตามลำดับ) โดยปริมาณการรับประทานอาหารที่เป็นแหล่งของวิตามิน B12 ในกลุ่มวีแกน มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับวิตามิน B12 ในเลือดของพวกเขา (r = 0.63, P < 0.01) วีแกนที่รับประทานสาหร่ายโนริ (nori) และ/หรือสาหร่ายคลอเรลลา (chlorella seaweeds) (n = 16) จะมีระดับวิตามิน B12 ในเลือดสูงเป็นสองเท่าของผู้ที่ไม่ได้รับประทานสาหร่าย (n = 5) (ค่าเฉลี่ย 221 pmol/L, พิสัย 75-408 pmol/L, และค่าเฉลี่ย 105 pmol/L, พิสัย 35-252 pmol/L, P = 0.025) ผลการติดตามในระยะเวลา 2 ปี พบว่าในกลุ่มวีแกนที่รับประทานอาหารสด 9 คน (ชาย 1 หญิง 8) มีระดับวิตามิน B12 ที่ลดลง แต่เป็นไปอย่างคงที่ช้าๆ ดังนั้นการบริโภคสาหร่ายบางชนิดอาจช่วยลดปัญหาการขาดวิตามิน B12 ได้ [48]

การขาดกรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า 3

การได้รับกรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า 6 (linoleic acid, oleic acid) สูงเกินจากเมล็ดพืชทั่วไป ทำให้สมดุลของไขมันเสีย โดยขาดกรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า 3 ได้

การได้รับแร่ธาตุบางชนิดมากเกิน

ผักผลไม้หลายชนิดสามารถดูดซึมแร่ธาตุจากดินได้ดี เช่น อัลฟาลฟา ซึ่งสามารถหยั่งรากลงได้ลึก ถ้าแหล่งที่อัลฟาลฟาขึ้นมีสารพิษสะสม ก็จะเกิดการสะสมสารพิษในอัลฟาลฟาและก่ออันตรายต่อสุขภาพได้ ทั้งนี้แร่ธาตุบางชนิด เช่น ซีลีเนียมสามารถสะสมในพืชได้ดี ถ้าได้รับในขนาดพอควรจะเป็นคุณ แต่ถ้ามากเกินก็เป็นโทษ จึงควรระมัดระวังในการรับประทานพืชดังกล่าว นอกจากนี้ ผลไม้ส่วนใหญ่จะมีโปตัสเซียมสูง เช่น กล้วยและการทำน้ำคั้น เช่น น้ำคั้น

ลูกยอ น้ำส้ม และน้ำมะเขือเทศ จะมีโปตัสเซียม 56.3 mEq/L[2] ฉะนั้นควรระวังการบริโภคเป็นประจำในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังและโรคหัวใจด้วย เพราะโปตัสเซียมที่สูงจะทำให้ภาวะโรคเลวลงได้

3.5 อาหารดิบที่ย่อยยาก

อาหารบางประเภท เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ข้าวสาลี เมล็ดทานตะวัน หากรับประทานดิบอาจย่อยยาก และทำให้ร่างกายไม่สามารถนำสารอาหารที่มีไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ จึงควรทำให้สุกเพื่อให้โปรตีนถูกย่อยได้ดียิ่งขึ้น หรืออาจแก้ไขได้โดยการทำให้งอก อาหารจำพวกแป้ง ก็ควรทำให้สุกเช่นกัน เพราะการทำให้สุก ณ อุณหภูมิสูงกว่า 70 °ซ จะทำให้เกิดลักษณะวุ้นใส (gelatinization) ที่ย่อยง่าย ช่วยทำลายสารไฟเตท และสารยับยั้งเอนไซม์บางชนิด เช่น antiamylases ที่พบได้มากในเมล็ดพืช ธัญพืช และพืชหัวบางอย่าง

3.6 การกร่อนของฟัน

จากการศึกษาในประเทศเยอรมัน ในประชากร 130 คนซึ่งรับประทานอาหารสดมากกว่า 95% เป็นเวลาเฉลี่ย 39 เดือน เทียบกับกลุ่มควบคุม 76 คน โดยการตรวจฟัน ตอบแบบสอบถามและบันทึกอาหารที่กินในช่วง 7 วัน พบว่ามีการกินผลไม้ 62% ของอาหารทั้งหมด (เป็นปริมาณ 9.5 กก.ต่อสัปดาห์) โดยเป็นผลไม้ตระกูลส้ม 4.8 กก. พบว่ากลุ่มที่รับประทานอาหารสดมีการสึกหรอของฟันสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ[49]

3.7 อื่นๆ เช่น การใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

ปัจจุบันอาหารเสริมสุขภาพหรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร มีการใช้กันทั่วไป รวมทั้งในผู้บริโภคอาหารสด ดังตัวอย่างจากการศึกษาโดยการสอบถามการรับประทานอาหารใน 1 อาทิตย์ในผู้นำด้านอาหารสด เพศชาย 11 คนและหญิง 6 คน ซึ่งบริโภคอาหารสด 3-32 ปี (เฉลี่ย 13 ปี) โดย 12 คนบริโภคอาหารสดอย่างน้อย 85% เป็นอาหารจำพวกผลไม้และน้ำผลไม้ ผัก นัท เมล็ดพืชและน้ำมันพืช และคนหนึ่งมีการเสริมวิตามิน B12 ส่วน 6 คนใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร พบว่าทุกคนได้รับผัก ผลไม้และไขมันเพียงพอ แต่ได้รับแคลเซียม โปรตีนและธัญพืชต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดสำหรับคนทั่วไป[50]

กรณีของการเก็บข้อมูลจากผู้ที่รับประทานอาหารฮัลเลลูยากลุ่มหนึ่งมาวิเคราะห์ พบว่าส่วนมากได้รับวิตามิน B12 วิตามิน D แคลเซียมหรือโปรตีนไม่เพียงพอ และประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่ม ได้รับซีลีเนียมและสังกะสีต่ำกว่าปริมาณที่ควรได้รับต่อวัน (RDI, Recommended Daily Intakes) แม้จะมีการเสริมด้วยผลิตภัณฑ์เสริมอาหารหลายชนิด[51]

การวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยต่างๆ พบว่า อาหารสดมีประโยชน์ต่อร่างกายหลายด้าน แต่ในขณะเดียวกัน หากผู้บริโภครับประทานโดยขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง อาจทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพได้ ดังนั้น พืชสดที่จะนำมาบริโภค ถ้ายังไม่รู้จัก ควรศึกษาการใช้จากภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับแหล่งข้อมูลอื่นที่เชื่อถือได้ พืชหลายชนิดไม่ควรรับประทานมากเกิน หรือควรรับประทานพืชบางชนิดร่วมกัน เพื่อให้ต้านความเป็นพิษ หรือควรปรุงให้ถูกวิธี ทั้งนี้ปัญหาต่างๆ จากการรับประทานอาหารสด อาจมีสาเหตุและแนวทางการแก้ไขดังต่อไปนี้

กลุ่มที่บริโภคพืชสดทั่วไป กลุ่มที่บริโภคผลไม้และกลุ่มที่รับประทานอาหารฮัลเลลูยา จะได้สารอาหารค่อนข้างพอเพียงและสมดุล ส่วนการบริโภคอาหารที่ได้จากการงอกหรือบริโภคเฉพาะน้ำคั้นควรเป็นการบริโภคเฉพาะกิจ เพราะเมล็ดงอกจะให้สารอาหารสูง เช่น ระหว่างเดินทางไปในถิ่นที่ขาดแคลนอาหาร หรือช่วงการอดอาหาร หรือ ล้างพิษ การแพทย์จีนจะไม่แนะนำให้รับประทานพืชงอกเป็นเวลานาน เนื่องจากมีลักษณะที่เย็นเกิน ทำให้ร่างกายเสียสมดุล

ส่วนการบริโภคเฉพาะน้ำคั้นผักสด ผลไม้สด เนื่องจากการคั้นจะทำให้เซลล์พืชบางส่วนแตกสารสำคัญบางส่วนออกมา และเป็นการแยกเส้นใยอาหารส่วนใหญ่ออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ จึงจะได้สารอาหารและสารพฤกษเคมีในพืชอย่างเข้มข้น ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับแหล่งที่มาของผักผลไม้สดนั้น หากผักผลไม้ที่นำมาคั้นมีสารเคมีสะสมอยู่ในปริมาณสูง การคั้นน้ำจะทำให้ผู้บริโภคได้รับสารเคมีในปริมาณสูงเช่นกัน จึงควรเลือกใช้เฉพาะพืชผักจากเกษตรอินทรีย์เท่านั้น นอกจากนี้ควรระวังชนิดของพืชที่ใช้ด้วย เช่น พืชที่มีไซยาไนด์ ออกซาเลท หรือ goitrogen สูง ควรจำกัดปริมาณและความถี่ในการรับประทาน ส่วนรสชาติน้ำคั้นที่เข้มข้นเกินไปควรเจือจางด้วยน้ำให้มากขึ้น หรือควรปรับสูตรน้ำคั้นให้เหมาะสม เช่น น้ำคั้นฝรั่งที่ค่อนข้างสุก ซึ่งจะหวานกว่าฝรั่งห่าม แต่จะย่อยยาก อาจคั้นร่วมกับใบขิงหรือใบสะระแหน่เพื่อช่วยการย่อย รวมทั้งเพิ่มสีเขียวและกลิ่นที่สดชื่นด้วย การบริโภคอาหารจากน้ำคั้นผักผลไม้สดแบบนี้เป็นที่นิยมมากในธรรมชาติบำบัดโดยการอดอาหารหรือการชำระล้าง อย่างไรก็ตามในระยะยาวอาจทำให้สมดุลของร่างกายเสียจากการขาดการเคี้ยวอาหาร การขาดเส้นใยอาหาร เป็นต้น ฉะนั้นควรบริโภคทั้งพืชผักสดทั่วไป น้ำคั้น พืชงอก และพืชผักดอง

ผู้บริโภคอาหารสดบางกลุ่มที่ได้รับโปรตีน แคลเซียม และวิตามิน B12 ต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดสำหรับคนทั่วไป อาจเนื่องจากได้รับอาหารที่เป็นแหล่งของสารอาหารเหล่านี้ไม่เพียงพอ หรือมีการดูดซึมและนำไปใช้ไม่ดี

การขาดโปรตีน อาจเนื่องจากบริโภคถั่ว งา เห็ด สาหร่ายน้อยไป และ/หรือรับพืชสด ซึ่งมีเส้นใยปริมาณสูง และชนิดของพืชนั้นมีสารต้านโภชนาการกลุ่มที่ขัดขวางการย่อยโปรตีน อย่างไรก็ตาม การได้รับโปรตีนที่มากเกินความต้องการของร่างกายจะเพิ่มการขับแคลเซียมทิ้ง และอาจเป็นสาเหตุของโรคกระดูกเปราะบางได้ นอกจากนี้ สารต้านโภชนาการบางชนิด เช่น ไฟเตท สารยับยั้งทริพซิน และเส้นใยอาหารในปริมาณพอเหมาะ ก็สามารถต้านมะเร็งได้ ดังนั้น จึงควรระวังในการบริโภค ไม่ให้ขาดแหล่งของอาหารที่ให้โปรตีน และในขณะเดียวกัน ก็ไม่ควรรับประทานมากเกินความต้องการของร่างกายเช่นกัน

การขาดแคลเซียมและความแข็งแรงของกระดูก ปกติความแข็งแรงของกระดูกขึ้นกับปัจจัยต่างๆ โดยประมาณคือกรรมพันธุ์ 70% อาหาร 20% และการออกกำลัง 10% กระดูกประกอบด้วยโครงร่างซึ่งเป็น collgen matrix 35% และเนื้อกระดูก 65% การสร้างโครงร่างให้เนื้อกระดูกมาเกาะ ต้องอาศัยโปรตีนและวิตามิน C ซึ่งมีมากในพืชสดเป็นหลักรวมทั้ง วิตามิน K ร่วมกับ ทองแดง ซิลิกอน วิตามิน B6 และ โฟเลท ส่วนเนื้อกระดูกส่วนใหญ่จะเป็นแคลเซียมฟอสเฟตในอัตราส่วนประมาณ 2:1 และมีแมกนีเซียมและโซเดียมเป็นส่วนประกอบ โดยมีฮอร์โมนเพศเป็นตัวควบคุมการสร้างกระดูกในระดับยีน อาหารที่มีผลต่อความแข็งแรงของกระดูกได้แก่ เมล็ดพืชต่างๆ เช่น ถั่ว งา ข้าว เมล็ดในผลไม้ต่างๆ เป็นแหล่งของฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และทองแดง ข้าวกล้อง ลูกเดือย ฯลฯ ให้ซิลิกอน พืชใบเขียวให้แมกนีเซียมจากคลอโรฟิล รวมทั้งโฟเลท และวิตามิน K วิตามิน B6 และโซเดียมนั้นพบในพืชผักทั่วไป ส่วนสารไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogens) ก็ได้จากถั่วเป็นหลัก ดังนั้นพืชผักต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามตัวอย่างตารางที่ 6 จะมีแหล่งที่สำหรับสร้างกระดูกอยู่พร้อมและสมดุล ดังนั้นผู้ที่กินอาหารสดแม้จะมีดัชนีมวลกายและมวลกระดูกต่ำ แต่ตัวชี้วัดโรคกระดูกพรุนและอัตราการสร้างและทำลายกระดูกเป็นปกติ และการรับโปรตีนในปริมาณไม่สูงเกินก็ลดการสูญเสียแคลเซียมจากกระดูกด้วย อย่างไรก็ตาม ในเด็กที่กำลังโต และสตรีมีครรภ์ ควรเพิ่มพืชที่เป็นแหล่งของโปรตีนและแคลเซียมให้มากขึ้น และควรหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารนั้นร่วมกับพืชที่มีกรดไฟติกและกรดออกซาลิกสูง ที่สำคัญคือควรรับแสงแดดอ่อนๆ เป็นประจำ ให้ร่างกายได้วิตามิน D เพื่อช่วยกระตุ้นการดูดซึมของแคลเซียมในลำไส้ รวมทั้งออกกำลังแบบลงน้ำหนัก เช่น วิ่งเหยาะ เดินเร็ว เพื่อช่วยการสะสมแคลเซียมที่กระดูก ในผู้สูงอายุ กระดูกบางตามวัยเป็นเรื่องปกติของฮอร์โมนเพศที่ลดลง การสังเคราะห์วิตามิน D ต่ำ อาจเสริมด้วยอาหารที่เป็นแหล่งของฮอร์โมนเพศ และวิตามิน D (เช่น เห็ด)

อาหารสดกับดวงตา การบริโภคพืชผักที่มีสีและอาหารพวกถั่วอาจช่วยทำให้การมองเห็นไม่เสื่อมไวเกิน

การขาดวิตามิน B12 ผู้ที่บริโภคอาหารมังสวิรัติแบบฮาเลลูยา วีแกน หรือผู้ที่รับประทานแต่ผักผลไม้สด อาจขาดวิตามิน B12 เนื่องจากการรับประทานอาหารที่ไม่หลากหลาย ไม่ได้รับอาหารที่เป็นแหล่งของวิตามิน B12 หรือมีปัญหาในเรื่องการดูดซึมที่ผิดปกติ

ปกติวิตามิน B12 จะสะสมในร่างกายประมาณ 2 ปี[3] การขาดมักเนื่องจากการดูดซึมไม่ดีหรือเป็นโรคโลหิตจาง (pernicious anemia) ในผู้ที่อายุ 60 ปีขึ้นไป มักพบการขาดวิตามิน B12 ได้ 10-15% ผู้ที่อายุเกิน 50 ปีขึ้นไปควรได้รับวิตามินนี้เพิ่ม[52] ดังนั้นในผู้ที่รับประทานอาหารสดนานเกิน 2 ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้สูงอายุ ควรบริโภคอาหารที่มีวิตามิน B12 เป็นประจำ เช่น อาหารหมักดองที่มีเชื้อแลคโตแบคซิลลัส หรือเสริมอาหารด้วยยีสต์ (nutritional yeast) และควรมีการตรวจระดับวิตามิน B12 จากปัสสาวะอย่างสม่ำเสมอ

การขาดแร่ธาตุ ควรแก้ไขโดยเพิ่มแหล่งอาหารนั้นๆ และปรับวิธีบริโภค เช่น กินพืชที่เป็นแหล่งของซีลีเนียม (เช่น ข้าวงอก กระเทียม) และเหล็ก ร่วมกับพืชที่มีวิตามิน C ขนาดสูง เพื่อช่วยการดูดซึม ส่วนการขาดสังกะสี ควรเพิ่มอาหารพวกเมล็ดฟักทอง เมล็ดพืชงอกต่างๆ ระวังการบริโภคอาหารเหล่านี้ร่วมกับอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูง กรดออกซาลิกและกรดไฟติกสูง ซึ่งจะลดการดูดซึมสังกะสี การขาดสังกะสีอาจสังเกตอาการได้ง่ายจากรอยจุดหรือขีดขวางสีขาวที่เกิดขึ้นบนเล็บมือ

การขาดกรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า 3 ควรเสริมหรือแก้ไขโดยการรับประทานพืชที่เป็นแหล่งของกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 เช่น เมล็ดฟักทอง เมล็ดลินิน (flax seed) งาขี้ม้อน (perilla seed) ผักติ้ว ผักกระเฉด ผักป่วยเล้ง บรอคโคลี กะหล่ำปม (brussel sprout) ผักชี (parsley) มินท์ เพิ่มขึ้น[53]

การลดสารต้านโภชนาการ สามารถแก้ไขโดยการแช่น้ำและทิ้งน้ำนั้น เช่น พวกไฟเตทในถั่ว นำไปเพาะให้งอก หรือหมัก/ดอง หรือปรับการบริโภค เช่นควรบริโภคพืชที่มีออกซาเลทสูงร่วมกับอาหารที่มีโปรตีนสูง เช่น ถั่ว หรือบริโภคร่วมกับผักที่มีฟอสเฟตสูง เช่น ขี้เหล็ก ผักแพว ผักเหมียง หรืออาจบริโภคปริมาณน้อย เช่น การใช้ผักเบี้ยใหญ่ ส้มกบ หรือผักกระสังในยำหรือสลัด อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรักษาผู้ป่วยลำไส้อักเสบ นำเสนอว่าการหมักอาหารด้วยเชื้อโพรไบโอติก lactobacilli (lactic bacteria) อาจเป็นวิธีการที่ดีในการป้องกันการรบกวนการดูดซึมแร่ธาตุและโปรตีนโดยไฟเตท เนื่องจากเชื้อโพรไบโอติกเป็นแหล่งที่สำคัญของเอนไซม์ phytase ซึ่งช่วยเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนไฟเตท (inositol hexaphosphate) ให้กลายเป็นฟอสเฟท และ inositol แทน และลดการรวมตัวกลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายของไฟเตทกับอิออนอื่น (เช่น แคลเซียม Ca^{2+}) ท้ายสุดแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้คือ สารอาหารอยู่ในรูปซึ่งสามารถละลายได้และถูกดูดซึมได้ดียิ่งขึ้นในลำไส้ ช่วยลดปัญหาการขาดแร่ธาตุหรือโปรตีนเนื่องจากไฟเตทได้[54]

ส่วนสารพิษชนิดอื่น ถ้าแก้ไขไม่ได้ ควรลดหรืองดการบริโภค

การได้รับเส้นใยอาหารมากเกินกว่า 1 กิโลกรัม/วัน จะขัดขวางการดูดซึมแร่ธาตุบางชนิด ทำให้ขาดแร่ธาตุที่จำเป็น[2] ดังนั้นควรระวังการใช้อาหารเส้นใยสูง โดยเฉพาะในผู้ป่วยผู้ที่มีปัญหาของระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ ควรเลือกรับประทานชนิดพืชให้เหมาะสมและมีความหลากหลาย ถ้าจำเป็นต้องรับประทานพืชชนิดนั้นเป็นประจำ อาจใช้การดื่มน้ำคั้นพืชผักนั้นแทนบ้างเป็นครั้งคราว เพื่อลดปริมาณเส้นใยอาหารที่จะได้รับ

การปนเปื้อน ด้วยสารฆ่าแมลง จุลินทรีย์ ทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา รวมทั้งพยาธิและไข่พยาธิจากปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นมูลสัตว์ มักพบในพืชผักขนาดเล็กและไม้ล้มลุก ดังนั้นควรเพาะปลูกพืชผักเองและล้างให้ดีก่อนนำไปบริโภค การบริโภคผักพื้นบ้านซึ่งเป็นไม้ยืนต้นก็เป็นการแก้ปัญหาที่ดีเช่นกัน วิธีการล้างผักเพื่อลดการปนเปื้อน สามารถทำได้โดยการแช่ผักผลไม้ในน้ำส้มสายชูหมัก 1 ช้อนชาต่อน้ำ 1 แกลลอน เป็นเวลา 15 นาที[10] นอกจากนี้ การล้างด้วยด่างทับทิม น้ำซาวข้าว น้ำส้มสายชู หรือน้ำด่าง ($NaHCO_3$) ก็สามารถขจัดสารพิษ สารฆ่าแมลงที่ปนเปื้อนมาด้วย อนึ่งการนำเมล็ดพืชมาเพาะให้งอก ต้องใช้เมล็ดที่ขายเพื่อเป็นอาหาร ห้ามใช้เมล็ดที่เก็บไว้ทำพันธุ์ ซึ่งส่วนมากใช้ยาฆ่าแมลงเพื่อยืดอายุการเก็บ

การปนเปื้อนของเชื้อซาลโมเนลลาของพืชงอก อาจเนื่องจากการขาดสุขลักษณะในการเพาะ นอกจากนี้ ผู้ที่เพาะพืชงอก ต้องระวัง ไม่สับสนการปนเปื้อนของเชื้อรากับรากขาวยาวมีขนของพืชงอกพวกผักกาด มัสตาร์ดและหัวผักกาด[11]

การใช้ผลไม้ที่มีรสหวานจัดแต่งรสหวาน เช่น อินทผลัม ในบ้านเราอาจใช้กล้วยตากแทน เพราะให้คุณค่าอาหารสูงและน่ากินไม่แพ้กัน อย่างไรก็ตาม ควรเตรียมกล้วยตาก โดยการตากแดดเท่านั้น

การกร่อนของฟัน ความแข็งแรงของฟันขึ้นกับอาหาร เริ่มตั้งแต่อาหารที่ตัวอ่อนในครรภ์ได้รับจากมารดา ในวงการธรรมชาติบำบัดเชื่อว่า พวกนักกินผลไม้จะมีปัญหาเรื่องฟัน เพราะผลไม้มีความเป็นด่างสูงเกิน และอัตราส่วนของ Ca : P ไม่สมดุล ต้องกินผักเขียวด้วยให้พอเพียง และหลังมื้ออาหารควรทำความสะอาดน้ำตาลที่ติดฟัน โดยการเคี้ยวใบไม้สีเขียว เช่น ใบมะม่วง ช้าๆ และสม่ำเสมอประมาณ 30 นาที แล้วคายกากทิ้ง

ในผู้ที่กินอาหารดิบโดยเฉพาะพืชตระกูลส้มจะพบการกร่อนของฟัน อาจเนื่องจากความเป็นกรดของผลไม้นั้นและเส้นใยอาหารปริมาณสูง ทำให้เคลือบฟันเสีย กร่อนง่าย จึงควรเพิ่มการบริโภคพืชใบเขียว เช่น ผักป่วยเล้ง นอกจากจะทำให้ได้รับแคลเซียมแล้ว ยังได้แมกนีเซียมและแมงกานีส ซึ่งช่วยให้ร่างกายใช้แคลเซียมได้ดีขึ้น และยังได้ซิลิกอนช่วยเพิ่มความแข็งแรงของฟันอีกด้วย รวมทั้งควรบริโภคพืชอื่นที่เป็นแหล่งของซิลิกอนด้วย เช่น แตงกวา กระเจี๊ยบมอญ

ผักกาดหอม พริกหวาน หัวผักกาด มะเขือเทศ[1] รวมทั้งดูแลรักษาความสะอาดในช่องปากให้ดี และไม่ควรกัดแทะพวกเมล็ดด้วยฟันบ่อยเกิน เช่น เมล็ดแตงโม เมล็ดฟักทอง เมล็ดทานตะวัน พวกนัทเช่นลูกก่อ ควรใช้เครื่องกะเทาะเปลือก (nut cracker) อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มากขึ้น และศึกษาผลของการรับประทานผลไม้ประเภทอื่นๆ ด้วย เช่น สับปะรด และผลไม้รสหวานจัด

การใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร การที่ผู้บริโภคอาหารสดบางคนใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารร่วมด้วยแต่คงพบการขาดสารอาหารบางอย่างอยู่ อาจเนื่องจากใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมกับสภาวะร่างกาย หรือผลิตภัณฑ์ด้อยประสิทธิภาพ เพราะผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่ได้ผ่านการผลิตและควบคุมคุณภาพเหมือนยา ฉะนั้นควรเพิ่มการบริโภคอาหารสดจากธรรมชาติที่เหมาะสมและปรับพฤติกรรมสุขภาพอื่นร่วมด้วย เช่น การออกกำลัง

นอกจากนี้การบริโภคควรคำนึงถึงประเภทและอัตราส่วนของอาหารกลุ่มต่างๆ ให้เหมาะต่อความต้องการด้วย เช่น Vegetarian Society เสนอให้บริโภคแหล่งอาหารโปรตีน 2-3 ส่วน คาร์โบไฮเดรต 5 ส่วน แหล่งอาหารแคลเซียม 2-3 ส่วน และผักผลไม้ 5-7 ส่วนต่อวัน และถ้าต้องการลดน้ำหนัก ควรลดพืชที่มีไขมันสูงและนัท ไม่กินแป้งที่หุงต้มแล้วร่วมกับโปรตีนที่ปรุงสุก ถ้ากินอาหารที่ผ่านการหุงต้ม ต้องกินร่วมกับผักใบเขียวจานโตๆ การที่จะเลือกว่าควรบริโภคอะไรร่วมกันบ้าง จะมีแนวทาง เช่น การใช้ Sapoty Brook's CaPNaK Chart ซึ่งจำแนกอาหารเป็นกลุ่มที่ทำให้เกิดกรด (มีฟอสฟอรัสสูง) หรือด่าง (มีแคลเซียมสูง) และเป็นอาหารที่เป็นหยิน (มีโปตัสเซียมสูง) หรือหยาง (มีโซเดียมสูง) [1]

การวิจารณ์ในภาพรวมและการเชื่อมโยงองค์ความรู้

จากองค์ความรู้ที่ได้รวบรวมมาจะเห็นว่าอาหารสดก็เช่นเดียวกันกับอาหารประเภทอื่นคือมีทั้งส่วนดีและส่วนเสีย ไม่ได้เหมาะสมสำหรับทุกคนทั่วโลกและทุกฤดูกาล ผู้บริโภคจึงควรเรียนรู้และศึกษารายละเอียดในการใช้อย่างถ่องแท้ก่อน เพื่อให้การรับประทานอาหารสดนั้นเป็นไปอย่างถูกวิธี เกิดผลดีต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งก่อความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจด้วย

ประเทศไทยเราโชคดีที่อุดมสมบูรณ์ด้วยพืชผักนานาชนิด มีให้เลือกรับประทานกันได้ตลอดปี และส่วนมากสามารถบริโภคสดได้ ดังตารางที่ 1-2 ในภาคผนวก เราจึงควรรับประทานพืชผักท้องถิ่นและตามฤดูกาล โดยเริ่มรับประทานในขนาดต่ำ รับประทานให้หลากหลายชนิด ไม่เลือกรับประทานชนิดใดชนิดหนึ่งซ้ำๆ และควรศึกษาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น การบริโภคอาหารพื้นบ้านภาคต่างๆ ประกอบกับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ด้วย

1. ภูมิปัญญาพื้นบ้าน

วัฒนธรรมไทยหรือวิถีชีวิตไทยสมัยก่อน มนุษย์อยู่ใกล้ชิดกับธรรมชาติ พืชผักที่รับประทานก็เก็บจากพืชที่ขึ้นเองในธรรมชาติแถบชายป่า ที่ว่างข้างบ้านหรือริมรั้ว พืชผักสวนครัวเล็กๆ น้อยๆ เช่น ต้นหอม ผักชี สะระแหน่ก็ปลูกข้างครัว เมื่อปรุงอาหาร ก็อาศัยเพียงการตำน้ำพริกหรือตั้งหม้อแกง แล้วคว้ากระจาดกระบุงเดินไปเก็บผักมาล้าง กินสด แกล้มน้ำพริก แกง ยำ ตำ ลวก นึ่ง ต้มหรือเผา/ย่าง เป็นหลัก ซึ่งเป็นการใช้ของในท้องถิ่น ตามฤดูกาล ช่วยปรับสมดุล บำรุงเสริมสร้างร่างกาย ป้องกันและรักษาโรคไปในตัว ถ้าเกิดเจ็บไข้เล็กน้อยก็จะมีการปรุงแต่งอาหารเพื่อปรับธาตุดิน น้ำ ลม ไฟ ที่เป็นองค์ประกอบของกาย เพราะเชื่อว่าโรคเกิดจากการเสียสมดุล อาจเป็นสมดุลของกาย กายกับใจ และ/หรือ สมดุลระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อมที่เสียไป เชื่อว่าโรคเกิดที่ใด ยาแก้ก็อยู่ที่นั่น หากเจ็บไข้รุนแรง จำเป็นต้องพึ่งหมอ หมอก็จะวินิจฉัยโรคแล้วเก็บตัวยาจากละแวกนั้นมาปรุง ถ้าเกินกำลังหมอพื้นบ้าน ก็ต้องพึ่งหมอหลวง ซึ่งหมอหลวงในสมัยก่อน เดินทางไปรักษาโรคทั่วทุกถิ่น โดยมีเพียงตัวยาหลักใส่ย่ามแดงสะพายไป พร้อมไม้อาญาสิทธิ ซึ่งสามารถชี้เอาต้นยาใดจากบ้านผู้ใดก็ได้มาปรุงยารักษาโรคให้ผู้ป่วยนั้น วิถีชีวิตแบบนี้จะได้อาหารที่สด สารอาหาร เช่น เอนไซม์ วิตามิน ยังคงอยู่สูง ปลอดสารพิษ และปลอดการตัดต่อทางพันธุกรรม (GMO)

ในทางแมคโครไบโอติก (macrobiotics) (*รายละเอียดในบทที่ 2 เรื่อง อาหารแมคโครไบโอติก)* ก็เน้นการใช้ของในท้องถิ่นเช่นกัน ซึ่งนอกจากจะให้ผลดีต่อสุขภาพแล้ว ยังช่วยด้านเศรษฐกิจ ประหยัดพลังงานในการขนส่ง ต้ม และจัดเป็นวิถีชีวิตตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงอย่างยิ่ง

การพิจารณาว่าพืชผักชนิดใดไม่ควรบริโภคสดเลยหรือพึงบริโภคในปริมาณน้อย อาศัยธรรมชาติ สัญชาติญาณ ภูมิปัญญาท้องถิ่น และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมักสอดคล้องกัน เช่น

- พืชพวกที่มีกลิ่นไม่ชวนกิน เช่น พวกวงศ์ผักกาด เช่น คะน้าและ ผักขี้หูด มีสารพวก thiocyanate ซึ่งมีไซยาไนด์ เป็นองค์ประกอบ เสาวรส มันเทศก็มีไซยาไนด์เป็นองค์ประกอบ
- พวกรสเมาเบื่อ ฝาดเฝื่อน ขมจัด เช่น ยอดแคและยอดมะรุม จะมีรสเบื่อเมาที่มีรสเช่นนี้ เนื่องจากสารกลัยโคไซด์ แทนนิน และอัลคาลอยด์
- ผักบางอย่างกินสดได้ แต่ไม่นิยม เพราะมีขน ทำให้ระคายคอ เช่น ดอกฟักทอง ดอกบวบ ถ้าจะใช้ อาจนำมาคั้นน้ำผสมกับพืชผักผลไม้อื่น

เป็นที่น่ายินดีว่า ภูมิปัญญาพื้นบ้านเหล่านี้ยังคงมีการสืบทอดมาจนถึงปัจจุบัน และมีความตื่นตัวในการเรียนรู้ นำมาใช้กันมากขึ้น ดังในรายงานการวิจัยภูมิปัญญาพื้นบ้านกรณีศึกษา**อาหารพื้นบ้านไทยภาคเหนือ พ.ศ. 2544** พบว่ามีการปลูกและการใช้ผักพื้นบ้านในชุมชนสูง

เช่น ในตำบลแม่ทา แล้วนำไปขายในเมืองเชียงใหม่และลำพูน มีการใช้ผักสดเป็นเครื่องเคียงน้ำพริกต่างๆ และแกล้มลาบ ผักกินกับลาบส่วนใหญ่เป็นผักสด ซึ่งพบว่าผักทุกชนิดนำมาแกล้มลาบได้ (ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มี 46 ชนิด) ด้วยรสชาติที่ช่วยชูรสต่างกันไป เช่น ผักรสจืดช่วยลดความเผ็ดร้อน (เช่น ผักอันอ้อ บัวบก) ผักที่มีน้ำมันหอมระเหยช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ และช่วยปรุงให้มีกลิ่นหอม แก้อาการท้องอืดท้องเฟ้อหลังกินเนื้อได้ (เช่น ผักไผ่ สะระแหน่ พลูคาว ผักชีฝรั่ง ผักชี ผักป้อม ผักกาดนา ผักเบี้ยฝาง ผักจ้ำ) และยังมีผักอื่นๆ ที่ช่วยชูรสเปรี้ยว เช่น ยอดมะกอก และผักรสขม ซึ่งช่วยเพิ่มความอร่อยให้กับอาหาร เช่น ผักแปม เป็นต้น [55]

ในรายงานวิจัยดังกล่าว ยังพบว่า มีการบริโภคอาหารที่ปรุงจากพืชสดในรูปแบบของส้า และตำ **"ส้า"** เป็นการนำผักสดมายำกับเครื่องปรุงต่างๆ โดยต้มน้ำปลาร้าและกะปิรวมกับพริก หอม กระเทียม บางครั้งมีงาคั่ว ถั่วลิสงคั่วโขลกโรยหน้าด้วย ส้าที่นิยมคือส้ามะเขือแจ้ ส้ายอดมะม่วง (ใช้ยอดและใบอ่อนมะม่วงแก้ว เพราะรสมัน ไม่ฝาดและไม่ขมเกิน) โดยส้าแต่ละชนิดนิยมปรุงรับประทานต่างฤดูกาล เช่น ส้าหัวปลีในฤดูหนาว ส้ามะเขือแจ้และส้ายอดมะขามในฤดูร้อน ส้ามะเขือแจ้และส้าดอกอาวในฤดูฝน ส่วนการ **"ตำ"** นิยมใช้ผลไม้ เช่น ตำมะละกอ ตำส้มมะหรอด (สลอด) ตำส้มโอ ตำมะม่วงใส่ถั่วเน่าแขบ (ถั่วเหลืองหมัก ทำเป็นแผ่นและตากแห้ง) ตำมะปราง โดยใช้เป็นอาหารว่างในช่วงฤดูร้อน ทั้งนี้ มีข้อห้ามเกี่ยวกับการบริโภคอาหารสดด้วย เช่น หญิงหลังคลอดไม่ควรรับประทานผักสดสีเขียวที่มีรสเย็น เช่น ผักกาด ผู้สูงอายุไม่ควรรับประทานฟักเขียว และผู้ป่วยไม่ควรรับประทานส้ายอดมะม่วง

ภาคใต้ เป็นภูมิภาคที่ร้อนชื้น มีความสมบูรณ์ของพรรณไม้มากสุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกเครื่องเทศ ทำให้คนใต้มีการใช้ผักมาประกอบอาหารทั้งเป็นเครื่องปรุงหลัก เครื่องปรุงรส และปรุงกลิ่นของอาหารมากที่สุด จากการที่คนถิ่นเดิมรับประทานของสดเป็นอาหาร ทั้งผักสด ผลไม้สด เผือกมันสดและเนื้อสัตว์สด จึงทำให้มีการบริโภคพืชผักสดอยู่สูงมาก โดยใช้ในรูปผักเหนาะ ทั้งที่เป็นผักสด ผักดอง และผักลวก ซึ่งนิยมผักลวกกะทิ พืชผักสดเป็นวิถีชีวิตของคนใต้ แม้จะเดินทางไปต่างถิ่น ถึงไม่มีอาหารเผ็ดร้อนในมื้ออาหารนั้น ก็ยังต้องมีผักสดแกล้ม เพียงแค่แตงกวา ถั่วฝักยาว และกระถินก็ยังดี [56]

ในทางวัฒนธรรมจีน มีหลักการว่า พืชผักสดมีพลัง 6 เมื่อผ่านการหุงต้มหรือตากแดด จะทำให้พลังเพิ่มเป็น 7 โดยผักสดจะมีความเป็นหยินสูง การหุงต้มจะช่วยเพิ่มความเป็นหยาง อย่างไรก็ตาม วัตถุดิบที่ใช้ในการปรุงอาหารควรสด และใช้วันต่อวัน โดยอาหารที่ปรุงแล้วควรรีบบริโภคเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดจากอาหารนั้น ในกรณีของผู้ที่ผอมแห้งแรงน้อย ผิวแห้ง ขาดพลังชี่ (การย่อยอาหารไม่ดี) แนะนำว่าไม่ควรรับประทานของสดมากเกิน [10]

ในทางอายุรเวท หรือการแพทย์แผนอินเดีย อาหารสดและพืชงอกจัดเป็นอาหารกลุ่มวาตะ (ลม) ทำให้มีชีวิตชีวา มีฤทธิ์เย็น และชำระล้างลำไส้ จึงควรบริโภคทุกวัน แม้จะในปริมาณน้อยก็ตาม อาหารสดและพืชงอกเหมาะต่อฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อน และช่วงที่มีการใช้พลังงานมาก อย่างไรก็ตาม การรับประทานอาหารสดมากเกิน อาจทำให้กระบวนการย่อยทำงานลดลง จึงไม่เหมาะแก่ผู้ที่มีการอักเสบของลำไส้ และต้องระวังการใช้ในผู้ที่มีอาการอ่อนเพลีย ขาดอาหาร[10]

2. รูปแบบของอาหารสด

พืชผักสด/ผักงอก นอกจากใช้แกล้มอาหารรสจัด หรืออาหารที่มันมากเกิน เช่น น้ำพริก แกง ลาบ หลน ยังสามารถนำพืชสดมาปรุงอาหารด้วยตัวมันเอง ที่นิยมมาก คือ ยำ และตำประเภทต่างๆ ตัวอย่างรูปแบบการปรุงอาหารสด เช่น

ยำและตำต่างๆ เช่น ส้มตำมะละกอ ตำมะม่วง ตำแตงกวา ตำกระท้อน ยำส้มโอ ยำเกสรชมพู่ ยำใหญ่ ยำหัวปลี ยำถั่วพู ข้าวยำ ขนุนอ่อนตำกับกล้วยห่ามๆ และขิง ตัวอย่างตำของภาคอีสาน แสดงดังตารางที่ 7

ส้า เป็นการนำผักพื้นบ้านรสต่างๆ ตามฤดูกาล มายำรวมกัน โดยซอย นวดให้นิ่มเล็กน้อย และเคล้าเข้ากันน้ำพริกส้า อาจเป็นพืชผักในบ้าน เช่น ยอดมะม่วง ผักที่ขึ้นตามชายป่าชายทุ่ง (ป่าแพะ) เช่น ผักจ้ำ ช้าเลือด มันปู มันปลา มะดัน มะกอกป่า หรือผักน้ำ เช่น ผักกระเฉด ก็ได้เช่นกัน น้ำพริกส้าซึ่งปรุงจากกะปิหรือปลาร้าช่วยเสริมวิตามิน B12 ได้ มีการนิยมการส้าอาหารมากทางภาคเหนือ โดยเฉพาะช่วงปลายฝนต้นหนาว ซึ่งมีมะกอกป่ารสฝาด เปรี้ยว หวาน ช่วยปรุงรสให้กลมกล่อมชุ่มคอ แก้ปากคอแห้ง ป้องกันหวัดได้ดี นอกจากนี้ การส้ายังเป็นกลวิธีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าด้วย เช่น การถอนผักกาดต้นอ่อนที่ขึ้นเบียดกันมากเกินในแปลงผักมาทำส้าผักกาดน้อย

เมี่ยง เช่น เมี่ยงคำ เมี่ยงกลีบบัวหลวง เมี่ยงข่า เมี่ยงตะไคร้

ผักรวม เป็นการนำผักต่างๆมาเคล้ารวมกัน ปรุงรสด้วยเกลือหรือ ซีอิ๊ว น้ำอ้อยสดเล็กน้อย ถ้าไม่มีผักรสเผ็ดร้อนอาจโรยพริกไทยเพิ่ม

ดอง พืชผักหมักดองใช้เป็นอาหารโดยตรงและเป็นเครื่องเคียงอาหารอื่น ผักที่นำมาดองนอกจากผักพื้นบ้านที่รับประทานสดไม่ได้แล้ว ทางเหนือยังนิยมดองผักวงศ์ผักกาด คนจีนฮ่อจะมีผักดองหลากหลาย มีรสชาติและความกรอบดีมาก ในขณะที่ทางอิสานมีผักดอง เช่น ส้มผัก ซึ่งทำจากผักกาดขาวปลี กะหล่ำปลี ผักเสี้ยน ต้นหอม เกลือและข้าวสุก ส่วนทางใต้นิยมดองพวกเมล็ด เช่น สะตอ เหรียง เนียง เป็นต้น การดองอาจช่วยลดความเป็นพิษต่อไตของลูกเนียงสดได้

3. ชนิดของพืชผักที่ใช้รับประทานสด

การปรุงอาหารแต่ละชนิด จะมีการเลือกชนิดของพืชผักให้เหมาะสม ทั้งด้านรสชาติ คุณลักษณะของพืช และปัจจัยอื่นๆ เช่น น้ำพริกถั่วเน่ามีรสมัน ควรแกล้มด้วยผักรสเผ็ดร้อนวงศ์ขิง (Zingiberaceae) เช่น ขมิ้นขาว กระชาย ไพล ขิง ส่วนน้ำพริกมะเขือเทศ ซึ่งมีรสเผ็ด เปรี้ยว เค็ม ควรแกล้มด้วยผักรสจืด หวาน เช่น มันปลายอดขาว เป็นต้น พืชผักบางอย่างมีการใช้ร่วมกันซึ่งเชื่อว่าช่วยแก้พิษกัน เช่น ถั่วแปบกับขิง

เป็นที่น่าสังเกตว่า มีการใช้พืชผักพวกเครื่องเทศซึ่งมีน้ำมันหอมระเหย และพวกผักรสฝาดที่มีแทนนินอยู่มาก ซึ่งพืชกลุ่มนี้ช่วยการย่อยอาหารและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด

4. สารปรุงรส

ปกติพืชผักสดที่ปลูกหรือเก็บจากแหล่งธรรมชาติและนำมาบริโภคทันทีจะให้รสหวานอร่อยอยู่แล้ว แต่หากจำเป็นต้องเพิ่มความหวาน อาจใช้น้ำอ้อยสดซึ่งให้ความหวานหอม และมีแอนติออกซิแดนท์สูงด้วย หรือใช้น้ำตาลโตนด น้ำตาลปึก น้ำตาลปี๊ป หรือน้ำอ้อยก้อนที่ทำให้แห้งโดยการตากแดด และปรุงรสให้แหลมคมขึ้นด้วยเกลือธรรมชาติ เช่น เกลือทะเล เกลือสินเธาว์ หรืออาจใช้เกลืองา (sesame salt) ซึ่งเตรียมจากการนำงาดำมาคั่วไฟอ่อนและบดงา 8-12 ส่วนผสมกับเกลือ 1 ส่วน ให้งาแตก 90% อีก 10% คงเป็นเมล็ดอยู่

การบริโภคอาหารสดทันทีที่เก็บมาจะทำให้ได้สารธรรมชาติ รวมทั้งสารพวกวิตามินสูง และเชื่อว่าจะผู้บริโภคได้รับพลังชีวิต (vital energy) ในระดับที่สูงด้วย

บทสรุป

อาหารสด หมายถึง อาหารที่ไม่ผ่านการปรุงด้วยความร้อนที่เกิน 42° ซ (ยกเว้นการตากแดด) โดยเน้นพืชผักผลไม้เป็นหลัก และจัดเป็นรูปแบบหนึ่งของอาหารมังสวิรัติ มีวิธีรับประทานได้หลายรูปแบบ ทั้งบริโภคโดยตรง คั้นน้ำ เพาะให้งอกหรือหมักดอง อาหารที่ใช้ควรเป็นอาหารครบส่วน และหลากหลาย ไม่ปรุงแต่งมาก ได้สารต่างๆ ครบถ้วน เพื่อให้ร่างกายอยู่ในสมดุล (homeostasis) เป็นอาหารที่เอื้อต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อมสูง และเป็นอาหารที่เหมาะสมมากสำหรับคนในประเทศทางตะวันออกซึ่งอุดมสมบูรณ์ด้วยพืชผักผลไม้ที่หลากหลายและหาได้ทั่วไปตลอดปี นอกจากนี้ ยังเหมาะกับชีวิตของคนในปัจจุบันที่มีเวลาจำกัด เพราะอาหารสดไม่เป็นภาระในการหุงต้ม และยังเป็นแหล่งสำคัญของเอนไซม์ วิตามิน และสารแอนติออกซิแดนท์

ช่วยลดความเสี่ยงและบรรเทาอาการของโรคหลายชนิดที่มีอุบัติการณ์สูงขึ้นจากสภาวะแวดล้อมที่เลวลง

การทดลองบริโภคอาหารสด โดยอาจเริ่มจากการกินข้าวกล้องกับน้ำพริกหรือแกง แกล้มผักสด ผักลวก ผักดอง เพิ่มอาหารพวกยำ ตำ ลดอาหารพวกทอด ผัด ปิ้ง ย่าง พืชผักที่ใส่อาหารจานโปรดทั้งหลายถ้าใช้ของสดแทนได้ก็ใช้ กินผลไม้ไม่หวานและเมล็ดพืชเป็นของว่าง

อย่างไรก็ตาม อาหารสดก็มีข้อควรระวังในการรับประทานเช่นเดียวกันกับอาหารทุกชนิด คือ อาหารสดมิได้เหมาะสมสำหรับทุกคนในทุกสภาวะ ดังนั้นผู้ที่รับประทานอาหารสดควรเข้าใจเหตุผลในการเลือกรับประทาน และควรพิจารณาปัจจัยในการบริโภคเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด ในขณะเดียวกัน งานวิจัยในอนาคตควรศึกษาในกลุ่มประชากรที่ใหญ่ขึ้นและหลากหลายมากขึ้น เช่น ศึกษาในประชากรไทย รวมถึงในกลุ่มคนที่มีปัจจัยแตกต่างกัน อันอาจมีผลรบกวน เช่น ระดับการออกกำลังกาย ดัชนีมวลกาย เศรษฐานะ และความเชื่อที่แตกต่างกัน ควรศึกษาถึงประโยชน์ต่อสุขภาพของอาหารสดที่แตกต่างจากอาหารมังสวิรัติชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ ควรศึกษาเพิ่มเติมในแง่ของวิธีเตรียมและทดสอบความปลอดภัยของอาหารกลุ่มนี้เพิ่มเติมด้วย โดยเฉพาะในประเด็นที่ยังมีการศึกษาจำกัดหรือมีข้อสรุปที่ขัดแย้งกันอยู่

เอกสารอ้างอิง

1. Wolfe D. (1999). The sunfood diet success system. California: Maul Brothers Publishing.
2. ศิริวรรณ สุทธจิตต์. (2543). ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ. เชียงใหม่: ธนุชพรินท์ติ้ง.
3. ศิริวรรณ สุทธจิตต์. (2545). วิตามิน อาหาร ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ยาและเครื่องสำอาง. เชียงใหม่: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
4. Baker AM. (2000). Raw fresh produce vs. cooked food: Are humans an exception? [Online] Available at http://www.rawfoods.com/articles/rawfreshproduce.html
5. Tu JL. (1999). Is cooked food poison? Looking at the science on raw vs. cooked foods. [Online] Available at http://www.beyondveg.com/tu-j-l/raw-cooked/raw-cooked-1a.shtml
6. Fry T C. (1998). Should we eat living foods or dead foods? [Online] Available at http://www.rawfoods.com/articles/livingfoods.html
7. Jagerstad M and Skog K. (2005). Genetoxicity of heat-processed foods. Mutat Res 574(1-2): 156-172.

8. มหามกุฏราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2544). พระวินัยปิฎกเล่มที่ 5 มหาวรรคภาคที่ 2 และอรรถกถา. พิมพ์ครั้งที่ 4/2544. นครปฐม: โรงพิมพ์มหามกุฏราชวิทยาลัย.
9. Cunningham E. (2004). What is a raw foods diet and are there any risks or benefits associated with it? J Am Diet Assoc 104(10): 1623.
10. Pitchford P (1993). Healing with whole foods: Oriental traditions and modern nutrition. California: North Atlantic Books.
11. Jim Mumm. Mumm's Sprouting Seeds. (2001). Sprouting at home. [Online] Avai lable at http://www.sprouting.com/homesprouting.htm
12. Food dehydration. [Online] Available at http://www.ronco.com/rco__manual06.aspx5
13. Shi J and Le Maguer M. (2000). Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. Crit Rev Food Sci Nutr 40: 1-42.
14. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. J Agric Food Chem 50(10): 3010-3014.
15. Donaldson MS. (2001). Food and nutrient intake of Hallelujah vegetarians. Nutrition & Food Science 31(6): 293-303.
16. Boyd BR. (1996). For the vegetarian in you. CA: Prima Publishing.
17. Shriver J. (2002). Healthful, raw-food trend is picking up stream. USA Today. [Online] Available at http://www.rawfood.com
18. Hobbs SH. (2002). Raw foods diets: Review of the literature. Vegetarian Journal XXII (4). [Online] Available at http://www.vrg.org/journal/vj2002issue4/rawfoodsdiet.htm
19. Kohler J. (1998). Is it raw or not? [Online] Available at http://www.rawfoods.com/articles/rawornot.html
20. Worthington V. (2001). Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. J Altern Complement Med 7(2): 161-173.
21. Tarwadi K and Agte V. (2003). Potential of commonly consumed green leafy ve getables for their antioxidant capacity and its linkage with the micronutrient profile. Int J Food Sci Nutr 54(6): 417-425.

22. ไมตรี สุทธจิตต์, อุดมพันธ์ ขาลสุวรรณ, ศิริวรรณ สุทธจิตต์. (2544). การตรวจสอบฤทธิ์แอนติออกซิแดนท์ในผักและผลไม้พื้นบ้านไทย.รายงานวิจัยเสนอต่อมูลนิธิการแพทย์แผนไทย กระทรวงสาธารณสุข.

23. Rauma AL, Torronen R, Hanninen O, Verhagen H, Mykkanen H. (1995). Antioxidant status in long-term adherents to a strict uncooked vegan diet. Am J. Clin Nutr 62(6): 1221-1227.

24. Hanninen O, Nenonen M, Ling WH, Li DS, Sihvonen L. (1992). Effects of eating an uncooked vegetable diet for 1 week. Appetite 19(3): 243-254.

25. นัยนา บุญทวียุวัฒน์ นันทจิต บุญมงคล และปาริฉัตร บุญพิคำ. (2533). ปริมาณไฟเตทในพืชชนิดต่างๆ. โภชนาการสาร 24:1-8.

26. Asvapaka N. (1986). Effect of germination, soaking and boiling on phytate in mung bean *(Phaesolus aureus).* J Nurt Assoc Thailand. 20:129-142.

27. Anti SP and Nkwelang G. (1999). Reduction of some toxicants in icacin mannii by fermentation with *Saccharomyces cerevisae.* Plant Foods Hum Nutr. (53)2: 103-111.

28. Ling WH and Hanninen O. (1992). Shifting from a conventional diet to an uncooked vegan diet reversibly alters fecal hydrolytic activities in humans. J Nutr. 122(4): 924-930.

29. Key TJA, Thorogood M, Appleby PN, Burr ML. (1996). Dietary habits and mortality in 11000 vegetarians and health conscious people: results of a 17 year follow up. BMJ. 313: 775-779.

30. Douglass JM, Rasgon IM, Fleiss PM, Schmidt RD, Peters SN, Abelmann EA. (1985). Effects of a raw food diet on hypertension and obesity. South Med J. 78(7): 841-844.

31. Koebnick C, Garcia AL, Dagnelie PC, Strassner C, Lindemans J, Katz N, Leitzmann C, Hoffmann I. (2005). Long-term consumption of a raw food diet is associated with favorable serum LDL cholesterol and triglycerides but also with elevated plasma homocysteine and low serum HDL cholesterol in humans. J Nutr. 135: 2372-2378.

32. Donaldson MS, Speight N, Loomis S. (2001). Fibromyalgia syndrome improved using a mostly raw vegetarian diet: An observational study. BMC Complement Altern Med. 1: 7 [Online] Available at http://www.Biomecentral.com/1472-6882/1/7
33. Kaartinen K, Lammi K, Hypen M, Nenonen M, Hanninen O, Rauma AL. (2000). Vegan diet alleviates fibromyalgia symptoms. Scand J Rheumatol. 29(5): 308-313.
34. Fujita A, Hashimoto Y, Nakahara k, Tanaka T, Okuda T, Koda M. (1999). Effects of a low calorie vegan diet on disease activity and general conditions in patients with rheumatoid arthritis. Rinsho Byori. 47(6): 554-560.
35. Nenonen MT, Helve TA, Rauma AL, Hanninen OO. (1998). Uncooked, lactobacillus-rich, vegan diet and rheumatoid arthritis. Br J Rheumatol. 37(3): 274-281.
36. Fontana L, Shew JL, Hollozy JO, Villareal DT. (2005). Low bone mass in subjects long-term raw vegetarian diet. Arch of Int Med. 165(6): 684-689.
37. Rauma AL, Nenonen M, Helve T, Hanninen O. (1993). Effect of a strict vegan diet on energy and nutrient intakes by Finnish rheumatoid patients. Eur J Clin Nutr. 47(10): 747-749.
38. Koebnick C, Strassner C, Hoffmann I, Leitzmann C. (1999). Consequences of a long-term raw food diet on body weight and menstruation: results of a questionnaire survey. Ann Nutr Metab. 43(2): 69-79.
39. Lee Foundation for Nutritional Research (Translation). (2000). Influence of food cooking on the blood formula of man. [Online] Available at http://www.halalvitamins.com/cooking.htm
40. Donalson MS. (2004). Nutrition and cancer: a review of the evidence for an anti-cancer diet. Nutr J. 3: 19.
41. Austoker J. (1994). Cancer prevention in primary care: Diet and cancer. BMJ. 308: 1610-1614.
42. Zhang M, Yang ZY, Binns CW, Lee AH. (2002). Diet and ovarian cancer risk: a case-control study in China. Br J Cancer. 86 (5): 712-717.
43. Cramer DW, Kuper H, Harlow BL, Titus-Ernstoff L. (2001). Carotenoids, antioxidants and ovarian cancer risk in pre- and postmenopausal women. Int J Cancer 94(1): 128-134.

44. Koushik A, Hunter D, Siegelman D, et al. (2005). Fruits and vegetables and ovarian cancer risk in a pooled analysis of 12 cohort studies. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 14(9): 2160-2167.

45. Mommers M, Schouten LJ, Goldbohm RA, van den Brandt PA. (2005). Consumption of vegetables and fruits and risk of ovarian carcinoma. Cancer. 104 (7): 1512-1519.

46. ไมตรี สุทธจิตต์. (2531). สารพิษรอบตัวเรา. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ดาว.

47. Donalson MS. (2000). Metabolic vitamin B12 status on a mostly raw vegan diet with follow-up using tablets, nutritional yeast, or probiotic supplements. Ann Nutr Metab. 44: 229-234.

48 Rauma AL, TorrAonen R, Hanninen O, Mykkanen H. (1995). Vitamin B12 status of long-term adherents of a strict uncooked vegan diet (“living food diet”) is compromised. J Nutr. 125(10): 2511-2515.

49. Ganss C, Schlechtriemen M, Klimek J. (1999). Dental erosion in subjects living on a raw food diet. Caries Res. 33(1): 74-80.

50. Hobbs SH. (2005). Attitudes, practices, and beliefs of individuals consuming a raw foods diet. Journal of Science and Healing. 1(4): 272-277

51. Barrett S. (2003). Rev. George M. Malkmus and his Hallelujah Diet. [Online] Available at http://www.quackwatch.org/11Ind/malkmus.html

52. Higdon J. (2003). Chapter 9 Vitamin B12. In Higdon J. An evidence-based approach to vitamins and minerals: Health benefts and intake recommendations. Germany: Theime Medical Publishers.

53. Siriamornpun S, Li D, Yang L, Suttajit S, Suttajit M. (2006). Variation of lipid and fatty acid compositions in Thai perilla seeds grown in different locations. Songklanakarin J Sci Technol PSU. 28(Suppl. 1): 17-21.

54. Kerovuo J and Tynkkynen S. (2000). Expression of Bacillus subtilis phytase in Lactobacillus plantarum 755 Lett Appl Microbiol. 30: 325-329.

55. ศูนย์ฝึกอบรมและพัฒนาการการสาธารณสุขมูลฐานภาคเหนือและเครือข่ายนักวิจัยพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดนครสวรรค์. (2544). รายงานการวิจัยภูมิปัญญาพื้นบ้าน กรณีศึกษาอาหารพื้นบ้านไทยภาคเหนือ. นครสวรรค์: ทิศทางการพิมพ์.

56. เตื้อง สนิทวงศ์. (2482). ตำรับสายเยาวภา พิมพ์ครั้งที่ 2. พระนคร: โรงพิมพ์กรุงเทพบรรณาคาร.
57. สมาคมหยาดฝน สมาคมเทคโนโลยีเหมาะสม เครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือกภาคใต้ และโครงการชุมชนสวนยางขนาดเล็ก. (2537). ผักพื้นบ้านภาคใต้ : ทางเลือกในการผลิตและการบริโภค. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
58. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนคร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. (2543). แนวกินถิ่นอีสาน. กรุงเทพฯ โรงพิมพ์คุรุสภา.
59. กัญจนา ดีวิเศษ (บรรณาธิการ). (2542). ผักพื้นบ้านภาคเหนือ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
60. กัญจนา ดีวิเศษ (บรรณาธิการ). (2542). ผักพื้นบ้านภาคกลาง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
61. กัญจนา ดีวิเศษ และอร่าม คุ้มกลาง (บรรณาธิการ). (2541). ผักพื้นบ้านภาคอีสาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
62. ศูนย์พัฒนาตำราการแพทย์แผนไทย สถาบันส่งเสริมการแพทย์แผนไทย และมูลนิธิการแพทย์แผนไทย. (2547). ผักพื้นบ้านภาคอีสาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
63. เต็ม สมิตินันทน์. (2544). ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม. กรุงเทพฯ: ประชาชน.
64. ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์. (2545). ผลไม้ไทยๆ. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
65. เอื้อมพร วีสมหมาย และปณิธาน แก้วดวงเทียน. (2547). ไม้ป่ายืนต้นของไทย 1. กรุงเทพฯ: เอชเอ็นกรุ๊ป.
66. คณะกรรมการจัดทำข้อกำหนดสารอาหารประจำวันที่ร่างกายควรได้รับของประชาชนชาวไทย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2532). ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.
67. ชมรมอายุรเวทอีสาน. (2544). ตำอีสาน อาหารธรรมชาติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ตัวอย่างรายชื่อพืชผักที่กินสดได้ ตามส่วนของพืชที่บริโภค [56-62]

1. หมวดผักใบและยอด

กระเจี๊ยบแดง	ชะมวง	ผักกระสัง	มะกอก	สะเดา
กระเจียวแดง	ชะอม	ผักขาเขียด	มะขามอ่อน	สะระแหน่
กระโดน	ช้าเลือด	ผักคราดหัวแหวน	มะดัน	สันตะวา
กระถิน	เชียงดา	ผักชี	มะตูม	สายน้ำผึ้ง
กระทุงหมาบ้า	ดาวกระจาย	ผักบุ้ง	มะพร้าว	เสม็ดชุน
กะพังโหม	ดาวเรือง	ผักปลัง	มะเฟือง	เสี้ยว
กะเพรา	ตับเต่า	ผักปลาบ	มะม่วง	แสงจันทร์
กะหล่ำปลี/ดอก	ตาล	ผักเป็ด	มะยม	โสน
กุ่มน้ำ/บก	ตำลึง	ผักแปม	มะระ	โสมไทย
กุหลาบหิน	แต้ว	ผักป่วยเล้ง	มันปู	หญ้าปักกิ่ง
ไกร	ทองหลาง	ผักไผ่	มันปลา	หม่อน
กุยช่าย	น้อยหน่า	ผักแพวแดง	มันสำปะหลัง	หมาก
ขจร	นุ่นน้ำ	ผักแว่น	แมงลัก	หางปลาช่อน
ขนุน	บัวหลวง	ผักแส้ว	ยอ	หูเสือ (เนียมหูเสือ)
ขลู่	บา	ผักตังโอ๋	แซะ	เหลียง
ข่าอ่อน	เบญจรงค์	ผักหวาน	ยี่หร่า (ใบจัน)	โหระพา
ขี้นฉ่าย	ประดู่อังสนา	ผักหวานจีน	เล็บครุฑ	เตา
คะน้า	เป้ง	พญายอ	เลียบ	ต้นหอม
คูน (ตูน)	เปราะ	พริก	ว่านหางจระเข้	ผักกาดเขียว
จิก	ผักกาดขาว	พฤกษ์	อโศกน้ำ	ผักกาดปลี
ชะคราม	ผักกาดหอม	มะกรูด	ส้มกุ้ง	ผักโขมจีน
ชะพลู	ผักกระเฉด	มะกล่ำ	ส้มซ่า	

2. หมวดผักหัวและราก

กระเทียม	ข่า	บัวเผื่อน	มันเทศ	หัวผักกาด
กระชาย	ข่าหลวง	บัวหลวง	สาคู	แห้ว
กระทือ	ขิง	เปราะ	สามสิบ	
ขมิ้นขาว	แครอท	มันแกว	หอมหัวใหญ่	

3. หมวดฝัก และเมล็ด

กระบก	งา	ถั่วแปบ	ผักขี้หูด
กะถิน	ลูกเนียง	ถั่วฝักยาว	มะค่าโมง
ขจร	ถั่วเมล็ดต่างๆ	ถั่วลันเตา	สะตอ
ข้าวโพด	ถั่วแขก	นุ่น	หางนกยูง

4. หมวดผักดอก

กระเจียว	ค้างคาว	นางนูน	พวงชมพู	สะเดา
กะหล่ำดอก	คูน	นุ่น	พะยอม	สันตะวา
ก้ามกุ้ง	แคฝรั่ง	บัว	แพงพวยน้ำ	โสน
กุ่มบก	ชบา	เบญจรงค์	ไพล	โสมไทย
กุยช่าย	ชมพู่	ประดู่อังสนา	มะกอก	หมาก
กุหลาบ	ช้าเลือด	ผักขี้หูด	มะขาม	หัวปลี
ขจร	ดาวเรือง	ผักคราด	มะเฟือง	อัญชัน
ข่า	แต้ว ติ้วขาว	ผักตบไทย	มะม่วง	อินทนิลน้ำ
ข้าวสาร	ทองกวาว	ผักตับเต่า	มะสัง	เอื้องหมายนา
เข็ม	ทุเรียน	ผักหวาน	อโศกน้ำ	กระเจี๊ยบ

5. หมวดผักผล

กระจับ	แตงไทย	มะไฟอ่อน	มะกอกน้ำ	ระกำ
กระเจี๊ยบมอญ	แตงร้าน	มะม่วง	มะกอกป่า	สมอไทย
กล้วย	บวบ	มะยม	มะขาม	ส้มโอ
ตะลิงปลิง	มะกรูด	มะระ	มะขามป้อม	สับปะรด
ขนุน	มะเดื่อ	มะสัง	มะเขือเปราะ	ส้มซ่า
ขจร	มะตาด	มะอึก	มะเขือเทศ	สามสิบ
จันทน์เทศ	มะนาว	มะละกอ	มะเขือพวง	
ตาล	มะปราง	มะแว้งต้น	พริกต่างๆ	
แตงกวา	มะพร้าวอ่อน	มะดัน	ยอ	

ตารางที่ 2 ตัวอย่างรายชื่อพืชผักที่กินสด ชื่อวงศ์ และประโยชน์ [56-63]

ชื่อพืชผัก	ชื่อวงศ์	ประโยชน์
กระเจี๊ยบแดง	Malvaceae	ยอด ใบอ่อนแกล้มลาบ กลีบเลี้ยงซอยใส่ยำ
กระเจี๊ยบมอญ	Malvaceae	ฝักอ่อนแกล้มน้ำพริก แกงเผ็ดต่างๆ
กระเจียวแดง	Zingiberaceae	ดอกอาว จิ้มน้ำพริกหนุ่ม ยอด ผล รสฝาดมันเป็นผักจิ้ม
กระชาย	Zingiberaceae	หัว ลำอ่อน แกล้มส้มตำ ยำหน่อ
กระโดน ผักปุย	Lecythidaceae	แกล้มส้มตำ น้ำพริก แจ่ว ลาบ ก้อย ยำมดแดง
กระตังบาย	Leeaceae	ยอดเชืองแช้งม้า จิ้มน้ำพริก ลาบ
กระถิน	Mimosaceae	ยอด ฝัก แกล้มส้มตำ ป่น แจ่ว ขนมจีน เมล็ดใส่ข้าวยำ
กระทือ	Zingibaraceae	หน่ออ่อน ช่อดอก จิ้มน้ำพริกต่างๆ
กระทือป่า จี๋กุ๊ก	Zingiberaceae	หน่ออ่อน ช่อดอก แกล้มของรสเปรี้ยว ตำต่างๆ
กระเทียม	Alliaceae	หัว แกล้มของหมักดอง เช่น แหนม
กระวาน	Zingiberaceae	ดอก ยอด หน่อ ผล นำมายำ แกล้มน้ำพริก ขนมจีน
กระสัง	Peperomiaceae	ส่วนเหนือดิน นำมายำ จิ้มน้ำพริกร้า หลน
กรุงเขมา	Menispermaceae	เถา ใบ คั้นน้ำทำวุ้นหมาน้อย
กล้วยตานี	Musaceae	ผลห่าม ทำส้มตำ
กล้วยนวล	Musaceae	ผลห่าม ทำส้มตำ

ชื่อพืชผัก	ชื่อวงศ์	ประโยชน์
กล้วยน้ำว้า	Musaceae	หัวปลี ยำ เป็นผักจิ้มแกล้มขนมจีนน้ำพริก
กะเพรา	Labiatae	ใบ ยอด แกล้มลาบ ก๋วยเตี๋ยวต้มโคล้ง
กันเกรา มันปลา	Gentianaceae	ยอด แกล้มลาบ แจ่ว ป่น
กำจัด มะแขว่น	Rutaceae	ใบอ่อน แกล้มลาบ ก้อย ป่น น้ำพริกกะปิ ผลแก่ ตำน้ำพริกกลิ่นเหมือนแมงดา รสมันหอม
กำลังเจ็ดช้างสาร	Rubiaceae	หนามโค้ง ฝักอ่อน ฝาดเปรี้ยว ซอยคั้นเกลือเป็นผักจิ้ม
กุ่มน้ำและกุ่มบก	Capparidaceae	ใบ ดอก ขมฝาด ดองจิ้มน้ำพริกแดง/ร้า ยำกับปลาทูนึ่ง
เกล็ดปลาช่อน	Leguminosae	ยอด แกล้มลาบ รสฝาด มัน ขมเล็กน้อย
เกี๋ยงพาลาบ	Compositae	ใบ แกล้มลาบ ยำ ทำส้า
โกงกาง พังกา	Rhizophoraceae	ยอด เป็นผักจิ้ม
โกสน	Euphorbiaceae	ยอดอ่อนรสหอมหวาน แกล้มลาบ ผักเคียงขนมจีน
ขจร สลิด	Asclepiadaceae	ยอด ดอกอ่อน ผลอ่อนจิ้มน้ำพริกกะปิ
ขนุน	Moraceae	ดอกตัวผู้อ่อน ผลอ่อน ยอด จิ้มน้ำพริก ผลตำกับมะขาม
ขมิ้นขาว	Zingiberaceae	เหง้าสด ยำ เป็นผักจิ้ม
ขลู่	Compositae	ยอด รสมัน แกล้มน้ำพริก
ข่า และข่าแดง	Zingiberaceae	เหง้าอ่อน ดอก เป็นผักจิ้ม
ข่าลิง ข่าน้ำ ข่าป่า	Zingiberaceae	ยอด ต้นอ่อน แกล้มน้ำพริก ป่น
ข้าวโพด	Graminae	ฝักอ่อน จิ้มน้ำพริก
ขิง	Zingiberaceae	ใบใส่ซุปหน่อไม้ ยำหน่อ เหง้า ยำ แกล้มแหนม
เข็ม	Rubiaceae	ยอด ดอกใส่ยำ ข้าวยำ สลัด
คอแห้ง	Violaceae	ยอดรสฝาดมัน เป็นผักจิ้ม
แคบ้าน	Leguminosae	ผลอ่อน ทำส้มตำแทนมะละกอ
งิ้ว งิ้วบ้าน งิ้วแดง	Bombacaceae	ใบอ่อน ดอกตูม ผลรสมันจืด แกล้มยำ เป็นผักจิ้ม
จวง เทพธาโร	Lauraceae	ยอดอ่อน กลิ่นหอม จิ้มน้ำพริก
จิกนา กระโดนน้ำ	Barringtoniaceae	ยอด ดอกอ่อน ยำ แกล้มส้มตำ ลาบ น้ำพริก ยำไข่มด
ฉิ่ง มะเดื่อข้าว	Moraceae	ผลอ่อน ผักสด จิ้มน้ำพริก
ชงโค ผักเสี้ยว	Leguminosae	ผลอ่อนรสฝาด แกล้มป่น แกง ซุป/ห่อหมกหน่อ
ชมพู่น้ำดอกไม้	Myrtaceae	ยอดอ่อน แกล้มลาบ น้ำพริก ยำมะแปบ ยำถั่วฝักยาว
ชมพู่สาแหรก	Myrtaceae	ยอดเป็นผักจิ้ม ลาบ ยำมะแปบ/ ถั่ว เกสรยำ ใส่ข้าวยำ
ชะพลู ผักปูลิง	Piperaceae	ใบอ่อน ห่อเมี่ยงคำ แกล้มตำส้มโอ ตำมะม่วง

ชื่อพืชผัก	ชื่อวงศ์	ประโยชน์
ชะมวง	Guttiferae	ยอด นำมาส้า แกล้มลาบ เป็นผักจิ้ม
ชะอม	Leguminosae	ยอด แกล้มตำรสเปรี้ยวต่างๆ น้ำพริก
ชะเอมเทศ	Leguminosae	ยอด ผล ดอกอ่อน จิ้มน้ำพริก
ชา	Theaceae	ใบ แกล้มลาบ ก้อย ลู่ ส้า(ห่อตองค้างคืนก่อนให้ยางออก)
ช้าเลือด ผักปู่ย่า	Leguminosae	ยอด เป็นผักส้า แกล้มซุปหน่อไม้
ชำมะเรียง บะเถ้า	Sapindaceae	ยอด ยำ จิ้มน้ำพริกม่วง น้ำพริกร้า
แซะ	Leguminosae	ยอดรสมัน จิ้มน้ำพริก
ดาวกระจาย	Compositae	ดอกตูม จิ้มน้ำพริก ใส่ยำ
ดาวเรือง	Compositae	ใบ ดอกบาน ใส่ยำเช่นยำดอกดาหลา แกล้มขนมจีน
ดาหลา กาหลา	Zingiberaceae	ดอกตูม หน่อ ยำ ใส่ข้าวยำ จิ้มน้ำพริก แกง
ดีปลี/ดีปลีเชือก	Piperaceae	ผลอ่อน ยอด แกล้มลาบ ยำ
ต่อไส้ เพี้ยฟาน	Sapindaceae	ยอด เป็นผักจิ้ม แกล้มลาบ
ตะคร้อ มะโจ๊ก	Sapindaceae	ผลดิบ-ตำ เนื้อผลแก่ แช่ซีอิ๊วกินกับข้าวต้ม
ตะไคร้	Graminae	ต้นสด ยำ ใส่ข้าวยำ ทำเมี่ยง แกล้มแจ่ว
ตะแบก	Lythraceae	ยอด เป็นผักจิ้ม
ตะลิงปลิง	Averrhoaceae	ผลอ่อนใส่ยำ/น้ำบูดู เป็นผักเหนาะ ยอดแกล้มลาบ
ตับเต่านา	Hydrocharitaceae	ยอด จิ้มน้ำพริก
ตาลปัตรฤาษี	Alismataceae	ก้านใบ/ดอก แกล้มส้มตำ ลาบ ป่น
ตาลหม่อน	Compositae	ยอด เป็นผักจิ้มน้ำพริกต่างๆ
ตำลึง	Cucurbitaceae	ยอด ใบ จิ้มน้ำพริกต่างๆ
ตูน	Araceae	ลำต้น แกล้มส้มตำ ยำรสเปรี้ยว
แตงกวา	Cucurbitaceae	ผลอ่อน ยำ แกล้มน้ำพริกต่างๆ ลาบ
แตงไทย	Cucurbitaceae	ผลอ่อน แกล้มน้ำพริก
แต้ว ติ้วขาว	Guttiferae	ยอด แกล้มลาบ ก้อย ป่น ดอกนำมายำ
ถอบแถบ	Connaraceae	ยอด ดอก จิ้มน้ำพริก แกล้มลาบ ก้อย ป่น แจ่ว
ถั่วฝักยาว	Papillionacea	ฝักอ่อนนำมาตำ เป็นผักจิ้มน้ำพริก แกล้มส้มตำ แกงเผ็ด
ถั่วพู	Papilionaceae	ฝักอ่อนนำมายำ แกล้มน้ำพริก แกงเผ็ดต่างๆ
ถั่วมะแฮะ	Papilionaceae	ฝักสด ดอก รสฝาดหวาน ผักจิ้ม ยำ ทำส้า
ถั่วลันเตา	Papilionaceae	ฝักอ่อน ยอด เป็นผักแกล้ม
เถาคันขาว	Vitaceae	ยอดเครือหุนแป รสเปรี้ยว จิ้มน้ำพริก แจ่ว

ชื่อพืชผัก	ชื่อวงศ์	ประโยชน์
ทวย	Eleocarpaceae	ยอด รสเปรี้ยวกินกับขนมจีน
ทองหลาง	Papilionaceae	ยอด ใบ ทำเมี่ยงคำ จิ้มน้ำพริกตาแดง/ร้า ตำมะม่วง
ท้าวยายม่อม	Verbenaceae	ยอด ดอกอ่อนหญ้าเล็งจ้อน จิ้มน้ำพริก ใส่ยำ
ทำมัง แมงดาต้น	Lauraceae	เปลือกต้นทำน้ำพริก ยอด กินกับขนมจีน ข้าวยำ
เทียนตาตั๊กแตน	Umbelliferae	ผักชีลาว แกล้มลาบ น้ำพริก ขนมจีนน้ำยา
น้อยหน่า	Annonaceae	ยอด รสฝาดมันขม แกล้มลาบ ยำ
นางแย้มป่า	Verbenaceae	ยอด เป็นผักจิ้ม
นุ่น	Bombacaceae	ผลอ่อน ยอด รสมันจืด จิ้มน้ำพริกแดง/ปลา/ร้า
เนียง	Leguminosae	ผล เพาะในฟาง ดอง เป็นผักจิ้ม ผักแกล้ม
เนียมหูเสือ	Labiatae	ใบ แกล้มลาบ ก้อย ซุปหน่อ
บวบเหลี่ยม	Cucurbitaceae	นิยมใช้ผลอ่อน ยอดเป็นผักสดมากกว่าบวบหอม บวบงู
บอนตะเกียบ	Araceae	ก้านที่ลอกผิวกินสด จิ้มน้ำพริก
บัวบก	Umbelliferae	ใบและเถา ยำ แกล้มผัดไทย ส้มตำ ลาบ แจ่ว ป่น
บัวบกใหญ่	Umbelliferae	ยอด ใบอ่อนผักหนอกดอย แกล้มส้มตำ
บัวสาย	Nymphaeaceae	ก้านใบ ไหล แกล้ม น้ำพริก แกงส้ม
บัวหลวง	Nymphaeaceae	ยอดอ่อน ไหล แกล้ม น้ำพริก แกงส้ม
ปันแกล กระบุง	Mimosaceae	ยอด รสมันหวาน เป็นผักจิ้ม
ปีบ	Bignoniaceae	ยอด แกล้มลาบ
เปราะหอม	Zingiberaceae	หัวใส่น้ำพริกให้หอม แกล้มยำหน่อ
ผักกระเฉด	Mimosaceae	ยอด ใบ ลำต้นอ่อน เป็นผักจิ้มน้ำพริก ยำ
ผักกระสัง	Peperomiaceae	ลำต้น ใบ เป็นผักจิ้ม
ผักกะเดียง บีเอียน	Hydrophyllaceae	ยอด รสขมจาง เป็นผักจิ้มน้ำพริก
ผักกาดกวางตุ้ง	Cruciferae	ต้นอ่อน ส้าผักกาดน้อย เป็นผักจิ้ม
ผักกาดกุง	Cruciferae	ทั้งต้นเหนือดินเป็นผักแกล้ม ดองกินกับป่น
ผักกาดนกครูด	Compositae	ยอด เป็นผักจิ้ม
ผักกาดนา	Compositae	ตังโอ๋ไทย หญ้าดอกฟุ้ง ยอด ใบสดและดอง เป็นผักจิ้ม
ผักกาดน้ำ	Plantaginaceae	ทั้งต้นเหนือดิน เป็นผักจิ้ม
ผักก้านก่อง	Compositae	ใบอ่อน แจ่ว ป่นลาบ ส้มตำ แกงหน่อ
ผักกูด	Athyriaceae	ยอดรสเผ็ด จิ้มของรสเปรี้ยว น้ำผัก น้ำพริกแดง/ร้า

ชื่อพืชผัก	ชื่อวงศ์	ประโยชน์
ผักขาเขียด อีฮึน	Pontederiaceae	ทั้งต้น รสจืด เย็น แกล้มลาบ ป่น แจ่ว
ผักขี้หูด	Cruciferae	ฝักอ่อนแกล้มตำขนุน น้ำพริก
ผักแขยง	Scrophulariaceae	ต้นและใบ จิ้มน้ำพริก
ผักคราด ผักเผ็ด	Compositae	ยอด ใบ ดอก เป็นผักจิ้ม
ผักชีช้าง	Umbelliferae	ยอด ใบอ่อน จิ้มน้ำพริก
ผักชีน้ำ ผักชีล้อม	Umbelliferae	ยอด ใบอ่อนผักอันอ้อ แกล้ม ลาบ ป่น แจ่ว
ผักชีฝรั่ง	Umbelliferae	ยอด ใบหอมป้อมกุลา แกล้มส้มตำ ใบ ใส่ลาบ ก้อย ยำ
ผักชีไร่ หอมแย่	Umbelliferae	ใบใส่แกงหน่อ แกงเลา แกงหวาย
ผักชีล้อม	Umbelliferae	ยอด จิ้มน้ำพริก
ผักชีลาว	Apiaceae	ต้นและใบ จิ้มน้ำพริก
ผักเชียงดา	Asclepiadaceae	ยอด แกล้มน้ำพริกอ่อง/ดำ/ร้า หน้าฝนมักมีรสเฝื่อน
ผักตบชวา	Pontederiaceae	ยอด ใบอ่อน ดอกอ่อน เป็นผักจิ้ม
ผักตบไทย/เขียด	Araceae	ยอด ดอกอ่อน/ก้านดอก จิ้มน้ำพริก
ผักบุ้ง	Convolulaceae	ยอด ใบอ่อน แกล้มส้มตำ
ผักเบี้ยใหญ่	Portulacaceae	ยอดอ่อนของเอื้องดิน ใส่สลัด แกล้มซุปหน่อ
ผักปลาบ	Commelinaceae	ยอด รสหวานเย็นแกล้มน้ำพริก ลาบ น้ำตก
ผักไผ่	Polygonaceae	ยอดจิ้มน้ำพริกปลาทู ลาบ ก้อย ใบซอยใส่ลาบ
ผักแว่น	Marsiliaceae	ใบและก้าน แกล้มส้มตำ ลาบ ป่น แกง/ซุป/ห่อหมกหน่อ
ผักเสี้ยน	Capparidaceae	ยอดอ่อน-ดอง ใช้เป็นผักจิ้ม
ผักแส้ว เถาวัลย์ดำ	Asclepiadaceae	ยอด รสขมอมหวาน เป็นผักจิ้ม
ผักหนาม	Araceae	ยอด ดอกอ่อน- ดองจิ้มน้ำพริกร้า ขนมจีน
ผักหวานบ้าน	Euphorbiaceae	ยอด ใบอ่อน ผลอ่อน ยำปลาทูนึ่ง น้ำพริกไข่มดแดง
ผักหวานป่า	Opiliaceae	ยอด ใบอ่อน ผลอ่อน จิ้มลาบ น้ำพริกแดง/ร้า
ฝรั่ง	Myrtaceae	ยอด แกล้มลาบ ผลสุก-สีแดงห้ามกินตอนไข้
ฝอยทอง	Cuscutaceae	เถาเครือเขาคำ รสขม ใส่ยำมะเขือ
พริกขี้หนู	Solanaceae	ยอด ใบ รสมันหวาน เป็นผักจิ้ม ผลใส่น้ำพริก
พริกไทย	Piperaceae	ผลอ่อน แก่ ใส่น้ำพริก ยำ
พลองเหมือด	Melastomataceae	ยอด รสฝาดหวาน กินกับก้อยกุ้ง ผลสุกเป็นผลไม้
พลูแก	Piperaceae	ใบ เป็นผักจิ้ม

ชื่อพืชผัก	ชื่อวงศ์	ประโยชน์
พลูคาว	Saururaceae	ยอด ใบ แกล้มลาบ ป่น แจ่ว ซุป
พะยอม	Dipterocarpaceae	ดอก นำมายำ เป็นผักจิ้ม
พังโหม	Rubiaceae	ยอดตดหมูตดหมา แกล้มน้ำพริก ตำมะม่วง ใส่ข้าวยำ
พันตัน	Theaceae	ยอด รสฝาด จิ้มน้ำพริก
พิลังกาสา	Myrsinaceae	ผล ยอดผักจ้ำ จิ้มน้ำพริก ใส่ส้าผัก แกล้มตำไข่มดแดง
เพกา บะลิดไม้	Bignoniaceae	ยอดอ่อน ขมแกล้มลาบ
แพงพวยน้ำ	Onagraceae	ยอดผักปอดน้ำ ยำ ผักจิ้ม
ไพล	Zingiberaceae	ใบ ดอก หน่อ เหง้าอ่อน แกล้มส้มตำ ลาบ ก้อย
แฟบ (หูลิง)	Combretaceae	ผลอ่อน จิ้มน้ำพริก
มะกรูด	Rutaceae	ใบ ผล ใส่ยำ ข้าวยำ
มะกล่ำตาช้าง	Leguminosae	ยอด รสมันหวาน จิ้มน้ำพริก
มะกอก กอกกุก	Anacardiaceae	ผลสุกใส่ส้มตำ น้ำพริก ส้าผักกาด ยอด ใบ แกล้มลาบ ลู่
มะกอกฝรั่ง	Anacardiaceae	ยอด ใบอ่อนจิ้มน้ำพริกร้า หลน ลาบ ผลทำส้มตำใส่พล่า
มะขาม	Caesalpiniaceae	ดอก ใบอ่อน นำมายำ ฝักอ่อนทำตำและน้ำพริก
มะขามเทศ	Mimosaceae	เนื้อหุ้มเมล็ดผลห่าม รสฝาดมันเป็นผักแกล้ม
มะเขือไข่เต่า/ขาว	Solanaceae	ผลดิบมะเขือขาว กินสดหรือดองร่วมกับผักกุ่มผักเสี้ยน
มะเขือเครือ	Cucurbitaceae	ยอดอ่อน ผลมะระแม้ว นำมาตำ ยำ เป็น ผักจิ้ม
มะเขือแจ้	Solanaceae	ผลดิบ เป็นผักจิ้ม
มะเขือเทศ	Solanaceae	ใส่ยำ ส้มตำ น้ำพริก
มะเขือเปราะ	Solanaceae	ผล ใส่ส้มผัก ตำกล้วย/ ตำซั่ว ห้ามใช้ในคนที่ไอ
มะเขือพวง	Solanaceae	ผล แก้มลาบ ก้อย ป่น แจ่ว
มะงั่ว มะนาวควาย	Rutaceae	ใบแก่ ซอยใส่ลาบดับกลิ่นคาว ผลใช้แทนมะนาว
มะดัน	Guttiferae	ยอด ใบอ่อนแกล้มน้ำพริก ผลซอยใส่ข้าวคลุกกะปิ ดอง
มะเดื่ออุทุมพร	Moraceae	ช่อดอก ผลอ่อน เป็นผักจิ้มน้ำพริก
มะตูม มะปิน	Rutaceae	ยอด จิ้มน้ำพริก
มะปรางและมะปริง	Anacardiaceae	ยอด เป็นผักจิ้ม
มะพูด	Guttiferae	ใบอ่อน เป็นผักจิ้ม
มะเฟือง	Averrhoaceae	ยอด ใช้แกล้มลาบ ก้อย ผลนำมายำใส่สลัด
มะม่วง	Anarcadiaceae	ผลดิบ ปรุงรสแทนมะนาว ยำ ทำน้ำพริก

ชื่อพืชผัก	ชื่อวงศ์	ประโยชน์
มะม่วงหิมพานต์	Anarcadiaceae	ใบอ่อน ยอด เป็นผักจิ้ม
มะมุด	Anarcadiaceae	ผลอ่อนยำ จิ้มน้ำพริก แกล้มขนมจีน
มะยม	Euphorbiaceae	ยอด ใบ-แกล้มแหนม ส้มตำ ผลห่ามรสฝาดมัน-ตำ
มะละกอ	Caricaceae	ผลห่าม ตำ ยอด-ดองเป็นผักจิ้ม
มะแว้งเครือ	Solanaceae	ผล จิ้มน้ำพริก
มะแว้งต้น	Solanaceae	ผลอ่อน แกล้มป่น แจ่ว ลาบ ก้อย ตำน้ำพริก
มะสัง	Rutaceae	ยอด แกล้มลาบ ก้อย ซุปหน่อไม้ ผลใช้แทนมะนาว
มะอึก	Solanaceae	ผลแก่ ใส่ส้มตำ น้ำพริกกะปิ
มังคุด	Guttiferae	ใบอ่อน ดองจิ้มน้ำพริก
มันแกว มันละแวก	Papilionaceae	ฝัก เมล็ดอ่อน แกล้มส้มตำ หัวสดเป็นอาหารว่าง
มันปู ยอดเทะ	Euphorbiaceae	ยอด รสหวานมัน นิยมกินกับขนมจีน
มันสำปะหลัง	Convolvulaceae	ยอด จิ้มน้ำพริกปลา/ร้า ลาบ ก้อย
เม็ก	Myrtaceae	ยอดอ่อน เป็นผักจิ้ม
เม่าไข่ปลา	Stilaginaceae	ยอด ดอก ผลอ่อน เป็นผักจิ้ม
แมงลัก กอมก้อขาว	Labiatae	ยอด ใบอ่อน แกล้มขนมจีนน้ำยา
โมกเครือ ไส้ตัน	Apocynaceae	ยอด ตำ แกล้มลาบ เมี่ยง น้ำพริกแดง/ร้า
ยอ	Rubiaceae	ใบใส่ข้าวยำ ผลห่ามนำมาตำ
ย่านาง ผักจอยนาง	Menispermaceae	ยอด รสหวานสุขุม แกล้มลาบ น้ำพริกแดง/ร้า
ยี่หร่า โหระพาช้าง	Labiatae	ยอด ใบใส่ยำ
รวย (หญ้าช้อง)	Myrsinaceae	ทั้งกอ จิ้มน้ำพริก
เร่ว หมากอี้	Zingiberaceae	ผล เป็นผักจิ้มน้ำพริก
ลำแพน	Sonneratiaceae	ดอก ยอด ผล เป็นผักจิ้ม
เล็บครุฑฝอย	Araliaceae	ยอด แกล้มลาบ ก้อย
เล็บเลาะ บีงูเห่า	Rutaceae	ยอด แกล้มขนมจีนน้ำยา ส้มตำ
เลา แขมดอกขาว	Graminae	ยอด โคนต้นอ่อนคาหลวง เป็นผักจิ้ม
เลียบ ผักเฮือด	Moraceae	ยอด แกล้มน้ำพริกตาแดง นิยมกินฤดูร้อนซึ่งมีรสเปรี้ยว
ว่านกีบแรด	Marattiaceae	ยอดอ่อนผักกูดยักษ์ เป็นผักจิ้ม
ส้มกบ	Oxalidaceae	ส่วนเหนือดิน นำมาดองหรือใส่สลัด
ส้มกุ้งน้อย	Vitidaceae	ยอด รสฝาดเปรี้ยว จิ้มอาหารแทบทุกชนิด

ชื่อพืชผัก	ชื่อวงศ์	ประโยชน์
ส้มป่อย	Mimosaceae	ยอด ใบอ่อน ดอก แกล้มลาบ คั่วถั่วเน่า
ส้มลม	Apocynaceae	ใบ แกล้มลาบ แจ่วบอง ป่น
ส้มส้า	Myricaceae	ใบอ่อนกลิ่นหอม กินเป็นผักสด ยำ
สมอไทย	Combretaceae	ผลห่ามของมะนะ/สมออัพยา ใส่น้ำพริกกะปิ/ร้า/แดง
สะค้าน	Piperaceae	ใบอ่อน แกล้มลาบ ก้อย
สะเดา	Meliaceae	ยอด ดอกอ่อน จิ้มน้ำพริก น้ำปลาหวาน
สะตอ	Mimosaceae	ยอด/เมล็ดแกล้มแกงเผ็ด น้ำพริก เมล็ดใส่ข้าวยำ ดอง
สะมัด ส่องฟ้า	Rutaceae	ยอด แกล้มลาบ ก้อย ซุปหน่อไม้
สะระแหน่	Labiatae	ใบ ใส่ยำ พล่า แกล้มตำมะเขือ
สะอึก	Convolvulaceae	ยอด จิ้มน้ำพริก
สันตะวาใบพาย	Hydrocharitaceae	ก้านและใบอ่อน แกล้มแจ่ว ป่น
เสม็ดขาว	Myrtaceae	ใบ จิ้มน้ำพริก ยอดขาวอร่อยกว่ายอดแดงซึ่งฝาด
เสม็ดชุน	Myrtaceae	ยอด แกล้มน้ำพริก ส้มตำและแกงเผ็ดต่างๆ
โสน	Papilionaceae	ดอก ยอด จิ้มน้ำพริกกะปิ/ร้า/มะขาม
โสมไทย	Portulaceae	ใบ ดอก ต้นอ่อน จิ้มน้ำพริก
หงอนไก่	Amaranthaceae	ใบอ่อน รสฝาด จิ้มน้ำพริก
หนาด	Compositae	ยอด ใบอ่อน จิ้มน้ำพริก
หม่อน	Moraceae	ยอด ใบอ่อน จิ้มน้ำพริกแดง/หนุ่ม/ร้า
หว้า	Myrtaceae	ยอด จิ้มน้ำพริก
หัสคุณ หมุย	Rutaceae	ยอด ดอก แกล้มแกงไตปลา น้ำพริก ขนมจีน
หางปลาช่อน	Compositae	ยอดผักบั้ง รสจืดเย็น จิ้มน้ำพริก แกล้มลาบ ส้มตำ ก้อย
หูยาน	Celastraceae	ยอดอ่อน รสฝาดมัน เป็นผักจิ้ม
หูเสือ	Labiatae	ยอด ใบหอมด่วนหลวง แกล้มลาบ ก้อย
เหรียง สะตือ	Mimosaceae	เมล็ด นำมาดองโดยตัดท้ายก่อน เป็นผักจิ้ม
เหลียง	Boraginaceae	ใบอ่อน ยอดอ่อน เป็นผักจิ้ม
โหระพา	Labiatae	ใบ แกล้มลาบ น้ำตก ก๋วยเตี๋ยว
โหระพาน้ำ	Labiatae	ยอดผักแมงดา แกล้มลาบ ก้อย
อบเชยเถา	Asclepiadaceae	ผล ยอด จิ้มน้ำพริก
อโศกน้ำ ส้มสุก	Caesalpiniaceae	ดอกอ่อน ใบอ่อนใส่ส้า จิ้มน้ำพริก

ชื่อพืชผัก	ชื่อวงศ์	ประโยชน์
อ้อยดำ	Graminae	หน่ออ่อนจิ้มน้ำพริก น้ำอ้อยรสขมใช้ปรุงยา
อัญชัน	Papilionaceae	ยอด/ดอก เป็นผักจิ้ม ดอกใส่ยำ
อินทนิล	Lythraceae	ยอดอ่อน เป็นผักจิ้ม
เอื้องเพ็ดม้า	Polygonaceae	ยอด ลำต้นอ่อนผักไผ่น้ำ จิ้มน้ำพริก แกล้มลาบ
เอื้องหมายนา	Zingiberaceae	หน่ออ่อน ดอกตูม จิ้มน้ำพริก

ตารางที่ 3 ตัวอย่างเมล็ดพืชและการนำมาบริโภค [2]

เมล็ดพืช	การนำมาบริโภค
ถั่วเหลือง (Soybean) *Glycine max*	ถั่วงอกหัวโต ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว ถั่วหมัก
ถั่วเขียว (Mung bean, Green gram) *Vigna radiata* Wilczek	ถั่วงอก
ถั่วแดง (Lentil) *V. len* L.	ถั่วงอก ฝักสดใช้เป็นผัก
ถั่วลันเตา (Pea) *Pisum sativum* L.	ผักโตวเมี้ยว ยอด ฝักอ่อน
ถั่วแระ (Piegeon pea) *Cajanus cajan* Millsp	ใช้แทนถั่วเหลืองในการทำถั่วหมัก (เมล็ดสดและฝักใช้เป็นผัก)
ถั่วหัวช้าง (Chickpea) *Cicer arietinum* L.	นิยมใช้ในรูปถั่วซีก ฝักสดใช้เป็นผัก
ถั่วแปบ (Hyacinth bean) *Dicholas lablab*	ถั่วงอก ฝัก/เมล็ดอ่อน ยอด ช่อดอก ใช้เป็นผัก
ถั่วแขก (Common bean) *Phaseolus vulgaris*	ฝักอ่อนเป็นผัก ยอดใช้แทนผักขม
ถั่วราชมาษ (Lima bean) *P. lunatus* L.	ยอดถั่วงอก ใบ ฝัก เมล็ดอ่อน ใช้เป็นผัก
ศุภโชค นุ่นน้ำ (Malabar chestnut) *Pachira aqquatica* L	เมล็ดอ่อน ใบอ่อนและดอกใช้เป็นผัก

ตารางที่ 4 เมล็ดพืชที่นิยมนำมาเพาะที่อุณหภูมิห้องเป็นกล้าอ่อนและนำมาบริโภค [2, 11]

เมล็ด	เวลาที่ใช้ใน		หมายเหตุ
	การแช่น้ำ (ชม.)	การเพาะ (วัน)	
ข้าวสาลี	12	2 - 4	นิยมนำมาปลูกต่อให้เป็นกล้าอ่อน และคั้นน้ำดื่ม
ถั่วเขียว	12	2 - 3	อาจนำเมล็ดมาแช่น้ำร้อนที่ 80° ซ 6 ชั่วโมงก่อน เพื่อทำลายเชื้อรา ควรรดน้ำทุก 2 -3 ชม. และเพาะในที่มืด จะได้ถั่วงอกรสหวาน
ถั่วเหลือง	12	3 - 4	ควรเปลี่ยนน้ำบ่อยๆ ถั่วงอกจะหัวโต รสดี
ถั่วลันเตา	18	2 - 3	ควรเติมน้ำถึง 2 ครั้ง เพราะเมล็ดดูดน้ำมาก
ถั่วดำ	12	2 - 3	
เมล็ดทานตะวัน	18	1 - 2	กล้าอ่อนเพาะขึ้นง่าย
เมล็ดงา	12	2	ถ้ากล้าออกยาวเกินไป จะมีรสขม ควรแค่ $^1/_4$ นิ้ว
อัลฟาลฟา	12	3 - 5	

ตารางที่ 5 ตัวอย่างผลไม้ที่สามารถรับประทานสดได้ตามฤดูกาล [63-65]

ชนิดของผลไม้	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
กระเจี๊ยบ (Rosella) *Hibiscus sabdariffa* L	✓										✓	✓
กระท้อน (Santol) *Sandoricum koetjape*					✓	✓	✓					
กระเบาใหญ่ *Hydnocarpus anthelminthics*						✓	✓	✓	✓			
กล้วยไข่ (Banana) *Musa acuminate* Colla								✓	✓	✓	✓	
เกด *Manilkara hexandra* (Roxb.) Dubard								✓	✓	✓	✓	
ขนุน (Jackfruit) *Artocarpus heterophyllus* Lamk.	✓	✓	✓	✓	✓							
เขลง ลูกหยี (Velvet tamarind) *Dialium cochinchinense* Pierre						✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ไข่เน่า *Vitex glabrata* R.Br.								✓	✓	✓		
คอแลน ลิ้นจี่ป่า มะแงว *Nephelium hypoleucum* Kurz			✓	✓								
ไคร้ย้อย *Elaeocarpus grandiflorus* Sm.			✓	✓	✓							
เงาะ (Rambutan) *Nephelium lappaceum*					✓	✓	✓	✓	✓			
จัน *Diospyros decandra* Lour.						✓	✓	✓	✓			
ชมพู่ *Syzygium*	✓	✓	✓								✓	✓
ชมพู่ม่าเหมี่ยว (Malay apple) *Syzygium malaccense*					✓	✓						
ชะมวง *Garcinia cowa* Roxb. ex DC.				✓	✓							

ชนิดของผลไม้	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ชำมะเลียง *Lepisanthes fruticosa* (Roxb.)	✓	✓										
ตะขบป่า มะเกว๋น *Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr.			✓	✓								
ตะคร้ำ หวีด *Garuga pinnata* Roxb.						✓	✓	✓				
ตาล *Borassus flabellifer* L.	✓	✓	✓	✓								✓
แตงไทย (Musk melon) *Cucumis melo* L										✓	✓	✓
แตงโม (Water melon) *Citrullus lanatus* Matsum & Nakai	✓	✓	✓	✓						✓	✓	✓
ทุเรียน (Durian) *Durio zibethinus*				✓	✓	✓	✓					
น้อยหน่า (Sugar apple) *Annona squamosa* L						✓	✓	✓	✓			
น้อยโหน่ง (Custard apple) *A.recticulata* L			✓	✓								
พะวาส้ม *Garcinia wallichii* Choisy	✓	✓	✓	✓								✓
พิลังกาสา รามใหญ่ *Ardisia elliptica* Thunb						✓	✓	✓	✓			
พุทรา (Jujube) *Ziziphus mauritiana* Lam.	✓										✓	✓
มะกอกน้ำ *Elaeocarpus hygrophilus* Kurz										✓	✓	✓
มะกอกป่า กอกกุก (Hog plum) *Spondias pinnata* (L.f.) Kurz			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
มะกอกฝรั่ง (Jew s plum) *Spondias eytherea* Sonn										✓	✓	
มะเกี๋ยง *Cleistocalyx nervosum*							✓					

ชนิดของผลไม้	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
มะขวิด (Wood apple) *Limonia acidissima* L.										✓	✓	✓
มะขาม (Tamarind) *Tamarindus indica* L.	✓	✓	✓									
มะขามเทศ (Manila tamarind) *Pithecellobium dulce* Benth		✓	✓									
มะขามป้อม *Phyllanthus emblica* L.	✓										✓	✓
มะตาด ส้านใหญ่ *Dillenia indica* L.							✓	✓	✓	✓		
มะตูม (Bael) *Aegle marmelos* (L.) Correa ex Roxb.	✓	✓										✓
มะปราง (Plum mango) *Bouea macrophylla* Griff			✓	✓	✓							
มะพลับ *Diospyros malabarica* (Desr.) Kostel.							✓	✓	✓	✓	✓	✓
มะพูด *Garcinia dulcis* (Roxb.) Kurz					✓	✓						
มะเฟือง (Star fruit) *Averrhoa carambola* L	✓										✓	✓
มะไฟ (Burmese grape) *Baccaurea ramiflora* Lour					✓	✓	✓					
มะม่วง (Mango) *Mangifera indica*			✓	✓	✓	✓						
มะยม (Star gooseberry) *Phyllanthus acidus* Skeels		✓	✓		✓							
มะสัง *Feroniella lucida* (Scheff.) Swingle		✓	✓	✓	✓	✓	✓					
มังคุด (Mangosteen) *Garcinia mangostana*					✓	✓	✓	✓	✓			
ลองกอง (Longong) *Lansium* sp.							✓	✓	✓			

ชนิดของผลไม้	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ละมุด (Sapodilla) *Manikara zapota*									✓	✓	✓	✓
ละมุดสวรรค์ มอนไข่ (Egg fruit) *Lucuma nervosa* DC			✓	✓								
ลางสาด (Langsat) *Lansium domesticum* Correa							✓	✓	✓	✓		
ลำดวน *Melodorum fruticosum* Lour.						✓	✓	✓				
ลำไย (Longan) *Dimocarpus longan* Lour						✓	✓	✓				
ลิ้นจี่ (Lychee) สีรามัน *Litchi chinensis* Sonn.		✓	✓	✓	✓	✓						
สตรอเบอรี่ (Strawberry) *Fragaria ananassa*	✓	✓										✓
ส้มเกลี้ยง (Sweet orange) *Citrus sinensis* Osbeck									✓	✓	✓	
ส้มเขียวหวาน (Tangerine orange) *Citrus reticulate* Blanco.	✓	✓							✓	✓	✓	✓
ทับทิม (Pomegranate) *Punica granatum*			✓	✓	✓							
สมอไทย มะนะ *Terminalia chebula* Retz. var.chebula									✓	✓	✓	
ส้มโอ (Pomelo) *Citrus maxima* Merr.							✓	✓	✓	✓		
สละ (Salak) *Salaccs zalacca*						✓	✓					
ส้านช้าง *Dillena pentagyna* Roxb.			✓	✓	✓	✓						
เสาวรสม่วง (Passion fruit) *Passiflora eludes*									✓	✓	✓	✓
หมักม่อ *Rothmannia wittii* (Craib) Bremek.			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

ชนิดของผลไม้	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
หว้า มะห้า (Black Plum) *Syzygium cumini* (L.) Skeels				✓	✓							
องุ่น (Grape) *Vitis vinifera*	✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓
อโวคาโด ลูกเนย *Persia americana*							✓	✓	✓	✓	✓	

ตารางที่ 6 ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม) ในอาหารไทยส่วนที่กินได้ 100 กรัม [66]

อาหาร	ความชื้น (หน่วย)	แคลเซียม (มก.)	ฟอสฟอรัส (มก.)
ธัญพืช & ผลิตภัณฑ์			
ขนมปังปอนด์	20.0	22	121
ข้าวเจ้ากล้อง	11.7	4	107
ข้าวมันปู	11.9	16	120
ข้าวเหนียวดำ	11.8	26	65
รากและหัว*			
เผือก	70.0	84	54
มันเทศสีเหลือง	75.2	98	46
หัวผักกาด	93.7	43	20
นัท พืชเมล็ดถั่ว			
งาขาว ดิบ	5.0	91	714
งาขี้ม้อน ดิบ*	7.2	442	284
งาดำ, ดิบ*	5.3	1100	570
ถั่วแดงหลวง, ดิบ*	12.0	965	415
ถั่วแปะยี, ดิบ	6.4	592	481
ถั่วแระ, ดิบ	64.7	28	19
ถั่วเหลือง, ดิบ	11.1	245	500
เมล็ดบัว, ดิบ	14.3	335	342
ผลไม้			
กล้วยหอม	66.3	26	46
เงาะสีชมพู	80.4	37	18
ทุเรียนกระดุม	70.9	49	27
มะขามหวาน	12.4	141	165
มะม่วงแก้วสุก	76.7	34	10
ส้มเขียวหวาน	89.9	30	24

อาหาร	ความชื้น (หน่วย)	แคลเซียม (มก.)	ฟอสฟอรัส (มก.)
ผัก			
กระถิน, ยอด	80.7	137	9.2
ขี้เหล็ก, ใบ	57.8	156	190
ผักฮ้วน, ดอก*	87.0	113	59
ตำลึง, ยอด	90.7	126	30
ถั่วลันเตา	84.9	171	115
ชะพลู, ใบ	69.5	601	30
บัวบก, ใบ	86.0	146	30
แมงลัก, ใบ	89.9	140	40
ใบยอ	77.3	841	46
ผักกะเฉด	89.4	387	7
ผักเตา	92.8	132	38
พริกไทยอ่อน	72.0	152	23
มะขามผักสด	75.6	429	14
มะเขือพวง	81.9	158	110
ผักแส้ว	86.6	142	66
ผักฮ้วน, ยอด	82.8	104	90
สะเดา, ยอด	77.9	354	26
สะแล	78.1	349	4
เทียบกับ			
เนื้อ นม ไข่			
หมู, ตับ	73.2	11	232
กุ้งแห้งตัวเล็ก	16.1	2305	625
ปลาทู	72.0	170	60
ไข่ไก่	93.5	126	204
นมเม็ดสวนดุสิต	2.0	481	454

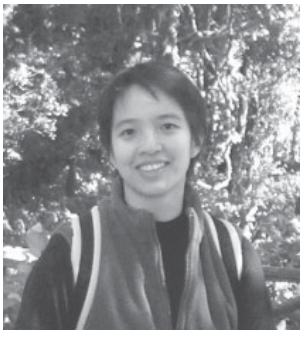
ตารางที่ 7 ตำอีสาน องค์ประกอบ เครื่องปรุง และผักที่นิยมแกล้ม [67]

อาหาร	องค์ประกอบ	เครื่องปรุง	ผักแกล้ม
ตำกระถิน (ฝัก)	ฝักกระถินอ่อน หั่น มะนาว มะขามเปียก	กระเทียม พริก ซีอิ๊ว น้ำร้า	มะเขือเปราะ
ตำกระท้อน	กระท้อน น้ำตาล	กระเทียม พริก ซีอิ๊ว น้ำร้า กระถิน	ใบชะพลู ใบมะยม ตูน
ตำกล้วย	มะเขือขื่น (มะเขือเปราะ) มะเฟือง	กระเทียม พริกขี้หนูแห้ง ซีอิ๊ว น้ำร้า มะนาว/มะขาม น้ำตาล	ใบมะนาวอ่อน ใบมะกรูดอ่อน แมงลัก
ตำกล้วย (ปลี)	ปลีกล้วย มะเขือ ตะไคร้	พริก ซีอิ๊วขาว น้ำร้า มะนาว มะขาม น้ำตาล	ใบมะนาวอ่อน ตะไคร้อ่อน มะเขือเปราะ
ตำกล้วยตานี	กล้วยตานีดิบ มะเขือขื่น	พริกขี้หนูแห้ง ซีอิ๊ว น้ำร้าเจ มะนาว น้ำมะขาม น้ำตาลทราย	ใบมะนาวแก่ ใบมะยม ใบชะพลู ก้านมะละกอ
ตำข่าอ่อน (ลำ)	ลำต้นข่าอ่อน หั่น	กระเทียม พริก ซีอิ๊ว น้ำร้าเจ มะนาว มะขามเปียก น้ำตาล	ใบมะยมอ่อน ใบมะนาวบ้าน/ ควาย ลูกนุ่นอ่อน
ตำค้อ (ลูกตะคร้อ)	1. ลูกค้อแก่ 2. เปลือกลูกค้อตำละเอียด	พริกป่น ซีอิ๊ว น้ำร้า น้ำตาล มะนาว พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า เกลือ (ตะไคร้)	ผักรสจืดมัน ผักบุ้ง กระถิน ยอดมะยม
ตำแค	ฝักแคอ่อน	มะกอกสุก/มะนาว พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า เกลือ	ผักบุ้ง ถั่วฝักยาว
ตำแตง	แตงกวา มะเขือเทศ	กระเทียม มะขามเปียก พริกขี้หนูสด มะนาว ซีอิ๊ว น้ำร้า	ยอดกระถิน ยอดกระเฉด ถั่วฝักยาว สายบัว ผักบุ้ง
ตำแตงโม (เปลือก)	ปลือกแตงโม	กระเทียม พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า น้ำตาลทราย	ยอดกระถิน ยอดกระเฉด ถั่วฝักยาว สายบัว ผักบุ้ง
ตำถั่ว (ใบ, ยอด)	1. ยอด/ใบอ่อน 2. ฝักกลางแก่กลางอ่อนหั่น มะเขือเทศ	กระเทียม พริก มะขาม มะกอก มะนาว ซีอิ๊ว น้ำร้าเจ น้ำตาล	แตงกวา ผักบุ้ง สายบัว กระถิน ผักพาย
ตำนมวัว (ผลหมากพีพวน)	ผลนมวัวดิบและสุก ข่าอ่อน ตะไคร้หั่นฝอย	พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า เกลือป่น	กระถิน แตงกวา สายบัว ผักพาย ผักบุ้ง

อาหาร	องค์ประกอบ	เครื่องปรุง	ผักแกล้ม
ตำนุ่นอ่อน	ลูกนุ่นอ่อน	กระเทียม มะขามเปียก พริก มะนาว ซีอิ๊ว น้ำร้า น้ำตาล	ใบมะนาวอ่อน ยอดขนุน
ตำผักหนอก	ใบบัวบก	กระเทียม พริก มะขามเปียก ซีอิ๊ว น้ำร้า	รสขมเย็น เผ็ด เปรี้ยว หวาน มัน
ตำมะขาม	1. ฝัก 2. ใบมะขามอ่อน ผลฝรั่งอ่อน/ใบฝรั่ง	พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า เกลือ พริก เกลือ ซีอิ๊ว น้ำร้า น้ำตาล น้ำปูเจ	ผักบุ้ง กระถิน มะเขือเปราะ ตูน ยอดมันสำปะหลัง ผักแขยง มันปลา ชะอม ผักแปม ตูน ถั่วฝักยาว
ตำมะขามป้อม	มะขามป้อม	พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า เกลือ	ใบชิงอ่อน โหระพา ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ
ตำมะพร้าว (กะนาน)	กะลามะพร้าวอ่อน	กระเทียม มะขาม พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า เกลือ น้ำตาล	ผักรสมัน หวาน ยอดและฝักกระถินอ่อน
ตำมะม่วง	ผลมะม่วงห่ามทั้งเปลือก มะเขือพวง	พริก ซีอิ๊ว น้ำปลาร้าเจ น้ำตาล จมูกข้าวสาลี	กระเจียว กระทุงหมาบ้า ชะอม ชะพลู ตูน กระถิน
ตำมะยม	ผลมะยมห่าม ยอดฝรั่ง	พริก ซีอิ๊ว น้ำร้า เกลือ น้ำตาล	มะเขือเปราะ ถั่วมะแฮะ ถั่วฝักยาว ผักบุ้ง
1. ตำมะละกอ 2. ตำซั่ว	1. มะละกอ มะเขือเทศ 2. เพิ่มถั่วงอกสด ผักดอง น้ำยาขนมจีน ขนมจีน	กระเทียม มะขาม พริก มะนาว มะกอก ซีอิ๊ว น้ำร้า น้ำตาล	กระถิน ผักพาย ผักบุ้ง ถั่วฝักยาว, มะเขือลาย
ตำเม่า	ผลมะเม่า	พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า น้ำตาลทราย	มันปลา ผักบุ้ง ถั่วฝักยาว ผักแปม
ตำเมี่ยง	ตะไคร้หั่นฝอย ข่าอ่อนหั่นแว่น	น้ำมะขามเปียก พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า เกลือ	ถั่วมะแฮะ ถั่วแปป มะเขือชื่น มะเดื่อ กล้วยน้ำว้าดิบ ขนุน
ตำยอ (ลูก)	ลูกยอห่าม สับ	1. กระเทียม พริก มะขาม ซีอิ๊ว น้ำร้า น้ำตาล 2. กะปิเจ พริกขี้หนู ซีอิ๊ว น้ำตาล	รสเผ็ดชื่น มะละกอห่าม กล้วยห่าม แตงไทยอ่อน
ตำสมอไทย (หมากส้มมอ)	สมอไทย ข่าอ่อนและตะไคร้หั่นฝอย	พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้า เกลือ	ใบชิง ใบกระเทียม โหระพา

อาหาร	องค์ประกอบ	เครื่องปรุง	ผักแกล้ม
ตำสับปะรด	เนื้อสับปะรดห่าม/แก่ สับ ลูก/ใบฝรั่งอ่อน	พริก ซีอิ๊ว น้ำร้า	ใบมะยม ตูน กระถิน ผักบุ้ง ถั่วฝักยาว กระเฉด
ตำสายบัว	สายบัว	กระเทียม มะขาม พริกขี้หนู มะนาว ซีอิ๊ว น้ำร้า น้ำตาล	ตูน ผักบุ้ง กระถิน กระเฉด
ตำไส้ตัน (ยอดโมกเครือ)	ยอดโมกเครือหั่น	กระเทียม พริก ซีอิ๊ว น้ำร้า มะนาว มะขามเปียก	ใบมะนาวอ่อน ใบมะกรูดอ่อน
ตำหวาย	ลูกหวาย	พริกขี้หนูสด ซีอิ๊ว น้ำร้าเกลือ	กระเจียว ผักบุ้ง ถั่วฝักยาว

หมายเหตุ ซีอิ๊ว หมายถึง ซีอิ๊วขาว
มะขาม หมายถึง มะขามเปียก
น้ำร้า หมายถึง น้ำปลาร้าเจ



ประวัติผู้นิพนธ์บทที่ 7

ชื่อ : ภญ.อ.ดร.ศิริตรี สุทธจิตต์

สถานที่ปฏิบัติงาน : อาจารย์คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อาคารเภสัชศาสตร์สิรินธร ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150
โทรศัพท์ 043-754360, 043-754321 ต่อ 2645, 089-7122469
โทรสาร 043-754360
E-mail : Siritree@hotmail.com, Sritree.s@msu.ac.th

การศึกษา :

- ภบ. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ ภม. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
- Research Fellow in Pharmaceutical Policy Research และ Fulbright Scholar Department of Ambulatory Care and Prevention, Harvard Medical School and Harvard Pilgrim Health Care, Boston, MA, U.S.
- Ph.D. (Public Health) วิทยาลัยการสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลงานทางวิชาการ และงานตีพิมพ์ :

1. ผลงานวิชาที่ตีพิมพ์ในต่างประเทศและในประเทศไม่ต่ำกว่า 9 เรื่อง
2. มีประสบการณ์ในด้านวิจัย เรื่องผลทางคลินิกของการติดตามการใช้ยา warfarin ในผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลนครพนม เรื่องความเป็นวิชาชีพเภสัชกรรมและภาวะผู้นำของนิสิตเภสัชศาสตร์ ผลจากกระบวนการเรียนการสอนและบูรณาการในสถาบัน และเรื่องพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพประชาชน ชุมชนนาควิชัย เทศบาลเมืองมหาสารคาม เป็นต้น

ประวัติผู้นิพนธ์บทที่ 7

ชื่อ : ภญ. รศ. ศิริวรรณ สุทธจิตต์

ประวัติการศึกษา : เภสัชศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2514
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีวเคมี มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2517

ประวัติการทำงาน : อาจารย์ประจำภาควิชาเภสัชเวท คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พ.ศ. 2515-2547

ปัจจุบัน : ข้าราชการบำนาญ ปลูกต้นไม้ ดูแลกายใจ

สิ่งที่สนใจ : สมุนไพร อาหารเพื่อสุขภาพ วิถีชีวิตพื้นบ้าน อาหารธรรมชาติ
การแพทย์องค์รวม ธรรมชาติบำบัด

หนังสือที่ตีพิมพ์เผยแพร่ :
อาหารและมะเร็ง, ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อสุขภาพ, วิตามิน,
อาหาร ยาและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

บทที่ 8
อาหารฟังก์ชั่น โภชนเภสัชภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Function Foods, Nutraceuticals and Dietary Supplements)

บทนำ

ความหมายของอาหารฟังก์ชั่น โภชนเภสัชภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

สารต้านออกฤทธิ์ทางชีวภาพในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

ประเภทของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ

- ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคหัวใจและหลอดเลือด
- ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคความดันโลหิตสูง
- ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคเบาหวาน
- ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคมะเร็ง
- ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคกระดูกและข้อ

บทสรุป

เอกสารอ้างอิง

บทที่ 8
อาหารฟังก์ชั่น โภชนเภสัชภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร
(Function Foods, Nutraceuticals and Dietary Supplements)

ผศ. ดร. ศิริธร ศิริอมรพรรณ
ภญ.ผศ. ดร.สุนีย์ จันทร์สกาว

บทนำ

ปัจจุบันนี้อาหารมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ มีการคิดค้นอาหารใหม่ๆ ขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคทั้งในด้านรสชาติ ความทันสมัย ความสะดวกสบาย และที่สำคัญคือด้านคุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชั้นสูงและการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ทางอาหารและโภชนาการมีมากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพเป็นไปอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นแล้วผู้บริโภคเองก็ให้ความสำคัญและใส่ใจต่อสุขภาพมากขึ้น และรู้จักที่จะเลือกบริโภคอาหารที่มีคุณค่าต่อร่างกาย ทำให้นักวิจัยต่างๆ เกิดความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าวิจัยอาหารเพื่อสุขภาพกันอย่างแพร่หลาย และมีการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพไปสู่เชิงพาณิชย์มากขึ้น จึงทำให้อาหารเพื่อสุขภาพในท้องตลาดปัจจุบันนี้มีมากมายและในรูปแบบแตกต่างกันออกไป ส่งผลทำให้ตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพในประเทศที่พัฒนาทั่วโลก มีมูลค่าทางการตลาดเติบโตขึ้นอย่างมาก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพในประเทศที่พัฒนาทั่วโลก

ประเทศ	มูลค่าทางการตลาด (หน่วย พันล้านดอลล่าร์สหรัฐ) ต่อปี	
	อาหารสุขภาพเฉพาะโรค	อาหารสุขภาพทั่วไป
ยุโรป	1.79	4-8
สหรัฐอเมริกา	1.80	15
ญี่ปุ่น	2.13	14
ออสเตรเลีย	0.05	NA
รวมทั้งหมด	5.77	≥ 33

แหล่งข้อมูล : จากเอกสารอ้างอิง Young, 2003

สำหรับประเทศไทย มีการนำเข้าอาหารฟังก์ชั่น (Function Food) เป็นมูลค่ามหาศาล และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

บทนี้จะกล่าวถึงความหมายของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และชนิดที่พบในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ตลอดจนประเภทของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพที่ใช้ในการป้องกันหรือบำบัดโรคต่างๆ เช่น หัวใจ เบาหวาน มะเร็ง โรคฟัน และการใช้อาหารเพื่อสุขภาพในการควบคุมน้ำหนัก เป็นต้น

ความหมายของอาหารฟังก์ชั่น โภชนเภสัชภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

ปัจจุบันมีผู้พยายามให้คำนิยามความหมาย และแยกความแตกต่างของอาหารฟังก์ชั่น (Function Food) หรือ (Functional food) โภชนเภสัชภัณฑ์ (Nutraceutical) และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Dietary supplement) พอสรุปโดยสังเขปได้ดังนี้

อาหารฟังก์ชั่น (Function Food)

1. อาหารฟังก์ชั่น (Function Food) หมายถึง อาหารที่ประกอบด้วยสารก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย นอกเหนือจากสารอาหารหลักที่จำเป็นต่อร่างกาย นอกจากนี้ยังอาจช่วยป้องกันและลดอัตราการเสี่ยงต่อโรคต่างๆ (Goldberg, 1994)

2. อาหารฟังก์ชั่น (Function Food) หมายถึง อาหารที่สามารถแสดงผลที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอย่างน้อยหนึ่งอย่างหรือมากกว่าหนึ่ง นอกเหนือจากคุณค่าทางโภชนาการพื้นฐานของสารอาหารทั่วไป ซึ่งส่งผลทำให้สามารถป้องกันและ/หรือลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคต่างๆ ได้ *(Diplock et al.,*1999)

3. นอกจากนี้ The Japanese Ministry of Health's Functional Food Study Committee ได้ให้คำนิยามว่า อาหารฟังก์ชั่น หมายถึง อาหารที่ใช้เพื่อสุขภาพเฉพาะทาง (Young, 2003)

กล่าวโดยสรุป "อาหารฟังก์ชั่น" เป็นการบูรณาการขึ้นในเชิงวิทยาศาสตร์หลายสาขา ได้แก่ โภชนาการ เทคโนโลยีการอาหาร สุขภาพและการแพทย์ เพื่อการนำไปสู่สุขภาพที่ดีของผู้บริโภค โดยเป็นการใช้อาหารในการป้องกันและรักษาโรค ดังนั้น "อาหารฟังก์ชั่น" (functional food) จึงหมายถึงอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าอาหารปกติที่บริโภคกันทั่วไป โดยประกอบด้วยสาระสำคัญในอาหาร เมื่อรับประทานเข้าสู่ร่างกายแล้วสามารถออกฤทธิ์ให้ประโยชน์ต่อร่างกาย ในแง่ของการช่วยป้องกันหรือลดการเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้ แต่ไม่ใช่เพื่อการรักษาเหมือนยารักษาโรค

ผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชั่น (Function Food Product) อาจเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมบริโภคทันที หรือเป็นอาหารดัดแปลง หรือเป็นอาหารที่ปรุงจากวัตถุดิบอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ การผลิตผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชั่นนั้นทำโดยการเติมสารอาหารหรือสารอื่นๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายลงไปในอาหารปกติ

โดยคำว่า "สารอาหาร" ในที่นี้จะหมายถึงพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามินต่างๆ ส่วน "สารอื่นๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย" หมายถึงพวกสารต้านอนุมูลอิสระหรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ ได้แก่ แคโรตีนอยส์ในผักใบเขียวและผักสีเหลืองสีส้ม ฟลาโวนอยส์และลิวโคปีนในมะเขือเทศ หรือไอโซฟลาโวนส์ในถั่วเหลือง เป็นต้น

โภชนเภสัชภัณฑ์ (Nutraceutical)

โภชนเภสัชภัณฑ์ (Nutraceutical) ยังไม่มีการบัญญัติคำนิยามอย่างเป็นทางการ โดยความหมายใกล้เคียงกับคำว่า อาหารฟังก์ชั่น (Function Food) หรือ (Functional Food) แต่มักจะใช้ในทางการค้าหรือเชิงพาณิชย์มากกว่า แต่หากจะพิจารณาตามรากศัพท์ "โภชนเภสัชภัณฑ์" (Nutraceutical) เป็นคำที่มาจากคำว่า "nutritional" ซึ่งหมายถึง "โภชนาการ" และ "pharmaceutical" หมายถึง "ยา" ซึ่งสื่อถึงอาหารที่ทำหน้าที่เป็นยา โดยเป็นสารที่สกัดมาจากพืชสมุนไพรหรือผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ อาจเป็นพวกสารอาหารต่างๆ เช่น วิตามิน เกลือแร่

กรดอะมิโน กรดไขมันโอเมก้า 3 สารพฤกษเคมี สมุนไพรสกัด เป็นต้น ซึ่งให้ประโยชน์ต่อสุขภาพหรือทางการแพทย์ในด้านการป้องกันและรักษา โภชนเภสัชภัณฑ์จะแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เสริมอาหารคือ จะไม่เป็นเพียงแค่อาหารเสริม แต่ยังให้ผลในการป้องกันและลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคต่างๆ อีกด้วย นอกจากนี้โภชนเภสัชภัณฑ์ยังอยู่ในรูปของอาหารที่รับประทานกันโดยทั่วไป (conventional food)

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (Dietary Supplement)

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสกัดสาระสำคัญจากพืชหรือสัตว์ จะมีลักษณะเข้มข้นและถูกนำมาผลิตในลักษณะที่คล้ายคลึงกับยา แต่ไม่ใช่ยา เช่น ในรูปของแคปซูล ผง ของเหลว เจล หรือในรูปอัดเม็ด กลุ่มสาระสำคัญในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ เช่น วิตามิน เกลือแร่ กรดอะมิโนชนิดต่างๆ กรดไขมันโอเมก้า 3 สารต้านอนุมูลอิสระ สารสกัดจากสมุนไพร สารต้านมะเร็ง สารต้านแบคทีเรียและไวรัส และสารช่วยระบบทางเดินอาหาร เช่น ใยอาหาร โพรไบโอติก พรีไบโอติก และแบคทีเรียในลำไส้ เป็นต้น โดยมุ่งหวังฤทธิ์การต่อต้านและป้องกันโรคต่างๆ ที่สำคัญในร่างกายซึ่งสามารถรักษาโรคได้

สารต้านออกฤทธิ์ทางชีวภาพในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

ในสิ่งแวดล้อม มีสารมลพิษ สารเคมี รังสี และอนุมูลอิสระที่มีผลกระทบต่อการทำงานของสารพันธุกรรม และทำให้เกิดความเสื่อมสภาพและโรคหลายชนิด เช่น มะเร็ง เอดส์ การเสื่อมสภาพของเซลล์ ความชรา โรคข้ออักเสบ ฯลฯ นักวิทยาศาสตร์ได้วิจัยผลกระทบทางชีวภาพและพยาธิสภาพที่เกิดจากสารพิษและกลไกในการทำลายเซลล์มานานแล้ว และได้พบว่าการเกิดโรคต่างๆ ดังกล่าวมีสาเหตุและกลไกเนื่องมาจากการเพิ่มของอนุมูลอิสระ การเพิ่มของปฏิกิริยาออกซิเดชัน และการลดลงของสารต้านอนุมูลอิสระ หรือแอนติออกซิแดนท์ ดังนั้น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสารแอนติออกซิแดนท์ที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้และพบในพืชอาหารและพืชสมุนไพรไทยจึงมีความสำคัญมาก

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidants)

สารต้านอนุมูลอิสระ หรือสารแอนติออกซิแดนท์ หรือ สารต้านออกซิเดชัน คือ สารที่ทำหน้าที่ต่อต้านหรือยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน สารเหล่านี้อาจพบในธรรมชาติ เช่น วิตามินซี วิตามินอี หรือ เบต้า-คาโรทีน เป็นต้น หรือ เป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร เช่น BHA, BHT และ gallate เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้จะทำหน้าที่ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน

โดยทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระในร่างกายคน เพื่อป้องกันไม่ให้อนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลต่างๆ ที่อาจก่อผลเสียต่อร่างกาย

อนุมูลอิสระ (free radicals) เป็นสารที่มีอะตอมหรือหมู่อะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนเดี่ยว (single หรือ unpaired electron) เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย จำนวนอิเล็กตรอนไร้คู่นี้อาจมีหนึ่งตัว หรือหลายตัวต่อหนึ่งอนุมูลก็ได้ ปกติอะตอมหรือโมเลกุลที่เสถียรจะต้องมีจำนวนอิเล็กตรอนอยู่เป็นคู่ ๆ เสมอ หากอิเล็กตรอนขาดหรือเกินกว่าเดิมเพียงหนึ่งตัว อะตอมหรือโมเลกุลจะว่องไวมาก ไม่อยู่นิ่ง หาทางจับหรือทำปฏิกิริยากับอะตอมของธาตุอื่นเสมอ อนุมูลอิสระธรรมชาติที่สำคัญมากคือออกซิเจน ซึ่งมีมากมาย (21%) ในบรรยากาศและอนุมูลไฮดรอกซิล ($OH^{\bullet}$) อนุมูลอิสระอาจมีช่วงอายุสั้นมากเพียงหนึ่งในล้านวินาที หรืออาจมีชีวิตยืนนานถึงแรมปีก็ได้ อนุมูลอิสระมีประโยชน์ทางชีวภาพ ในเม็ดเลือดขาวในการทำลายสารแปลกปลอมและเชื้อโรค แต่ถ้าอนุมูลอิสระมีปริมาณมากเกินไปก็อาจเป็นโทษต่อเซลล์ได้ เช่น ทำให้มีการอักเสบและเซลล์ตายหลังจากที่มีการติดเชื้อแล้ว เป็นต้น อนุมูลอิสระมีความว่องไวมากทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในการรวมตัวกับสารประกอบ เช่น โปรตีน ไขมัน กรดนิวคลีอิก การกระทบของอนุมูลอิสระต่อสารชีวโมเลกุล จะทำให้มีการทำลายและสูญเสียโครงสร้างทางเคมี และหน้าที่ทางชีวภาพของเซลล์ มีการเสื่อมสภาพและการทำลายของเซลล์และเนื้อเยื่อ เกิดความเป็นพิษเรื้อรังและพยาธิสภาพได้ทีหลัง เช่น ผนังเส้นเลือดแข็งตัว โรคหัวใจขาดเลือด และโรคต้อกระจกตา (ไมตรี และคณะ 2548)

สารต้านอนุมูลอิสระ หรือสารต้านออกซิเดชันเป็นกลุ่มของสารที่เมื่อให้ในปริมาณต่ำแก่สารออกซิแดนท์ (oxidants, oxidizable substances) แล้วให้ผลยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างมีนัยสำคัญ ร่างกายมนุษย์สามารถผลิตสารต้านอนุมูลอิสระได้ปริมาณหนึ่ง สารเหล่านั้นได้แก่เอนไซม์และโปรตีนที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น superoxide dismutase (SOD) catalase (CAT) glutathione peroxidase (GPx) glutathione (GSH) สารเหล่านี้อาจมีในธรรมชาติ เช่น ในพืชผัก ผลไม้ เป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญได้แก่ วิตามินต่างๆ เช่น วิตามินอี วิตามินซี วิตามินเอ และเบต้า-คาโรทีน รวมทั้งโคเอนไซม์ ซีลีเนียม ทองแดง แมงกานีส และเหล็ก หรือเป็นสารเคมีที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร เช่น BHA BHT gallate เป็นต้น

สารต้านอนุมูลอิสระที่มาจากธรรมชาติสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่มที่เป็นสารอาหารและกลุ่มที่ไม่ใช่สารอาหาร

สารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสารอาหาร ที่มีความสำคัญได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี และเบต้า-คาโรทีน หรือ อาจเรียกว่า โพรวิตามินเอ เพราะสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ใน

ทางเดินอาหาร วิตามินซีและเบต้า-คาโรทีน ที่มีความสามารถในการกำจัด single oxygen ได้ดี วิตามินอีและเบต้า-คาโรทีนมีความสามารถในการป้องกันปฏิกิริยาลูกโซ่ที่ถูกกระตุ้นโดยอนุมูลอิสระ วิตามินทั้งสามชนิดนี้อาจทำหน้าที่ตามลำพังหรือสามารถทำหน้าที่ร่วมกันในการป้องกันปฏิกิริยาจากอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ใช่สารอาหาร ในพืชผัก ผลไม้ นอกจากจะเป็นแหล่งของวิตามินและเบต้า-คาโรทีนแล้ว ยังมีสารอื่นที่เรียกว่าไฟโตเคมิคอล ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในการช่วยกำจัดอนุมูลอิสระได้และช่วยในการป้องกันโรค เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารประเภทฟีนอล ปัจจุบันได้มีการศึกษาพบว่าสารกลุ่มโพลีฟีนอลหลายชนิดมีความสามารถเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายได้

ไฟโตเคมิคอล (Phytochemicals)

ไฟโตเคมิคอลเป็นสารประกอบที่ไม่ใช่สารอาหาร (non nutrient) พบในพืชที่มีสีกลิ่น และสารพิษล่อแมลงในธรรมชาติ สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 3 กลุ่มดังนี้ (Johnson and Williamson 2003)

1. สารประกอบฟินอลลิค (Phenolic compounds) ได้แก่ ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogen) และฟลาโวนอยด์ (Flavonoid)
2. กลูโคซิโนเลต (Glucosinolate)
3. แคโรทีนอยด์ (Carotenoids)

ทั้งนี้ สารประกอบไฟโตเคมิคอลอาจถูกจำแนกออกเป็นสารประกอบย่อยได้อีกมากมาย

ไฟโตเอสโตรเจน (Phytoestrogens)

ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogens) เป็นสารธรรมชาติที่ได้จากพืช ในสมบัติทางเคมี เป็นสารชนิดฟีนอล ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ ไอโซฟลาโวน (isoflavones) และลิกแนน (lignans) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ไฟโตเอสโตรเจนและความเป็นแอนติออกซิแดนท์

เนื่องจาก isoflavones เป็นส่วนหนึ่งของสารโพลีฟีฟอลชนิดฟลาโวนอยด์ และมีคุณสมบัติเป็นแอนติออกซิแดนท์ด้วย ตามหลักการโดยทั่วไป สารโพลีฟีนอลชนิดฟลาโวนอยด์สามารถเป็น reducing agent ที่ดี คือ สามารถให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่นได้ สารเคมีจากพืชกลุ่มนี้สามารถเป็นตัวให้อิเล็กตรอนแก่สารอนุมูลอิสระได้ดี โดยให้ผ่านไนโตรเจนในวงแหวนนิวเคลียส

นั้นเอง ซึ่งมาจากหมู่ -OH ซึ่งติดอยู่กับวงแหวนเบนซิน ทำให้อนุมูลอิสระที่ได้รับหนึ่งอิเล็กตรอนเสถียรขึ้นและหมดฤทธิ์ในการที่จะไปทำลายโมเลกุลอื่นๆ เมื่อให้อิเล็กตรอนแก่ free radicals แล้วจะกลายเป็น aroxyl radical และจะเสถียรกว่า free radicals จึงไม่เหนี่ยวนำให้โมเลกุลเกิดเป็นสารอนุมูลอิสระอีกต่อไป ทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่หยุดลงได้

ปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการมีฤทธิ์เป็นแอนติออกซิแดนท์คือตำแหน่งหรือระดับของการเกิด hydroxylation (การทำพันธะของหมู่ -OH ในโครงสร้างโมเลกุล) บนวงแหวน B จะเห็นการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการเป็นสารที่ให้อิเล็กตรอนของสารฟลาโวนที่มีระดับการเกิดจำนวน hydroxylation ที่มากขึ้นด้วย ตำแหน่งของวงแหวน B ก็มีอิทธิพลต่อการมีฤทธิ์เป็นแอนติออกซิแดนท์เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง isoflavonoids กับ flavonoids สารกลุ่ม isoflavones หรือ isoflavonoids มีความเป็นแอนติออกซิแดนท์น้อยกว่า flavone หรือ flavonoids

สารโพลีฟีนอลมีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase และ cyclooxygenase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิด inflammation รวมทั้งยังยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (lipid peroxidation) สามารถทำลายสารอนุมูลอิสระ เช่น hydroxyl radicals และ superoxide radical ได้ สามารถต่อต้านอนุมูลอิสระในเลือดของคน สารโพลีฟีนอลที่รับประทานเข้าไปสามารถช่วยลดระดับการเกิดออกซิเดชันของ LDL คอเลสเตอรอลได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

วิตามินซี (ascorbate) กับกลูตาไธโอน (glutathione) สามารถเสริมฤทธิ์แอนติ-ออกซิแดนท์ให้สารโพลีฟีนอล โดยช่วยปรับเปลี่ยนโพลีฟีนอลให้พร้อมที่จะทำหน้าที่แอนติ-ออกซิแดนท์ได้ดียิ่งขึ้น โดยการเสียสละไฮโดรเจนอะตอมให้แก่โพลีฟีนอล ดังนั้นการรับประทานสารโพลีฟีนอลร่วมกับวิตามินซีจะได้ผลดีกว่าการให้สารอย่างใดอย่างหนึ่ง

Isoflavones เป็นทั้งแอนติออกซิแดนท์และสารต้านการเกิดมะเร็ง จากผลการวิจัยของ Rimbach G และคณะ ในการศึกษา HL-60 cells และการเกิดเนื้องอกบนผิวหนังหนู mouse โดยการกระตุ้นด้วยสาร 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate (TPA) พบว่า soybean isoflavones สามารถยับยั้งการเกิด hydrogen peroxide สาร genistein, apigenin และ prunectin สามารถยับยั้ง superoxide anion ที่เกิดจากปฏิกิริยาของ xanthine/xanthine oxidase ได้ดีมาก ส่วน daidzein apigenin และ biochanin A ยับยั้งได้น้อยกว่ามาก นอกจากนี้พบว่าสาร genistein ชะลอการขยายตัวของก้อนเนื้องอก และลดการเพิ่มเซลล์มะเร็งได้พอประมาณ

จากการศึกษาสมบัติแอนติออกซิแดนท์โดยวิธี Electron spin resonance spectros-copy FRAP และ TEAC พบว่าเมตะบอไลท์ของ daidzein คือ 8-hydroxydaidzein เป็นสารที่มีฤทธิ์แอนติออกซิแดนท์แรงดีที่สุด และพบว่าสาร genistein equol และ daidzein สามารถลด

การสร้าง nitric oxide ที่เกิดขึ้นโดยการกระตุ้น macrophages ได้ดีจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดตามลำดับ

2) ไฟโตเอสโตรเจนกับการประยุกต์ใช้ให้เป็นสารเภสัชโภชนภัณฑ์

Isoflavones genistein และ daidzein มีฤทธิ์คล้ายคลึงกับเอสโตรเจน มันสามารถเข้าไปรวมตัวกับ estrogen receptors alpha (ER-alpha) และ beta (ER-beta) ในเนื้อเยื่อเต้านมและรังไข่ได้อย่างจำเพาะ และมีฤทธิ์ในการกระตุ้นเอนไซม์ และ signal transduction ของเซลล์เป้าหมาย จึงมีการนำสารสกัดมาใช้ให้เป็นสารเภสัชโภชนภัณฑ์

โดยทั่วไป estrogen จะนำมาใช้ในการบำบัดอาการต่างๆ ของสตรีวัยทอง แต่เนื่องจาก estrogen จะกระตุ้นให้เกิด cell proliferation ของเนื้อเยื่อเต้านมปกติและที่เป็นมะเร็งได้ ดังนั้นในบางกรณี แพทย์ต้องการหลีกเลี่ยงฤทธิ์ไม่พึงประสงค์ของเอสโตเจน จึงจำเป็นในการเลือกใช้ phytoestrogens เช่น กรณีสตรีที่มีประวัติการเป็นมะเร็งเต้านม มีประวัติมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก ตับเสื่อมหน้าที่อย่างรุนแรง โรค porphyria ซึ่งเป็นโรคทางพันธุกรรมที่พร่องเอนไซม์ในการสังเคราะห์ฮีโมโกลบิน เลือดออกผิดปกติจากช่องคลอดที่ยังหาสาเหตุไม่ได้ และสตรีอาจ ทนอาการข้างเคียงของยาฮอร์โมนไม่ได้

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในปัจจุบันนี้มีการสกัด isoflavones ให้บริสุทธิ์หรือเข้มข้น และนำมาจำหน่ายในรูปของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมและโภชนเภสัชภัณฑ์เพื่อใช้เป็นแอนติออกซิแดนท์ในสตรีหมดประจำเดือนและผู้ที่เสี่ยงต่อโรคมะเร็งเต้านม แม้ว่าจะมีการทดลองในห้องปฏิบัติการก็ตาม แต่งานวิจัยทางคลินิกยังมีไม่เพียงพอ ยังขาดข้อมูลในด้านต่างๆ เช่น ขนาดที่เหมาะสม เมตะบอลิสม์ เภสัชวิทยา ผลทางคลินิก ฯลฯ ฤทธิ์ข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จึงขาดการยอมรับทางวิชาการและทางการแพทย์ว่าได้ผลดีในคนหรือไม่ ดังนั้นจะต้องมีการวิจัยและการพัฒนาต่อไป

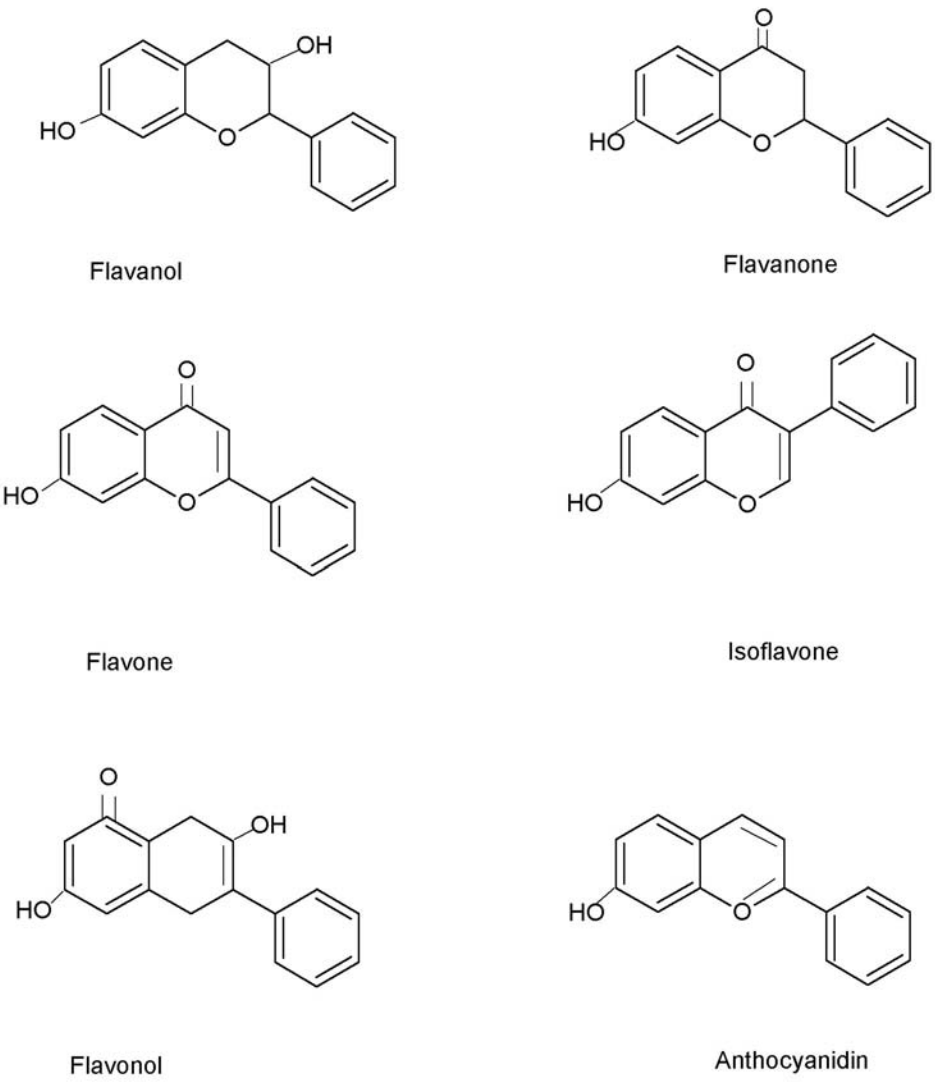
การได้รับ isoflavones ในรูปแบบถั่วเหลืองจะดีกว่าหรือมีประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่าการได้รับสาร isoflavones ที่สกัดแยกเดี่ยวๆ เพราะว่าในถั่วเหลืองมีสารสำคัญทางโภชนาการจากพืช (phytonutrients) อื่นๆ อีกหลายชนิด เช่น saponins proteast inhibitors *(Bowman Birk Inhibitor)* protein oligosaccharides lipids และ phytates ในทางการค้ามีการผลิต complete soy nutraceutical supplement จำหน่ายในรูปเม็ดและแคปซูล ซึ่งนำมาใช้ใน natural hormone replacement therapy ดังนั้น การได้รับสารไฟโตเอสโตรเจนในรูปแบบอาหารธรรมชาตินำจะได้ผลดีกว่าสารพวกไฟโตเอสโตรเจนที่เข้มข้นหรือสายเดี่ยว

3) ประโยชน์ของไฟโตเอสโตรเจน

การศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่า คนตะวันตกเป็นมะเร็งเต้านม (breast cancer) มะเร็งลำไส้ใหญ่ (colorectal cancer) และมะเร็งต่อมลูกหมาก (prostate cancer) สูงกว่าคนเอเชีย โดยมีทฤษฎีว่า อาหารคนเอเชียบางประเภทซึ่งมีลักษณะกึ่งมังสวิรัติ เช่น อาหารญี่ปุ่นน่าจะมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนหรือกระบวนการชีวเคมีในเซลล์ของคน มีหลักฐานสนับสนุนว่าสารประกอบที่มีสูตรโครงสร้างคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน (phytoestrogen) ซึ่งพบมากในถั่วเหลือง เมล็ดธัญพืชหลายชนิด และผลเบอร์รี่ มีฤทธิ์ป้องกันมะเร็งได้ (natural cancer - compounds) โดยมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนเพศ ขบวนการเมตะบอลิสม์ การทำงานของเอนไซม์ การสร้างโปรตีน การทำงานของ growth factor การเพิ่มจำนวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์มะเร็ง การเจริญเติบโตของเส้นโลหิต

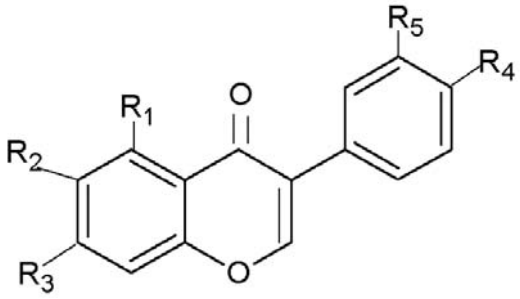
ไอโซฟลาโวน (Isoflavones)

ไอโซฟลาโวนหรือมีอีกชื่อว่า ไอโซฟลาโวนอยด์ (isoflavonoid) คือสารที่มีโครงสร้างพื้นฐานคล้ายคลึงกับของฟลาโวน (flavone) คือ ประกอบด้วย 3 วงแหวน (A, C และ B ตามลำดับ) เหมือนกัน ยกเว้นที่ไอโซฟลาโวนมีวงแหวน B ต่อกับตำแหน่งที่ 3 ของวงแหวน C แทนที่จะเป็นตำแหน่งที่ 2 เหมือนในฟลาโวนซึ่งเป็นฟลาแวน ไอโซฟลาโวนจึงเป็น isomer ของฟลาแวนหรือของฟลาโวน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างอนุพันธ์ของฟลาโวนอยด์ที่พบในผักและผลไม้

isoflavone ที่รู้จักกันดีคือ เจนิสเตอิน (genistein) และเดดเซอิน (daidzein) และไกลซิเตอิน (glycitein) พบมากในถั่วอัลฟัลฟ่า ถั่วชนิดต่างๆ เช่น ถั่วลันเตา ถั่วเหลือง และถั่วแระ โมเลกุลเจนิสเตอินประกอบด้วยโครงสร้างหลักที่มีหมู่ -OH มาจับที่ตำแหน่ง 5 7 และ 4′ เดดเซอิน (daidzein) มีความคล้ายคลึงกับเจนิสเตอิน ต่างกันแค่หมู่ -OH ที่ตำแหน่งที่ 5 สารทั้งสองนี้ถูกพบในพืชชนิดเดียวกันกับที่พบไกลโคไซด์ของมัน เช่น เจนิสติน (genistin) ซึ่งเมื่อถูกย่อยแล้วจะกลายเป็นเจนิสเตอิน (genistein)



	R1	R2	R3	R4
Daidzein	H	H	OH	OH
Genistein	OH	H	OH	OH
Glycitein	H	OCH3	OH	OH

Daidzein (3,4'-Dihydroxyisoflvone, $C_{15}H_{10}O_4$)

Genistein (4',5,7-Trihydroxyisoflavone, $C_{15}H_{10}O_5$)

Glycitein (2-methoxy 4',5,7-Trihydroxyisoflavone, $C_{15}H_{10}O_5$)

รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของสารไอโซฟลาโวนที่พบมากในถั่ว

สำหรับธรรมชาติของสาร isoflavones โครงสร้างทางเคมีอยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกันถึง 15 ชนิด เช่น genistein, daidzein และ equol สารเหล่านี้พบมากในถั่วเหลือง โครงสร้างเคมีคล้ายคลึงกับ estrogen มันจึงมีคุณสมบัติรบกวนการทำงานของเอสโตรเจนในร่างกาย และยับยั้งการออกฤทธิ์ในเนื้อเยื่อเต้านมและภายในผนังมดลูก แต่มีประโยชน์ต่อการป้องกันโรคกระดูกเสื่อมและโรคหัวใจ ส่วนสาร phytoestrogens อีกกลุ่มหนึ่งคือ lignans พบได้ทั่วไปในพืชอาหารต่างๆ แต่ความรู้จำกัด เพราะยากที่จะศึกษา และวิธีการวัดปริมาณที่ยุ่งยากซับซ้อน นอกจากนั้นยังมี phytoestrogens อื่นๆ ซึ่งอยู่ในรูปโมเลกุลของสารกลุ่มคูเมสะแตน (coumestans) สเตอรอลจากพืช (phytosterols) และเทอร์ปีนอยด์ (terpenoids) แต่กลุ่ม phytoestrogens เหล่านี้มีการศึกษาน้อย ยังไม่มีข้อมูลวิจัยมาก ซึ่งมักจะไม่มีความสำคัญเท่า 2 กลุ่มแรก

แหล่งธรรมชาติที่พบและคุณสมบัติทางชีวภาพ

Isoflavones พบได้ในพืชทั่วไปหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง กะหล่ำ ธัญพืช ชะเอม โสมตังกุย ถั่ว ในส่วนที่เป็นเมล็ด ลำต้น ดอก และราก ส่วนเมล็ดแฟลกซ์ (flax seed) มีลิกนินมาก ซึ่งพบในเบอร์รี่ ถั่ว เมล็ดนัท (nuts) ผักต่างๆ และเมล็ดธัญพืชด้วย

แหล่งธรรมชาติที่พบและตัวอย่างของ phytoestrogens ได้แก่

1. Biochanin A พบมากในใบแก่ของ red clover ถั่วชนิดหนึ่ง (chickpeas) รากและใบของต้นคุดสุ (kudzu)

2. Daidzein พบมากในถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง และพืชชนิดอื่นๆ แต่ปริมาณเล็กน้อย

3. Formononetin พบมากที่สุดใน red clover ที่โตเต็มที่แล้ว นอกนั้นยังพบในรากของคุดสุเมด ที่งอกของอัลฟัลฟ่า ถั่ว chickpeas และถั่วเหลือง

4. Genistein พบมากในถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วเหลืองทุกชนิด นอกจากนั้นยังพบบ้างใน red clover และรากของต้นคุดสุ

5. Glycitein พบในถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

เป็นที่สังเกตว่า biochanin A และ formononetin เป็นสารที่พบได้ทั้งในรูป aglycone glycoside และ malonylglycoside ส่วน daidzein และ genistein มักพบเฉพาะในรูป glycoside เท่านั้น

แหล่งธรรมชาติของสารกลุ่มลิกแนน เช่น

1. Matairesinol พบใน flax seeds สูงที่สุด นอกจากนั้นยังพบในเมล็ดงา น้ำชา ข้าวไรย์ ข้าวโอ๊ต บร๊อคโคลี่

2. Secoisolariciresino พบมากใน flax seed ที่นำมาทำเป็นอาหารที่สกัดไขมันออกแล้ว (defatted flax meal) ฟักทอง น้ำชา ผลเบอร์รี่ชนิดต่างๆ ผลบวบ เมล็ดทานตะวัน กระเทียม แครอท และถั่วต่างๆ

ส่วนประกอบของ isoflavones ในถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแบ่งชนิดและแหล่งอาหารของไฟโตเอสโตรเจน

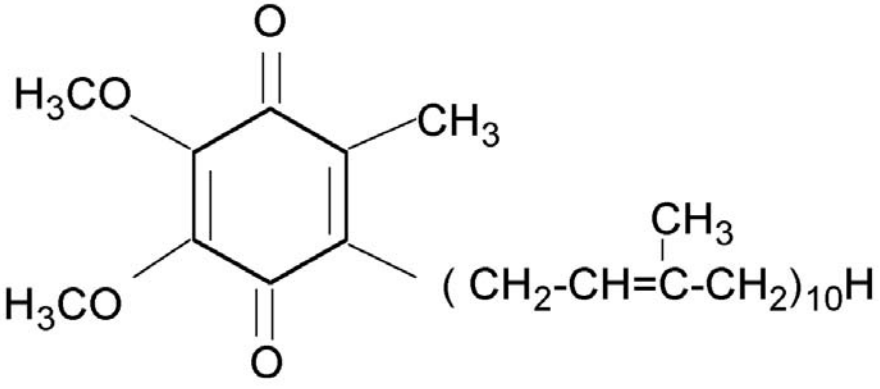
ไอโซฟลาโวน (isoflavones)		ลิกแนน (Lignans)			คูมิสแตน (Coumestans)	
ถั่วเมล็ดแห้ง	ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง	เมล็ดธัญพืช	ผักและผลไม้	เครื่องดื่ม	ถั่วงอก	หญ้าแห้ง
ถั่วเหลือง	ผลิตภัณฑ์ถั่วเหลือง	ข้าวสาลี	เชอรี่	แอลกอฮอล์	อัลฟาฟ่า	โคลเวอร์
เล็นทิล	โปรตีนเกษตร	จมูกข้าวสาลี	แอปเปิ้ล		ถั่วเหลืองงอก	
พืชตระกูลถั่ว	แป้งถั่วเหลือง	ข้าวบาเลย์	แพร์	เบียร์ที่ทำจากฮ็อบ		
แฮริค็อต	เต้าหู้	ข้าวฮ็อบ	เมล็ดฝ้าย			
ถั่วลันเตา	นมถั่วเหลือง	ข้าวไรย์	เมล็ดทานตะวัน	เหล้าที่ทำจาก		
ถั่วยาง			แครอท	ข้าวโพด		
ถั่วแขก		ข้าวเจ้า	หัวหอม			
ถั่วราชมาด		รำข้าว	กระเทียม			
		ข้าวโอ๊ต				

ตารางที่ 3 ปริมาณของไอโซฟลาโวนในอาหาร

อาหาร	Daidzein (mg/100g)	Genistein (mg/100g)	Glycetein (mg/100g)	Total (mg/100g)
ถั่วเหลืองอบ	56.3	86.9	19.3	162.5
โปรตีนเกษตร	47.3	70.7	20.2	138.2
ถั่วเหลืองดิบ	54.6	72.9	7.9	135.4
แป้งถั่วเหลือง	22.6	81.0	8.8	112.4
เทมเป้	27.3	32.0	3.2	62.5
เต้าหู้	14.6	16.2	2.9	33.7
เต้าหู้อ่อน	5.7	9.4	1.2	16.4
ฮอทด็อกถั่วเหลือง	3.4	8.2	3.4	15.0
บะหมี่ถั่วเหลือง	0.9	3.7	3.7	8.5

โคเอนไซม์คิวเทน (Coenzyme Q_{10})

โคเอนไซม์คิวเทน (coenzyme Q_{10}) Co-enzyme Q_{10} หรือ CoQ_{10} หรือ Ubiquinone หรือ Ubiquinole หรือ Ubidecarenone หรือ Ubiquitous หรือ Coenzyme quinone มีชื่อเรียกทางเคมีว่า “2, 3-dimethoxy-5-methyl-6-decaprenyl benzoquinone.” (รูปที่ 2) Q_{10} เป็นสารที่ร่างกายสามารถผลิตได้เองโดยธรรมชาติและมีความจำเป็นต่อร่างกาย Q_{10} เป็นสารประกอบคล้ายวิตามินที่มีคุณสมบัติในการละลายในไขมัน (fat-soluble vitamin-like substance) พบในเซลล์ทุกเซลล์ที่มีชีวิตในร่างกายโดยจะอยู่ที่ส่วนเยื่อหุ้ม (membrane) ของไมโตคอนเดรีย ซึ่งไมโตคอนเดรีย (mitochondrial) นี้ทำหน้าที่ในการผลิตพลังงานให้กับเซลล์ โดยพลังงานดังกล่าวจะอยู่ในรูปของ ATP (adenosine triphosphate) ซึ่งเป็นพลังงานพื้นฐานของเซลล์ Q_{10} ถูกพบมากในอวัยวะที่ต้องการพลังงานสูง ซึ่งจะมีจำนวนไมโตคอนเดรีย (Mitochondrial) มาก เช่น หัวใจ ตับ กล้ามเนื้อ สมองส่วนอวัยวะอื่นๆ ก็พบ Q_{10} เช่นกัน แต่พบค่อนข้างน้อย เนื่องจากอวัยวะ ดังกล่าวต้องการพลังงานน้อยจึงมีจำนวนไมโตคอนเดรีย (Mitochondrial) น้อยตามไปด้วย



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างทางเคมี โคเอนไซม์คิวเทน

Q_{10} ที่ผลิตในร่างกายนี้สังเคราะห์มาจากกรดอะมิโนที่ชื่อ ไทโรซีน (tyrosine) และฟีนีลอะลานิน (phenylalanine) โดยกรดอะมิโนทั้ง 2 ตัวนี้จะสร้างส่วนวงแหวนควิโนน (quinone ring) ส่วนสายยาว (side chain) สร้างมาจากอะซีติลโคเอ (acetyl CoA) โดยอาศัยกระบวนการในร่างกายหลายขั้นตอนร่วมกันกับวิตามิน 7 ชนิด คือ วิตามินบี 2 (riboflavin) วิตามินบี 3 (niacinamide) วิตามินบี 6 กรดโฟลิก (folic Acid) วิตามินบี 12 วิตามินซี และกรดแพนโททีนิก (pantothenic Acid)

1. ไทโรซีน (tyrosine) ช่วยให้เซลล์แก่ช้าและควบคุมศูนย์กลางความรู้สึกหิวในไฮโปแธลลามัสส่วนใต้ของสมอง

2. ฟีนีลอะลานิน (Pphenylalanine) ช่วยการทำงานของต่อมไทรอยด์ให้กระตุ้นการเผาผลาญอาหารของร่างกาย เป็นฮอร์โมนที่ประกอบด้วยไอโอดีนทำให้รู้สึกสดชื่นตื่นตัว อารมณ์ดี ลดความซึมเศร้า ช่วยให้ความจำดีขึ้น ช่วยไม่ให้ผมหงอก และผิวแห้งตกกระ รวมทั้งป้องกันผิวหนังอักเสบจากการแพ้แสงแดด

1) การออกฤทธิ์ของสาร Q_{10}

Q_{10} ที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นนี้จะทำหน้าที่เป็นเอนไซม์หลัก (key enzyme) ในวงจรเครป หรือวงจรกรดซิตริก (Kreb's or Citric Acid Cycle) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำการเปลี่ยนแปลงอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตและไขมันให้อยู่ในรูปของพลังงานที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ โดยหน้าที่ของเอนไซม์ทั่วไปก็คือจะเข้าไปช่วยเร่งปฏิกิริยาภายในร่างกาย โดยตัวของเอนไซม์เองไม่ถูกทำลาย หรือถูกเปลี่ยนแปลงเมื่อปฏิกิริยาดังกล่าวสิ้นสุดลง เนื่องจาก Q_{10} มีหน้าที่สำคัญในกระบวนการสร้างพลังงานให้แก่ร่างกาย ดังนั้นเมื่อระดับของ Q_{10} มีการเปลี่ยนแปลงไปก็จะส่งผลกระทบต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย

โดยสรุป Q_{10} ทำหน้าที่เกี่ยวกับการให้พลังงานแก่เซลล์ ดังนั้นเซลล์ที่ยังมีชีวิตก็จะมีความต้องการพลังงานเพื่อขับเคลื่อนกิจกรรมต่างๆ ก็จะต้องการ Q_{10} เช่นกัน อีกทั้งเซลล์ที่ต้องการพลังงานสูงก็จะต้องการ Q_{10} มากกว่าเซลล์ที่ต้องการพลังงานน้อย จึงเป็นเหตุที่เราจะพบ Q_{10} มากในเซลล์หัวใจ ดังนั้นหากขาด Q_{10} ก็จะมีผลให้การทำงานในเซลล์ผิดปกติ ส่งผลให้เซลล์ตายได้ Coenzyme Q_{10} มีคุณสมบัติ 3 อย่างคือ

1. ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงน้ำตาลที่ไมโตคอนเดรียของเซลล์ให้กลายเป็นพลังงาน
2. กำจัดอนุมูลอิสระได้ทั้งในเนื้อเยื่อปกติ และเนื้อเยื่อไขมัน
3. เสริมฤทธิ์ให้กับวิตามินอีและวิตามินซีในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้

อย่างปกติ ร่างกายเราจะสร้างสารนี้ได้เพียงพอเฉพาะตอนหนุ่มสาวเท่านั้น เนื่องจาก Coenzyme Q_{10} ในร่างกายจะเริ่มลดลงเรื่อยๆ และจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่ออายุย่างเข้าวัยกลางคน (40 ปีขึ้นไป) ส่วนคนสูงอายุร่างกายจะสร้างสารชนิดนี้ได้เพียงเล็กน้อย ดังนั้นการที่จะทำให้ร่างกายมีสารนี้ในปริมาณเพียงพอ ควรปฏิบัติดังนี้คือ

1) บำรุงรักษาตับ เช่น ฉีดยาป้องกันโรคตับอักเสบให้กับลูกหลานในวัยเด็ก หลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะ ยาลดไขมัน การสูบบุหรี่ ดื่มเหล้า หรือเสพสารเสพติด

2) ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอและให้เหมาะสมกับเพศและวัยโรคที่มีประจำตัว

3) รับประทานอาหารที่มีโปรตีนให้เหมาะสมในแต่ละวัน เช่น เนื้อสัตว์ต่างๆ ตับ ไข่ไก่ และอาหารทะเล เช่น ปู ปลา ปลาหมึก กุ้ง หอย ปลาทู ปลาทูน่า เป็นต้น

2) ประโยชน์ของ Q_{10}

มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของ Q_{10} ต่อร่างกาย แต่ยังต้องมีการศึกษาวิจัยในทางคลินิกเพื่อการยืนยันอย่างชัดเจน ประโยชน์ของ Q_{10} พอสรุปได้ดังนี้

1. โรคหัวใจและหลอดเลือด ในผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดสูงเกินไป จนทำให้ไปอุดตามหลอดเลือดต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นเลือดไปเลี้ยงหัวใจ ทำให้หัวใจทำงานผิดปกติเนื่องจากเลือดไปเลี้ยงไม่พอ หรือกล้ามเนื้อหัวใจตายไปบางส่วน เนื่องจากคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระคล้ายกับวิตามินอี Q_{10} จะทำหน้าที่ช่วยยับยั้งการอุดตันของเส้นเลือดจากคอเลสเตอรอล

2. โรคอัลไซเมอร์ เป็นโรคของการเสื่อมทางสติปัญญาที่พบได้เมื่อวัยมากขึ้น อาการของโรคนี้คือความจำเสื่อม หลงลืมตัวเองและคนในครอบครัว ซึมเศร้า สับสน นอนไม่หลับ ไม่สามารถควบคุมการทำงานของร่างกายได้ เนื่องจากใน Q_{10} มี เฟนนิลอะลานิน (Phenylalanine) ช่วยการทำงานของต่อมไทรอยด์ให้กระตุ้นการเผาผลาญอาหารของร่างกาย เป็นฮอร์โมนที่ประกอบด้วยไอโอดีนจึงทำให้รู้สึกสดชื่น ตื่นตัว อารมณ์ดี ลดความซึมเศร้า ช่วยให้ความจำดีขึ้น

3. ลดริ้วรอย ชะลอการเสื่อมของเซลล์ผิวหนัง Q_{10} เป็นสารต้านออกซิเดชัน (Antioxidant) และเป็นสารธรรมชาติที่ร่างกายมนุษย์สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เอง ดังนั้นจึงนำ Q_{10} มาใช้เป็นเครื่องสำอางสำหรับลดการเกิดริ้วรอย ชะลอการเสื่อมของเซลล์ผิวหนังจากแสงแดด (Photoaging) กล่าวคือ ผิวหนังจะมีหน้าที่ในการป้องกันสารพิษ เชื้อโรค และรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) จากแสง

4. โรคเกี่ยวกับเหงือก โรคเหงือก ใช้เรียกโรคที่เกิดขึ้นกับอวัยวะที่อยู่โดยรอบฟันหรือที่เรียกว่าอวัยวะปริทันต์ ซึ่งทำหน้าที่ในการยึดและพยุงฟันให้คงอยู่ในช่องปาก โรคเหงือกที่เป็นปัญหาและพบได้บ่อยๆ เกิดจากคราบจุลินทรีย์ที่ถูกปล่อยให้สะสมอยู่บนตัวฟัน ทำให้เกิดกลิ่นปาก ในกรณีที่ปล่อยให้การอักเสบดำเนินไปเรื่อยๆ โดยไม่รักษา ต่อไปอาจเป็นฝีที่เหงือก เหงือกจะแยกตัวออกจากฟันและมีการละลายของกระดูกเบ้ารากฟัน นานๆ เข้า ฟันจะโยกห่างและรวนผิดที่ จนอาจจะหลุดออกมาได้ การรับ Q_{10} เข้าไปในร่างกายก็จะช่วยลดและบรรเทาอาการเหงือกบวม ฟันโยก (Periodontitis) ได้

3) แหล่งที่พบของ Q_{10}

Q_{10} นอกจากสังเคราะห์ขึ้นจากร่างกายมนุษย์แล้ว ในสัตว์และพืชบางชนิดก็เป็นแหล่งอุดมของ Q_{10} เช่นกัน มีในน้ำมันปลา ปลาทะเลลึก เช่น ปลาซาร์ดีน อาหารทะเล เครื่องในสัตว์ ส่วนหัวใจ ตับ ไตของสัตว์ เนื้อสัตว์ รำข้าว ผลิตภัณฑ์จากถั่ว น้ำมันถั่วเหลือง บรอคโคลี ปลาซาร์ดีน ปลาแมคเคอเรล ปลาแซลมอน เป็นต้น ปริมาณที่ควรบริโภค 30 มิลลิกรัมต่อวัน แต่สำหรับคนที่มีอาการโรคชรา หรือโรคอื่นๆ ควรรับประทานในขนาดมากขึ้นคือ 50-100 มิลลิกรัมต่อวัน เพื่อผลในการรักษาโรค

โพรไบโอติกส์และพรีไบโอติกส์

1) โพรไบโอติกส์ (Probiotics)

โพรไบโอติกส์ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกในงานวิจัยของ Lilly และ Stillwell เมื่อปี พ.ศ. 2508 เพื่อกล่าวถึงสารที่จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งขับออกมา และช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นการทำงานที่ตรงข้ามกับการทำงานของยาปฏิชีวนะ (antibiotic) ที่จะทำลายจุลินทรีย์เกือบทุกชนิด ต่อมา Parker (พ.ศ. 2517) ได้ให้คำจำกัดความว่า โพรไบโอติกส์คือสิ่งมีชีวิตและสารเคมีที่มีผลต่อสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้

ในปี พ.ศ. 2532 Fuller ได้อธิบายคำว่า โพรไบโอติกส์ คือ อาหารเสริม ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิต สามารถก่อประโยชน์ต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มันอาศัยอยู่ โดยการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย

ดังนั้นโดยสรุป โพรไบโอติกส์ จึงหมายถึงกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งพบได้ในบริเวณลำไส้ และยังรวมถึงจุลินทรีย์ที่เตรียมขึ้นเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหารในรูปที่มีชีวิต อาหารประเภทโพรไบโอติกส์โดยทั่วไปมีส่วนผสมของจุลินทรีย์หนึ่งชนิดหรือมากกว่าก็ได้ ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้ต้องได้รับการศึกษาและตรวจสอบอย่างแน่ชัดแล้วว่าไม่มีผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค จุลินทรีย์ที่เป็นโพรไบโอติกส์ส่วนใหญ่ได้แก่ แบคทีเรียหลายสายพันธุ์ เช่น แลคโตบาซิลัส อะซิโดฟิลลัส *(Lactobacillus acidophilus)*, เอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส *(Enterococcus faecalis)*, สเตรปโตคอคคัส เทอร์โมฟิลัส *(Streptococcus thermophilus)* และไบฟิโดแบคทีเรียม ไบฟิดัม *(Bifidobacterium bifidum)* เมื่อมนุษย์บริโภคเข้าไปแล้วจะเป็นตัวช่วยควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ร่างกายไม่ต้องการให้อยู่ในปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดโรค หรือก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ให้แก่ร่างกายได้ เชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ส่วนใหญ่ได้รับจากการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของโพรไบโอติกส์ เช่น ผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดต่างๆ แหนมสด แบคทีเรียที่เป็นโพรไบโอติกส์มีคุณสมบัติปกป้องร่างกายไม่ให้ได้รับอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และยัง

สามารถผลิตเอนไซม์มาย่อยสารอาหารบางประเภทที่ระบบการย่อยในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ให้เป็นสารที่มีประโยชน์ และผลิตสารอาหารที่ดีมีประโยชน์ให้แก่ร่างกาย ได้แก่ กรดอะมิโน กรดแลคติก พลังงาน ไวตามินเค ไวตามินบี และสารปฏิชีวนะธรรมชาติหลายชนิด ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ต่อระบบการย่อยอาหาร และทำให้ระบบภูมิต้านทานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังทำให้มีการผลิตเม็ดเลือดแดงดีขึ้น

แลคติกแอซิดแบคทีเรียยังช่วยลดระดับน้ำตาลและคอเลสเตอรอลในเลือด และยังผลิตเอนไซม์แลคเตส ซึ่งช่วยย่อยน้ำตาลในนม ทำให้ไม่มีอาการท้องอืดจากการดื่มนม และช่วยให้การดูดซึมแคลเซียมดีขึ้น

ตารางที่ 4 ชนิดของจุลินทรีย์ ที่จัดเป็นโพรไบโอติกส์

ชนิดของจุลินทรีย์	ประโยชน์ต่อสุขภาพ
Lactobacillus acidophilus *Lactobacillus casei* *Lactobacillus immunitus* *Lactobacillus plantarum* *Lactobacillus lactis* *Bifidobacterium lactis* *Bifidobacterium lonhum*	1. มีผลต่อระบบการย่อยอาหาร บรรเทาอาการท้องเสียและท้องผูก 2. เพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายโดยการผลิตแบคเทอริโอซิน 3. ช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น ลดระดับคอเลสเตอรอล ลดเชื้อก่อโรคในลำไส้ใหญ่ และป้องกันมะเร็ง

ที่มา : ปิ่นมณี ขวัญเมือง (2548)

โพรไบโอติกส์ เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่มีอันตราย แต่มีประโยชน์ต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิต (Friendly Microorganisms) ช่วยในการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ การบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีโพรไบโอติกส์จะทำให้ร่างกายได้รับประโยชน์หลายประการ เช่น ช่วยในเรื่องระบบการย่อยอาหารและสร้างภูมิคุ้มกัน ช่วยบรรเทาอาการท้องเสีย

2) พรีไบโอติกส์ (Prebiotics)

พรีไบโอติกส์ (prebiotics) หมายถึง อาหารที่ร่างกายย่อยไม่หมดที่ลำไส้ส่วนบน ซึ่งอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มนุษย์ไม่สามารถย่อยได้มักจะเป็นโอลิโกแซ็คคาไรด์ (oligosaccharide) ที่สามารถผ่านไปยังลำไส้ส่วนล่าง มีผลเจาะจงส่งเสริมการเติบโตของจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่

บางชนิดที่เราเรียกว่า เชื้อโพรไบโอติก (probiotic bacteria) เช่น *Lactobacillus acidophilus* หรือ Bifidobacterium พรีไบโอติกมีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย และส่วนใหญ่จะคล้ายกับของโพรไบโอติก ซึ่งส่งผลในทางบวกต่อสุขภาพของผู้บริโภค เช่น ปรับสมดุลของปริมาณจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ป้องกันหรือลดความรุนแรงของโรคติดเชื้อในทางเดินอาหาร ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ลดปริมาณน้ำตาลในเลือด และช่วยให้ร่างกายดูดซึมสารอาหาร โดยเฉพาะแคลเซียมและเหล็กได้ดี (Gibson and Roberfroid, 1995; Fooks *et al.,* 1999)

สารอาหารที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก ได้แก่ สารประกอบพวกฟรุคโตโอลิโก-แซคคาร์ไรด์ (fructo-oligosaccharides) อินนูลิน (Inulin) ซึ่งพบในพืช เช่น อาธิโชค หัวชิคอรี โกโบ (Kathi, 1999; Kardosova, *et al.,* 2003) หัวหอม กระเทียม หน่อไม้ฝรั่ง และกล้วย นอกจากนี้ยังได้แก่สารประกอบพวกโอลิโกแซคคาร์ไรด์จากถั่วเหลือง (soybean oligosaccharides) และโอลิโกแซคคาร์ไรด์ที่สังเคราะห์จากการใช้เอนไซม์ (Nakakuki, 1993, Shin *et al.,* 2000, Malttila-Sandholm *et al.,* 2002)

ตารางที่ 5 เส้นใยอาหารที่พบในธัญพืช

ตัวอย่างธัญพืช	เส้นใยทั้งหมด (%, น้ำหนักแห้ง)
ถั่ว	13.6-28.9
ข้าวไรย์	15.5
ข้าวโพด	15
ข้าวโอ๊ต	14
ข้าวสาลี	12
ข้าวฟ่าง	10.7
ข้าวบาร์เลย์	10
ข้าวฟ่างนก	6.2-7.2
ข้าว	1.9 ± 2

ที่มา : ปิ่นมณี ขวัญเมือง (2548)

3) ผลิตภัณฑ์อาหารพรีไบโอติก (Food Products with High Prebiotics)

การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของจุลินทรีย์โพรไบโอติก นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบ และยืดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ยังเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค เพราะจุลินทรีย์โพรไบโอติกจัดว่ามีความสำคัญต่อร่างกาย เนื่องจากมีคุณสมบัติทางอายุรเวท (therapeutic properties) โดยจะไปช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย ช่วยย่อยอาหารบางอย่างที่ร่างกายไม่สามารถย่อยได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารและปรับปรุงรสชาติ (Fooks *et al.*,1999;Kaur *et al.*, 2002) ดังนั้นจึงมีผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเชื้อโพรไบโอติกมากมาย เช่น โยเกิร์ต นมเปรี้ยว ผักดอง และยิ่งไปกว่านั้น ปัจจุบันมีการทำเชื้อโพรไบโอติกอยู่ในรูปของเซลล์แห้งออกจำหน่าย ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการให้ความสนใจเชื้อโพรไบโอติกอย่างมาก แต่ปัญหาที่พบเกี่ยวกับเชื้อโพรไบโอติก ก็คือ ผลิตภัณฑ์บางอย่างที่ต้องผ่านกระบวนการผลิต มักจะพบว่าปริมาณเชื้อโพรไบโอติกลดลงน้อยกว่าก่อนผ่านการผลิตมาก ทำให้ประโยชน์ที่มีต่อร่างกายลดลงด้วย จึงมีการหันมาพัฒนาผลิตภัณฑ์เหล่านี้ให้มีปริมาณเชื้อโพรไบโอติกมากขึ้น เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายสูงสุด และมีรายงานว่า สารอาหารบางตัวมีผลต่อการเจริญของเชื้อโพรไบโอติก เช่น β-glucan oligosaccharides และ resistant starch (Charalampopoulos *et al.*, 2002) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอาหารที่ร่างกายไม่สามารถย่อยและดูดซึมในระบบทางเดินอาหารตอนบน และสามารถเพิ่มปริมาณแบคทีเรียชนิดเฉพาะเจาะจงที่มีอยู่ตามปกติในลำไส้ใหญ่ (probiotics) (Gibson and Roberfroid ; 1995) โดยเรียกสารเหล่านี้ว่า พรีไบโอติก (prebiotics) ซึ่งอาจได้จากการสังเคราะห์โดยวิธีทางเคมี เช่น การสังเคราะห์สารประกอบ oligosaccharides หรือสาร isomaltooligosaccharides and oligodextrans (Nakakuki,1993;Goulas *et al.*, 2004) อย่างไรก็ตาม สารดังกล่าวเหล่านี้อาจพบได้ในพวกธัญพืช กล้วย ถั่วเหลือง กระเทียม หน่อไม้ฝรั่งและอื่นๆ ดังนั้นมีการศึกษาการเติมสารพรีไบโอติกในผลิตภัณฑ์อาหาร และการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของพรีไบโอติกและโพรไบโอติก เพื่อเป็นการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าของผลิตผลทางการเกษตร

ซินไบโอติก (Synbiotics) หมายถึง สารผสมระหว่างโพรไบโอติกและพรีไบโอติกที่ช่วยให้ผู้บริโภคมีสุขภาพดี โดยการเติมจุลินทรีย์ที่มีชีวิตลงไป เพื่อปรับสมดุลและกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ภายในระบบทางเดินอาหารให้เหมาะสม จุดประสงค์คือเพื่อเพิ่มอัตราการอยู่รอดของโพรไบโอติกที่ให้ประโยชน์แก่สุขภาพ ด้วยการเติมพรีไบโอติกลงไปเพื่อให้โพรไบโอติกมีการย่อยสลายภายในระบบนิเวศจุลินทรีย์ที่มีการแข่งขันกัน ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ซินไบโอติกได้วางจำหน่ายในตลาดแล้ว โดยทั่วไป ผลิตภัณฑ์นี้จะใส่ฟรุกโต-ออลิโกแซ็กคาไรด์ (FOS) ผสมกับโพรไบโอติกพวก *Lactobacillus* หรือ *Bifidobacterium* การพัฒนาเพื่อค้นหาพรีไบโอติกที่โพรไบโอติกจำเพาะนำไปใช้ไปประโยชน์ได้ดีที่สุด อาจจะเป็นข้อดีสำหรับโพรไบโอติกที่ไม่ต้องแก่งแย่งอาหารกับ

กลุ่มจุลินทรีย์ดั้งเดิมภายในระบบทางเดินอาหาร การพัฒนาเทคโนโลยีอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตในปัจจุบันช่วยสร้างโอลิโกแซ็กคาไรด์จากเอนไซม์จากตัวโพรไบโอติกเองได้

น้ำตาลแอลกอฮอล์

น้ำตาลแอลกอฮอล์ คือ สารประกอบแอลกอฮอล์ของน้ำตาลต่างๆ ซึ่งได้จากการ hydrogenation ของน้ำตาลนั้น โดยมี catalysts น้ำตาลที่ผ่านการ reduction จะทำให้ออกซิเจนในโมเลกุลอยู่ในรูป hydroxyl groups (-OH) เราสามารถใช้น้ำตาลแอลกอฮอล์แทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารลดพลังงานได้ เพราะมีความหวาน ให้ความรู้สึกเนื้อสัมผัสเหมือนน้ำตาล แต่มีพลังงานน้อยกว่า 4 กิโลแคลอรี/กรัม บางชนิดให้ความรู้สึกเย็น และป้องกันฟันผุ เพราะจุลินทรีย์ในปากไม่สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารได้ น้ำตาลแอลกอฮอล์สามารถใช้แทนน้ำตาลสำหรับผู้ป่วยเบาหวานได้เพราะไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ xylitol lactitol maltitol sorbitol เป็นต้น นอกจากความหวานซึ่งสามารถใช้แทนซูโครสได้แล้ว ยังมีพลังงานต่ำ และมีคุณสมบัติ non-cariogenicity คือไม่ทำให้ฟันผุเหมือนกับน้ำตาลทราย จึงนิยมใช้ในขนมหวาน ขนมขบเคี้ยว ลูกกวาด หรือหมากฝรั่ง

1.1 ซอร์บิทอล (Sorbitol) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า (D-glucitol) เป็น bulk sweetener มีความหวานประมาณ 60% ของความหวานน้ำตาลซูโครส ให้พลังงาน 2.6 กิโลแคลอรี /กรัม ไม่ทำให้ฟันผุ ให้ความรู้สึกเย็น นิยมใช้ในหมากฝรั่ง ลูกกวาด ไอศกรีม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และยังนิยมใช้ในยาสีฟันและน้ำยาบ้วนปาก

2.2 แล็กติทอล (Lactitol) เป็น disaccharide sugar alcohol ได้จากการ catalytic hydrogenation น้ำตาลแล็กโทส มีความหวานประมาณ 30-40% ของความหวานน้ำตาลทราย นิยมใช้ร่วมกับแอสพาร์เทมหรือเอสซัลเฟมเค ให้พลังงาน 2 กิโลแคลอรี / กรัม และไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยา Maillard reaction ทนอุณหภูมิสูงได้ สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน ลูกกวาด ช็อกโกแลต หมากฝรั่ง เป็นต้น

3.3 มอลติตอล (Maltitol) ได้จาก hydrogenation น้ำตาลมอลโทส มีความหวานประมาณ 90% ของความหวานน้ำตาลทราย ให้พลังงาน 3 กิโลแคลอรี/กรัม ทนอุณหภูมิสูงได้ดี นิยมใช้ในการผลิตช็อกโกแลตและขนมหวาน หมากฝรั่ง ผลิตภัณฑ์ขนมอบ เป็นต้น

ไกลโคไซด์ (Glycosides)

ไกลโคไซด์ เป็นสารประกอบอินทรีย์ ที่เกิดจาก aglycone (หรือ genin) จับกับส่วนที่เป็นน้ำตาล (glycone part) หรืออนุพันธ์ของน้ำตาล ละลายน้ำได้ดี โครงสร้างของ aglycone มีความ

แตกต่างกันหลายแบบ ทำให้ประเภทและสรรพคุณทางเภสัชวิทยาของไกลโคไซด์มีหลายชนิด ใช้เป็นยาที่มีประโยชน์ และเป็นสารพิษที่มีโทษต่อร่างกาย

ไกลโคไซด์จำแนกตามสูตรโครงสร้างของ aglycone ได้หลายประเภทคือ

- คาร์ดิแอ็ก ไกลโคไซด์ (Cardiac Glycosides) มีฤทธิ์ต่อระบบกล้ามเนื้อหัวใจ และระบบไหลเวียนของโลหิต เช่น ใบยี่โถ เป็นต้น

- แอนทราควิโนน ไกลโคไซด์ (Antraquinone Glycosides) มีฤทธิ์เป็นยาระบาย ยาฆ่าเชื้อ และสีย้อม เช่น ใบมะขามแขก ใบขี้เหล็ก ใบชุมเห็ดเทศ ใบว่านหางจระเข้

- ซาโปนิน ไกลโคไซด์ (Saponin Glycosides) เป็นสาร triterpenoids มีส่วนของ Aglycone เช่น Cyanogenetic Nitrate สารกลุ่มนี้เมื่อถูกย่อยจะได้สารจำพวกไซยาไนด์ มีรสขมในถั่ว ซึ่งระหว่างการแปรรูป เช่น การล้างและต้มถั่วจะถูกขจัดออกไป สารนี้ถ้าบริโภคมากเกินไปจะเกิดพิษ แต่การศึกษาพบว่าสารนี้มีประโยชน์ในการลดระดับคอเลสเตอรอล (hypocholesterol effect) เนื่องจากสารนี้จับคอเลสเตอรอลในทางเดินอาหาร ทำให้ไม่ถูกดูดซึม และยังจับกับเกลือน้ำดีทำให้ไม่ดูดกลับ (recyling) เข้าสู่ enteroepatic circulation ทำให้มีการดึงคอเลสเตอรอลมาใช้สร้างน้ำดีขึ้นใหม่ จึงช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด เช่น รากมันสำปะหลัง ผักสะตอ ผักหนาม ผักเสี้ยนผี กระเบาน้ำ เป็นต้น

- ไอโซไทโอไซยาเนท ไกลโคไซด์ (Isothiocyanate Glycosides) มีส่วนของ aglycone เป็นสารจำพวก Isothiocyanate

- ฟลาโวนอล ไกลโคไซด์ (Favonol glycosides) เป็นสารที่พบในหลายส่วนของพืชส่วนใหญ่สีออกไปทางสีแดง เหลือง ม่วง น้ำเงิน เช่น ดอกอัญชัญ เป็นต้น

- แอลกอฮอลิค ไกลโคไซด์ (Alcoholic Glycosides) แอลดีไฮด์ ไกลโคไซด์ (Aldehyde Glycosides) เล็คโทน ไกลโคไซด์ (Lactone Glycosides) และแทนนิน ไกลโคไซด์ เป็นต้น

สารเหล่านี้ช่วยในการเผาผลาญพลังงาน ควบคุมระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ความดันโลหิต หรือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ส่วนใหญ่สกัดมาจากพืช นำมาเสริมในอาหารต่างๆ เพราะทำหน้าที่เป็นแอนติออกซิแดนท์จับอนุมูลอิสระ

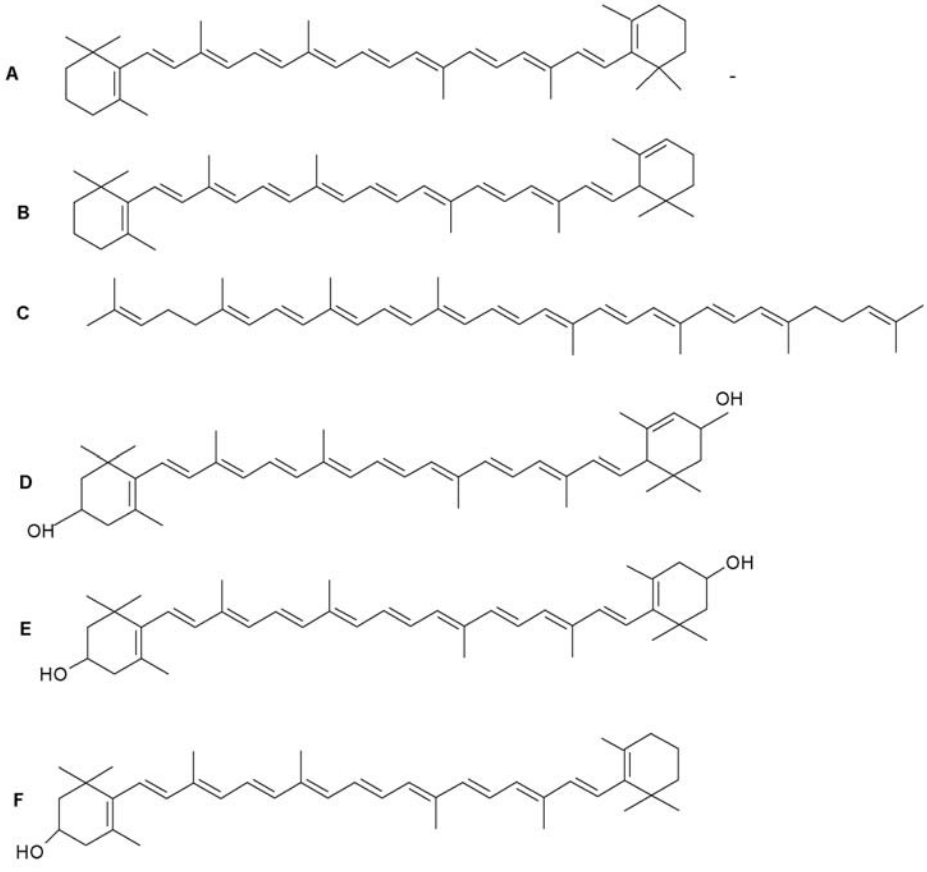
คาโรทีนอยด์ (Carotenoid)

คาโรทีนอยด์ เป็น Isoprenoids pigment ที่ได้จากพืช ซึ่งในธรรมชาติจะพบได้หลายรูป คาโรทีนมีมากในผักสีเขียวและเหลือง ผักที่มีคาโรทีนมาก ได้แก่ แครอท ใบตำลึง พริกขี้หนู กะเพราแดง ฟักทอง ข้าวโพด มะเขือเทศ เป็นต้น

คาโรทีนอยด์เป็นสารให้สีจากธรรมชาติ (Natural Pigment) ซึ่งให้สีเหลือง ส้ม แดง เป็นสารที่พบมากในมะเขือเทศ และในผัก ผลไม้ ต้นไม้ สัตว์ต่างๆ เป็นต้น เกิดจากกลุ่มสีชนิดใด

ชนิดหนึ่ง หรือจากการรวมกลุ่มสีตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป เช่น แคโรทีนอยด์ เบต้าไซยานิน แอนโทไซยานิน, และฟลาโวนอยด์อื่นๆ โดยส่วนใหญ่แคโรทีนอยด์ประกอบด้วยเม็ดสี 3 ชนิด คือ สีแดง (แคปแซนทิน) สีเหลือง (แซนโทฟิลล์) และสีส้ม (คาโรทีน) โดยคาโรทีนพบในพืชสีเขียวทุกชนิดและพบมากในพืชที่มีสีเหลือง ส้ม และแดง เช่น แครอท มะเขือเทศ มะละกอ ฟักทอง พริก เปลือกส้ม ลูกเกด สาหร่าย เป็นต้น พบในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ราก เมล็ด ใบ ผลดอก

แคโรทีนอยด์เป็นสารธรรมชาติที่พบอยู่ทั่วไปในพืช ผัก ผลไม้ และจุลชีพ ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสร้างแคโรทีนอยด์ได้ แต่แคโรทีนอยด์มีความสำคัญต่อสุขภาพของมนุษย์มาก งานวิจัยใหม่ ๆ แสดงให้เห็นว่าคาโรทีนอยด์มีความสำคัญต่อสุขภาพ โดยช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคมะเร็งและโรคหัวใจ การรับประทานอาหารที่มีองค์ประกอบของแคโรทีนอยด์จึงช่วยสร้างเสริมสุขภาพของมนุษย์



รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างอนุพันธ์ของแคโรทีนอยด์ A, β-carotene; B, α-carotene; C, lycopene; D, lutien; E, zeaxanthin; F, β-cryptoxanthin

1) ผลของแคโรทีนอยด์ต่อสุขภาพ

ในสิ่งมีชีวิตที่ใช้ออกซิเจนในการหายใจและเมตะบอลิสม์เพื่อให้ได้พลังงานในการดำเนินชีวิตและการทำงานของอวัยวะต่างๆ นั้น ในระหว่างกระบวนการสร้างพลังงาน จะเกิดอนุมูลอิสระขึ้นมาด้วย ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีพลังงานสูง และสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ง่าย โดยเฉพาะสารเคมีในร่างกาย เช่น ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และ DNA ทำให้การทำหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ที่มีสารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไป นอกจากอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในร่างกายแล้ว ยังมีอนุมูลอิสระและสิ่งกระตุ้นจากภายนอกที่ทำอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อได้ เช่น การสูบบุหรี่ แสงอุลตราไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ (X-ray) มลภาวะ ความเครียด และการสัมผัสกับสารเคมีอันตรายต่างๆ

จากการศึกษาพบว่า ปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายอันเนื่องมาจากออกซิเจนและอนุมูลอิสระ มีความสัมพันธ์กับอัตราเร็วของการเกิดความแก่ (aging process) และโรคเรื้อรังต่างๆ ในการพยายามชะลอความแก่และลดอัตราเสี่ยงต่อเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ แคโรทีนอยด์น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่ง เพราะแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะเบต้า-คาโรทีน ไลโคพีน และลูทีน อีกทั้งสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ โรคมะเร็ง ชะลอความแก่ และป้องกันความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากแสงแดด เพราะนอกจากแคโรทีนอยด์เป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้ว ยังช่วยเพิ่มการสื่อสารระหว่างเซลล์ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ เพิ่มการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกายและเพิ่มภูมิต้านทานด้วย สารกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความสำคัญต่อการสร้างเสริมสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ เบต้า-คาโรทีน ลูทีน ซีแซนทิน ไลโคพีน และแอสตาแซนทิน

วิตามิน (Antioxidant vitamin)

วิตามินเป็นสารที่มีประโยชน์และมีความจำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งมีอยู่ในพืชผักผลไม้ โดยปกติร่างกายสร้างขึ้นเองไม่ได้ และเป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งร่างกายขาดไม่ได้ วิตามินแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ละลายน้ำได้ เช่น วิตามินบี วิตามินซี และกลุ่มที่ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค

วิตามินที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant vitamins) เป็นสารจำเป็นต่อชีวิต มาจากพืชผักที่เป็นอาหารประจำวัน ได้แก่

1) วิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) มีมากในผักและผลไม้สด โดยเฉพาะพวกพืชตระกูลส้ม เช่น ส้มเขียวหวาน มะนาว ใน 100 มิลลิลิตรของน้ำส้มคั้น น้ำมะนาว และน้ำสับปะรด มีวิตามินซีอยู่ 40 35 และ 10 มก. ตามลำดับ ส่วนฝรั่ง 100 กรัม มีวิตามินซีอยู่

200 มก. อาหารจากสัตว์ที่มีวิตามินมากคือ ตับ ไข่ปลา ในน้ำนมมีน้อย (น้ำนมคนมีประมาณ 4.4 มก./100 มล.) น้ำนมวัวมีน้อยกว่าประมาณ 1.3 มก./100 มล. อาหารที่มีวิตามินซีน้อยมากหรือไม่มีเลย ได้แก่ เนื้อสัตว์ ไข่ ข้าว ขนมปัง ไขมัน

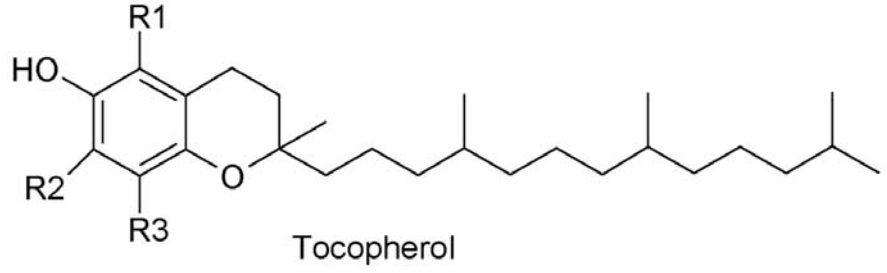
วิตามินซีในอาหารมี 2 รูปแบบ ซึ่งร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ทั้ง 2 ชนิดคือ Ascorbic acid และ Dehydroascorbic acid ซึ่ง Ascorbic acid มีผลึกสีขาว มีรสเปรี้ยว วิตามินซีเป็นวิตามินชนิดที่ละลายน้ำได้ (Water soluble) เมื่อละลายน้ำมีฤทธิ์เป็นกรด และเป็นวิตามินที่สลายตัวเร็วที่สุดในจำพวกวิตามินด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไวต่อออกซิเจนมาก (ปฏิกิริยา oxidation) เมื่อตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศที่มีทองแดง และในสิ่งแวดล้อมที่มีสภาพเป็นด่าง และ Ascorbic oxidase enzyme ที่มีอยู่ในผลไม้ คุณสมบัติอย่างหนึ่งของวิตามินซีที่ทราบกันดีก็คือ ช่วยป้องกันและรักษาโรคลักปิดลักเปิด (scurvy) ได้ กลูโคส วิตามินซี เมื่อถูกออกซิไดซ์จะกลายเป็น Dehydroascorbic acid เป็นโมเลกุลที่มีความไวในการทำปฏิกิริยาทางเคมีในร่างกาย วิตามินซีร่วมในปฏิกิริยา oxidation-reduction และในปฏิกิริยาการขนส่ง อนุมูล hydrogen ด้วยเหตุนี้วิตามินซีจึงเป็นโมเลกุลที่มีความไวในการทำปฏิกิริยาทาง reducing agent หรือ antioxidant ที่มีพลังโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปฏิกิริยาการเผาผลาญสารอาหารไขมัน และวิตามินซีมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการป้องกันไม่ให้เกิด oxidation ของ tetrahydrofolate ซึ่งเป็นโฟเลท coenzyme นอกจากนั้นวิตามินซียังเป็นตัวกระตุ้นให้มีการดูดซึมเหล็กในรูปแบบที่เป็น non-heme ในลำไส้ให้มากขึ้น

จากการศึกษาพบว่า วิตามินซี อาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง และโรคหัวใจ โดยที่วิตามินซีจะทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระชนิด superoxide และ hydroxyl (HO) ป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ซึ่งมาจากการสลายตัวของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acid) วิตามินซีอาจจะทำปฏิกิริยาโดยทางอ้อมในการป้องกันการสลายตัว ของไขมันในเยื่อบุเซลล์ โดยช่วยในการสังเคราะห์วิตามินอีที่ติดกับผนังเซลล์ขึ้นมาใหม่ อันเป็นการป้องกันโรคมะเร็ง อาจเนื่องมาจากวิตามินซีช่วยในการทำลายพิษของสารก่อมะเร็ง โดยการสกัดขบวนการเกิดเซลล์มะเร็ง เนื่องมาจากคุณสมบัติที่เป็น antioxidant โดยการจับกับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น และกระตุ้นให้มีภูมิต้านทาน และยังพบว่าการบริโภควิตามินซีในปริมาณสูงจะช่วยป้องกันหวัดหรือทำให้หายจากไข้หวัดธรรมดาหรือไข้หวัดใหญ่ได้เร็วขึ้น วิตามินซียังเป็นสารหลักในการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย เม็ดเลือดขาวเกือบทุกชนิดที่ได้รับวิตามินซีเพียงพอ จะทำหน้าที่ต่อสู้กับเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

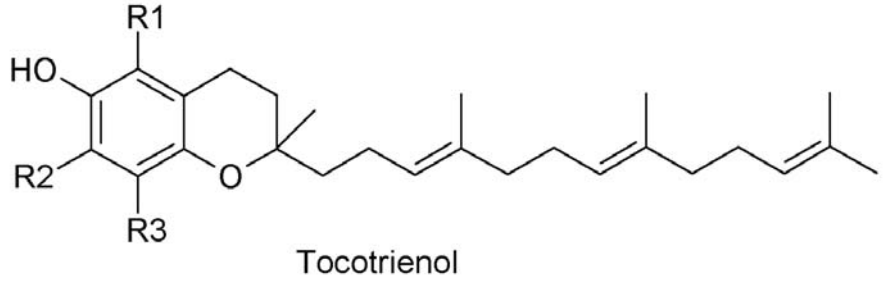
2) วิตามินอี (α-Tocopherol) ละลายได้ในไขมันและถูกทำลายได้ง่ายโดยความร้อนและแสงสว่าง พบมากในถั่ว ธัญพืช รำ ข้าวกล้อง งาดำ จมูกข้าวสาลี และเมล็ดพืช แม้ว่าความต้องการวิตามินอีของมนุษย์ไม่สามารถกำหนดได้แน่นอนว่าในหนึ่งวันเราควรบริโภค

ในปริมาณเท่าใด จากการศึกษาค้นคว้าของนักโภชนาการพบว่าวิตามินอีป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (antioxidation) ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว วิตามินเอ คาโรทีน และวิตามินซี

วิตามินอีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในร่างกาย ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นมาได้ มีชื่อทางเคมีว่า Tocopherol เป็นพวกแอลกอฮอล์ไม่อิ่มตัว มีอยู่ในธรรมชาติ 7 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ -alpha -beta -delta -epsilon -osta -gamma และ -zeta ซึ่ง Alphatocopherol เป็นตัวสำคัญที่สุด เนื่องจากมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี วิตามินอีเป็นวิตามินที่มีการค้นพบกันมานาน แต่วิตามินอีที่มีการศึกษาและพูดถึงกันมากคือ โทโคไตรอินอล (tocotrienols) ซึ่งเป็นวิตามินอีที่ได้จากน้ำมันปาล์ม และมีบทบาทสำคัญคล้ายโทโคฟีรอลที่มีในน้ำมันพืชทั่วๆ ไป



Tocopherol



Tocotrienol

รูปที่ 5 แสดงโครงสร้างทางเคมีของ α-tocopherol และ tocotrienol

วิตามินอีจะช่วยปกป้องเซลล์ในร่างกายจากสารอนุมูลอิสระ โดยไปขัดขวางปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารในร่างกาย โดยอาศัยคุณสมบัติของมันเองที่เป็นตัวที่ไวต่อการถูกออกซิไดส์มาก จึงเป็นตัวที่ถูกออกซิไดส์เองแทนสารอื่นๆ ในร่างกายที่มีความไวต่อการถูกออกซิไดส์ได้น้อยกว่า ป้องกันไขมันไม่อิ่มตัวที่กินเข้าไปรวมกับออกซิเจน ซึ่งจะก่อให้เกิดอนุมูลอิสระ เป็นสารต้านไม่ให้หลอดเลือดแข็งตัว และยังขยายหลอดเลือดฝอยเล็กๆ ได้อีกด้วย ทำให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น

ป้องกันการเกาะตัวของเกล็ดเลือดที่ผนังหลอดเลือด จึงช่วยลดการอุดตันของคอเลสเตอรอล ทั้งตัวมันเองยังมีฤทธิ์ลดคอเลสเตอรอล ทำให้ร่างกายมีการนำพาออกซิเจนได้อย่างสะดวก ส่งผลให้ร่างกายใช้ออกซิเจนได้ดีขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อมีกำลังมากขึ้น ทั้งยังช่วยให้มีการผลัดผิวหนังขึ้นมาใหม่ ช่วยเพิ่มการทำงานของอินซูลิน ทำให้ระบบประสาทดีขึ้น สามารถทำงานได้ตามปกติ ช่วยทำให้ระบบสืบพันธุ์เป็นปกติ รักษาอาการเป็นหมันได้ ช่วยป้องกันการเกิดต้อกระจกได้ และยังเชื่อว่าทำลายฤทธิ์ของสารก่อมะเร็งได้ด้วย

3) โพรวิตามินเอ หรือเบต้า-คาโรทีน วิตามินเอเป็นวิตามินที่ร่างกายนำมาสร้างภูมิคุ้มกัน วิตามินเอในอาหารส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเรตินอยด์ จะพบมากในพืชที่มีสีเหลือง และสีส้ม เช่น หัวแครอท หัวผักกาดแดง มะเขือเทศ เป็นต้น เบต้า-คาโรทีนยังใช้ในการรักษาโรคบางชนิด เช่น โรคกระดูก ความผิดปกติของผิวหนังอันเนื่องมาจากความไวต่อแสง ซึ่งการที่ผิวหนังมีความไวต่อแสงจะกระตุ้นให้มีการสร้างพอไฟริน (porphyrins) ที่ผิวหนังซึ่งจะดูดกลืนพลังงานจากแสงและทำให้เกิดอนุมูลอิสระ และอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะทำลายเซลล์และทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อ การได้รับเบต้า-คาโรทีนจะทำให้อาการเจ็บปวดลดลง เนื่องจากเบต้า-คาโรทีนไปหยุดปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ

ตารางที่ 6 ประโยชน์ของวิตามินที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระในการป้องกันโรค

โรค	วิตามินซี	วิตามินอี	เบต้า-คาโรทีน
Cardiovascular disease	+	+++	+
Cancer	++	++	+
Cataracts	++	++	++
Immne function	++	+++	++
Arthritis	+	+	+
Alzheimer's disease	-	++	-

- ไม่พบความสัมพันธ์ + มีความสัมพันธ์ ++ มีความสัมพันธ์มาก +++ มีความสัมพันธ์มากที่สุด

ที่มา : มลศิริ (2545)

แร่ธาตุ

แร่ธาตุ หมายถึง สารอินทรีย์บางชนิดที่ร่างกายนำไปใช้ในการดำรงชีวิต เช่น แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม โซเดียม เป็นต้น สารเหล่านี้มีความจำเป็นต่อร่างกายเพื่อนำมาปรับความเป็นกรดด่างให้กับเลือดที่ไหลเวียนไปเลี้ยงเซลล์ตามอวัยวะต่างๆ และร่างกายนำมาสร้างภูมิคุมกัน

1) แคลเซียม (Calcuim) จัดเป็นเกลือแร่หลักที่พบในร่างกายมากที่สุดประมาณ 99% จะพบในกระดูก ฟัน เล็บ และผม ส่วนที่เหลืออีก 1% จะมีอยู่ทั่วไปในระบบกล้ามเนื้อ (รวมหัวใจ) ต่อมพาราไทรอยด์ หรือในฮอร์โมนที่ขับจากต่อมพาราไทรอยด์ และจะพบในกระบวนการเผาผลาญวิตามินอี แคลเซียมจะทำงานให้เกิดประสิทธิภาพ แคลเซียมจะต้องทำงานควบคู่กันกับแมกนีเซียม วิตามิน A C D E และแน่นอนทีเดียว ฟอสฟอรัสจะขาดไม่ได้ (วิตามิน A และ C เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดูดซึมของแคลเซียม)

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่พบมากในร่างกาย ส่วนใหญ่ถูกเก็บไว้ในกระดูก ฟัน เล็บ และอื่นๆ แคลเซียมเป็นเกลือที่ไม่ชอบทำงานตัวเดียว แคลเซียมจะทำงานร่วมกับฟอสฟอรัสได้ดี จะพบว่ามีแคลเซียม 5 ส่วนต่อฟอสฟอรัสถึง 2 ส่วนในกระดูก และนอกจากนมและผลิตภัณฑ์ของนมเป็นแหล่งแคลเซียมที่สำคัญที่สุด โดยเฉพาะนมวัว กระดูกต่างๆ ก็เป็นแหล่งแคลเซียมเช่นกัน โดยเฉพาะกระดูกปลาที่สามารถเคี้ยวกลืนได้ เช่น ปลาซาร์ดีน ปลาเล็กปลาน้อยของไทย เช่น ปลาราากกล้วย ปลาซิว เป็นต้น ความต้องการของแคลเซียมเพิ่มขึ้นตามวัย โดยเฉพาะผู้สูงอายุซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน ประโยชน์ของแคลเซียมในร่างกายเกือบทั้งหมดจะสะสมในกระดูกและฟัน ซึ่งเป็นที่ที่มันไปช่วยทำให้เกิดความแข็งแรง อีกทั้งจะมีปริมาณแคลเซียมจำนวนน้อยๆ ที่อยู่ในกระแสเลือด ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการสร้างฮอร์โมนและเอนไซม์ต่างๆ เพื่อให้ร่างกายทำงานเป็นปกติ และแคลเซียมเป็นตัวหลักในการนำสัญญาณระหว่างเซลล์ประสาทให้สื่อสารกันได้เป็นปกติ การขาดแคลเซียมจะทำให้เกิดอาการเหล่านี้ เป็นตะคริว ชา เกิดภาวะกระดูกพรุน ฟันบาง หากรับประทานมากเกินไปก็จะทำให้กล้ามเนื้อกระบังลมทำงานมากเกินไป แข็งเกร็งจนไม่สามารถทำหน้าที่ต่อไปได้ คนไข้จะตายทันทีเพราะหัวใจวาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งคนที่เป็นโรคหัวใจมาก่อน แคลเซียมไม่เพียงช่วยสร้างกระดูกเท่านั้น นักวิจัยพบว่ายังช่วยป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากกินมากประมาณ 700-800 มิลลิกรัมต่อวัน ก็จะช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้ 40-50% ปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายต้องการต่อวัน : ในอเมริกาฯ กำหนด 1000-1200 มิลลิกรัมต่อวัน จึงจะได้ผล แต่การวิจัยก่อนหน้านี้รายงานว่าต้องกินในเกณฑ์ 1,200-200 มิลลิกรัมต่อวันจึงจะได้ผล แต่การศึกษาของฮาร์วาร์ดบอกว่าหากได้รับเกิน 800 มิลลิกรัมต่อวัน ก็ไม่ช่วยเพิ่มผลในการป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่แต่อย่างใด

ประโยชน์ของแคลเซียมที่มีต่อร่างกาย

1. เป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน ในเถ้าถ่านกระดูกจะมีแคลเซียมถึงร้อยละ 50 เป็นแคลเซียมไตรฟอสเฟตร้อยละ 80 แคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 12 และอีกร้อยละ 3 อยู่ในสภาพของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ สารประกอบแคลเซียมจะอยู่ในโพรงกระดูก ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ตอนปลายของกระดูกซึ่งเราเรียกว่า “ทราเบคูลาร์ (trabeculae)” ถ้าร่างกายได้รับแคลเซียมมากเพียงพอ ทราเบคูลาร์จะได้รับการพัฒนาอย่างดี จะทำให้ส่วนปลายของกระดูกแข็งแรง ภายในโพรงกระดูกมีเส้นเลือดและของเหลวมาติดต่อ เพื่อนำแคลเซียมไปช่วยรักษาระดับแคลเซียมในเลือดในกรณีที่ได้รับแคลเซียมจากอาหารน้อยลง เพื่อปรับระดับแคลเซียมในเลือดให้สมดุลตลอดเวลา ในระยะที่เป็นเด็ก ร่างกายกำลังเจริญเติบโต ก็จะมีการสร้างกระดูกโดยดึงแคลเซียมเข้าไปที่กระดูก (bone formation) มากกว่าที่จะสลายออกมา (bone resorption) แต่เมื่ออายุมากขึ้น การสลายแคลเซียมออกมาจากกระดูกมีมากกว่าการดึงแคลเซียมเข้าไป จึงเป็นสาเหตุทำให้กระดูกมีรูพรุน เปราะ และหักง่าย ถ้าไม่มีการรักษาสมดุลของแคลเซียมในเลือดไว้

2. จำเป็นต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท ถ้าแคลเซียมในเลือดน้อยจะทำให้กล้ามเนื้อไวต่อการกระตุ้นและทำให้เกิดการชักเกร็ง แต่ถ้าระดับแคลเซียมมากเกินระดับปกติจะไปกดการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะกล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้หัวใจหยุดเต้นในท่าบีบตัว ทำให้ประสาทเกิดการเฉื่อยชา แคลเซียมในขนาดพอเหมาะจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเต้นของชีพจรและการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ

3. จำเป็นในการแข็งตัวเป็นลิ่มของเลือด กล่าวคือเมื่อเซลล์ได้รับบาดเจ็บ แคลเซียมที่อยู่ในเลือดจะกระตุ้นให้มีการขับทรอมโบพลาสติน (thromboplastin) ออกมาจากเกล็ดเลือด (platelets) แล้วทรอมโบพลาสตินจะเร่งให้มีการเปลี่ยนโพรทรอมบิน (prothrombin) ไปเป็นทรอมบิน (thrombin) และทรอมบินจะช่วยให้ไฟบริโนเจน (fibrinogen) เปลี่ยนไปเป็นไฟบริน (fibrin) ในที่สุด คือการทำให้เลือดแข็งตัว

4. ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งหรือยับยั้งการทำงานของน้ำย่อยหลายชนิด เช่น น้ำย่อย ไลเปสจากตับอ่อน ช่วยในการย่อยโปรตีนของน้ำนม (casein)

5. ควบคุมความสมดุลของกรดและด่างในร่างกาย โดยควบคุมการผ่านของสารต่างๆ ให้น้อยลง เพื่อป้องกันการสะสมที่มากเกินไปของกรดหรือด่างในเลือด ในขณะที่โซเดียมและโปตัสเซียมปล่อยให้สารเหล่านี้ผ่านเข้าออกได้มากขึ้น จำเป็นในการสังเคราะห์อะซิทิลโคลีน (acetylcholine) ซึ่งเป็นสารจำเป็นในการส่งกระแสความรู้สึกของระบบประสาท

6. ช่วยในการดูดซึมวิตามินบี 12 ที่ลำไส้เล็กตอนปลาย เป็นส่วนประกอบของ intracellular cement ทำให้เซลล์คงตัวอยู่ได้

7. ช่วยป้องกันอาการผิดปกติระยะก่อนมีประจำเดือน และอาการในวัยใกล้หมดประจำเดือน

8. ต่อต้านผลที่เป็นอันตรายจากกัมมันตภาพรังสีสตรอนเทียน 90

9. เมื่อร่างกายได้รับแคลเซียมและเหล็กเพียงพอ จะช่วยป้องกันมิให้สารตะกั่วดูดซึมเข้าที่ลำไส้ผ่านเข้าสู่เนื้อเยื่อ แต่ถูกขับออกจากร่างกายแทน อาหารที่มีแคลเซียมมากได้แก่ ผลิตภัณฑ์จากน้ำนม เช่น เนยแข็ง เนยเหลว และไอศกรีม กระดูกที่รับประทานได้ เช่น ปลากระป๋อง ปลาป่น ปลากรอบ กุ้งแห้ง กุ้งฝอยสด (น้ำจืด) และน้ำนม ปริมาณแคลเซียมที่พบในน้ำนมคือ น้ำนมวัว 100 ซีซี มีแคลเซียม 120 มิลลิกรัม น้ำนมคน 100 ซีซี มีแคลเซียม 30 มิลลิกรัม นมผง 100 ซีซี มีแคลเซียม 990 มิลลิกรัม

ถึงแม้ว่าน้ำนมคนมีแคลเซียมน้อยกว่าน้ำนมวัว แต่มีสัดส่วนของแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหมาะสำหรับการดูดซึมมากกว่า และมีน้ำตาลแลคโตสมาก ซึ่งมีส่วนช่วยในการดูดซึมแคลเซียมอีกด้วย จึงเหมาะสมสำหรับเด็กทารกมากกว่าน้ำนมวัว

นมเป็นอาหารที่หาดื่มได้ง่าย แม้ว่าปัจจุบันยังมีการบริโภคกันน้อยในหมู่คนไทย เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้ว สำหรับผู้ที่ไม่ต้องการเพิ่มน้ำหนักให้ตัวเองก็เลือกดื่มนมพร่องไขมัน แต่สำหรับคนที่ร่างกายผอมจนเกินไปก็ควรดื่มนมที่มีไขมัน ซึ่งมีให้เลือกมากมาย โดยสังเกตได้ที่ข้างกล่องว่าเป็นนมชนิดไหน แต่นมทุกชนิดล้วนเป็นแหล่งอาหารที่มีแคลเซียม ซึ่งมีคุณค่าอาหารสูงมาก เพราะมีวิตามินนานาชนิด และมีแร่ธาตุมากมาย นอกจากนี้ยังมีโปรตีนอีกด้วย นอกจากนี้ในไข่แดงและอาหารทะเล เช่น ปลาเล็กปลาน้อย ปลาป่น กะปิ ผักต่างๆ เช่น ตำลึง ดอกกะหล่ำ เห็ด ฯลฯ อาหารพวกนี้มีปริมาณแคลเซียมสูง และมีอยู่อุดมสมบูรณ์ในประเทศไทย ซึ่งมีหลักการเลือกผลิตภัณฑ์เสริมแคลเซียมดังนี้

1. ดูตัวยาสำคัญที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ว่ามีวิตามินอื่นผสมหรือไม่ เพราะหากผสมวิตามินซี หรือวิตามินดีมากเกินไปอาจทำให้เกิดอันตราย

2. ดูว่าใน 1 เม็ด ให้อนุมูลแคลเซียมเท่าไร เพราะร่างกายต้องการแคลเซียมอย่างน้อยวันละ 800 มิลลิกรัม

3. ดูว่า ผลิตภัณฑ์เสริมแคลเซียมอยู่ในรูปแบบใด เนื่องจากแคลเซียมละลายน้ำจะถูกดูดซึมได้ยาก ดังนั้นควรใช้ผลิตภัณฑ์เสริมแคลเซียมแบบเม็ดฟู่ เพราะว่าจะละลายและดูดซึมได้ดีกว่าแบบธรรมดา

4. ต้องดูว่าแคลเซียมในผลิตภัณฑ์เป็นเกลือแคลเซียมอะไร เนื่องจากเกลือแคลเซียมแต่ละชนิดจะดูดซึมต่างกันในสภาวะกรดในกระเพาะต่างๆ กัน เช่น แคลเซียมคาร์บอเนตจะดูดซึมได้น้อยลง ถ้าผู้ป่วยมีกรดในกระเพาะอาหารน้อย อย่างไรก็ตาม การรับประทานผลิตภัณฑ์

เสริมแคลเซียมควรอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์ และต้องไม่ลืมว่าการออกกำลังกายแต่พอเหมาะและรับประทานอาหารอย่างเหมาะสมจะช่วยให้ท่านมีสุขภาพดีไปอีกนาน

2) ธาตุเหล็ก เหล็กเป็นสารอาหารในกลุ่มแร่ธาตุ ธาตุเหล็กมีอยู่ในเม็ดเลือดแดงทุกเม็ดและในเซลล์ทุกเซลล์ ธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบของ hemoglobin ที่ถูกห่อหุ้มอยู่ในเม็ดเลือดแดง ซึ่งสาร hemoglobin จะทำหน้าที่ในการจับออกซิเจนไปให้เซลล์ต่างๆ ในร่างกาย ธาตุเหล็กยังเป็นส่วนประกอบของ enzyme ต่างๆ ในปฏิกิริยาชีวะเคมีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างพลังงาน และยังเกี่ยวข้องกับการสร้างสารพันธุกรรมหรือการนำพาอิเลคตรอน ดังนั้นธาตุเหล็กจึงมีความจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตอยู่ ถ้าร่างกายมีภาวะพร่องหรือขาดธาตุเหล็ก จะทำให้ขบวนการสร้างพลังงานบกพร่องไป จะมีผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานทั้งด้านกำลังกายและสมองบกพร่องไปด้วย ซึ่งจะมีผลกระทบทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และจะส่งผลต่อเนื่องทำให้เกิดปัญหาเศรษฐกิจตามมา ฉะนั้นการรักษาดุลยภาพของธาตุเหล็กในร่างกายจึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ เพราะจะมีผลต่อสุขภาพและการดำรงชีวิตอยู่อย่างมีคุณภาพ

ธาตุเหล็กเป็นสารที่ร่างกายต้องการเป็นประจำทุกวัน โดยต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากมีหน้าที่ที่สำคัญๆ คือ ธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบในการสร้างสีเม็ดเลือด (ฮีโมโกลบิน) ซึ่งทำหน้าที่พาออกซิเจนไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำให้มีแรงในการทำงาน และธาตุเหล็กยังมีความสำคัญต่อพัฒนาการสติปัญญาและการเรียนรู้ในเด็กตั้งแต่ทารก ตลอดจนทุกวัย

นอกจากนี้ธาตุเหล็กยังเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หลายชนิดที่ป้องกันการทำลายเนื้อเยื่อต่างๆ จากการโจมตีของอนุมูลอิสระ เราจะได้รับธาตุเหล็กจากการรับประทานอาหารพวกเครื่องในสัตว์ โดยเฉพาะตับ เลือด ปลาซาร์ดีน และผักใบเขียวเข้ม

3) แมกนีเซียม แร่ธาตุตัวนี้มีหน้าที่สำคัญในการเปลี่ยนอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมันเป็นพลังงาน การขาดแมกนีเซียมทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแอ เพลีย ไม่มีสมาธิ เบื่ออาหารและซึมเศร้าได้ แร่ธาตุอีกชนิดหนึ่งซึ่งอาจเกี่ยวข้องคือ สังกะสี ซึ่งมีหน้าที่ส่วนหนึ่งในการผลิตพลังงาน ควบคุมการทำงานของอินซูลินและระดับน้ำตาลในเลือด ในขณะที่การได้รับแคดเมียม ตะกั่ว และอะลูมิเนียม ก็ทำให้เกิดอาการเพลีย เซื่องซึม ไม่มีแรงได้เช่นกัน

4) โซเดียม โซเดียมเป็นสารอาหารที่สำคัญ จัดอยู่ในกลุ่มอิเลคโทรไลต์ เมื่อละลายน้ำจะแยกตัวออกเป็นไอออนที่มีประจุไฟฟ้าบวก โซเดียมมีมากที่สุดที่น้ำนอกเซลล์ โดยควบคุมความดันออสโมติกเพื่อรักษาปริมาณของน้ำนอกเซลล์ ควบคุมปริมาณน้ำในเนื้อเยื่อและหลอดเลือด

ช่วยให้ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อทำงานเป็นปกติ โซเดียมจะถูกดูดซึมได้ตลอดทางเดินอาหาร น้อยที่สุดที่กระเพาะอาหาร และมากที่สุดที่ลำไส้เล็กส่วนกลาง โซเดียมยังช่วยรักษาความเป็นกรดและด่างของร่างกาย ช่วยนำซูโครสและกรดอะมิโนไปเลี้ยงร่างกาย เมื่อร่างกายขาดก็จะมีผลต่อระบบประสาท ทำให้เกิดโรคประสาทเสื่อม กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย แหล่งอาหารที่พบ คือ เกลือ น้ำปลา ผักใบเขียว

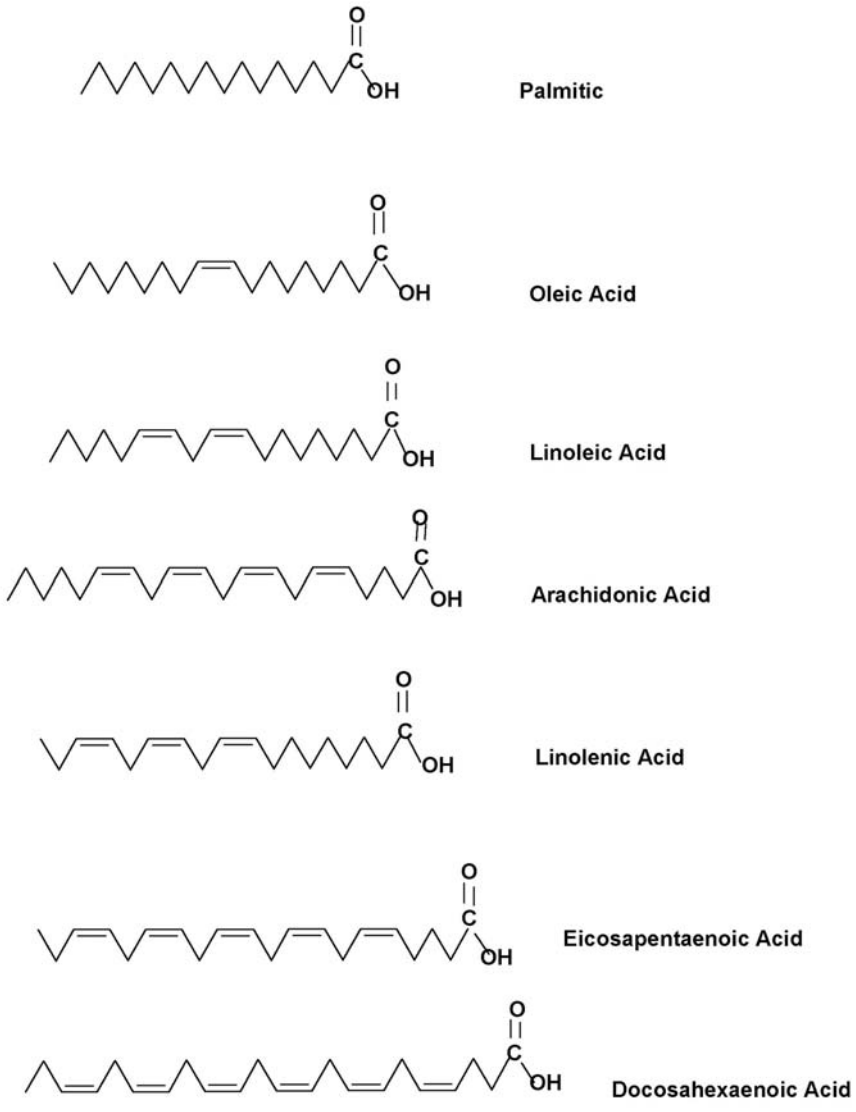
ไขมันและน้ำมัน

เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ทั้งไขมันและน้ำมันเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายในน้ำได้ ไขมัน (Fat) เป็นของแข็ง และน้ำมัน (Oil) เป็นของเหลวที่อุณหภูมิ 25˚C หน้าที่สำคัญของไขมันและน้ำมันคือ เป็นโครงสร้างที่สำคัญของเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต สร้างฮอร์โมนตัวละลายและตัวพาของไวตามิน 3 ชนิด คือ ไวตามินเอ ดี และอี ไขมันให้พลังงานประมาณ 9.0 กิโลแคลอรีต่อกรัม หรือประมาณสองเท่าของพลังงานที่ได้รับจากคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน ไขมันยังเป็นฉนวนหรือเกราะนิ่มที่ป้องกันอวัยวะภายในอีกด้วย ไขมันถ้ารับประทานมากเกินความต้องการของร่างกาย ส่วนที่เหลือจะเปลี่ยนเป็นไขมันสะสมไว้ในร่างกาย ไขมันและน้ำมันอิ่มตัวพบมากในสัตว์และพบน้อยในพืช เช่น ไขมันวัว น้ำมันหมู ไขมันหรือน้ำมันไม่อิ่มตัวพบในพืชส่วนที่เป็นผล และเมล็ด เช่น มะพร้าว ปาล์ม ถั่วเหลือง ถั่วต่างๆ เมล็ดฝ้าย เมล็ดทานตะวัน รำข้าว ฯลฯ เป็นต้น

กรดไขมัน (Fatty acid) กรดไขมันเป็นกรดอินทรีย์ประเภทหนึ่ง ที่มีหมู่คาร์บอกซิลเป็นหมู่ฟังก์ชันเหมือนกรดอินทรีย์ทั่วๆ ไป แต่ในโมเลกุลของกรดไขมันมีหมู่เพียง 1 หมู่ต่ออยู่กับสายของไฮโดรคาร์บอนแบบไม่มีกิ่งที่อิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัวก็ได้ กรดไขมันที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่มีจำนวนคาร์บอนเป็นเลขคู่ คือประมาณ 14-22 อะตอม แต่ที่พบมากเป็นกรดไขมันที่มีคาร์บอน 16 หรือ 18 อะตอม กรดไขมันจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ กรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว ตัวอย่างสูตรโครงสร้างกรดไขมันชนิดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 6

1) กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids) คือกรดไขมันที่ในโมเลกุลมีจำนวนไฮโดรเจนอะตอมอยู่เต็มที่ หรือพันธะระหว่างคาร์บอนอะตอมเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด กรดไขมันชนิดนี้มีสูตรทั่วไปเป็น $C_nH_{2n+1}COOH$ เมื่อ n คือ เลขจำนวนเต็มใดๆ ที่มีค่ามากและเป็นเลขคี่ (แต่จำนวนคาร์บอนทั้งหมดเป็นเลขคู่) เช่น 11 13 15 17... ตัวอย่างกรดไขมันอิ่มตัว เช่น กรดลอริก ($C_{11}H_{23}COOH$) กรดปาล์มิติก ($C_{15}H_{31}COOH$) กรดสเตียริก ($C_{17}H_{35}COOH$) เป็นต้น กรดไขมันอิ่มตัวที่พบมากที่สุดคือกรดปาล์มิติก รองลงมาคือกรดสเตียริก ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบมากที่สุดคือ กรดโอเลอิก

กรดไขมันอิ่มตัวพบได้ง่ายทั่วไป พบมากในน้ำมันสัตว์ และพบบ้างในน้ำมันพืชหลายชนิด กรดไขมันกลุ่มนี้มีหน้าที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย หากมีปริมาณมากเกินไปจะทำให้อ้วน เพิ่มระดับไขมันในเลือด และอาจทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดอุดตันง่าย



รูปที่ 6 แสดงโครงสร้างทางเคมีของกรดไขมันที่สำคัญ

ตารางที่ 7 ตารางสมบัติบางประการของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว

กรดไขมัน	สูตรโครงสร้างอย่างย่อ	จุดหลอมเหลว (°C)	จำนวนพันธะคู่	ตัวอย่างแหล่งที่พบ
ก. กรดไขมันอิ่มตัว				
ลอริก (Lauric acid)	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	44.2	-	น้ำมันมะพร้าว
ไมริสติก (Myristic acid)	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	53.9	-	ลูกจันทน์เทศ
ปาล์มิติก (Palmitic acid)	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	63.1	-	น้ำมันปาล์ม,
สเตียริก (Stearic acid)	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	69.6	-	ไขมันสัตว์
อะราชิดิก (Arachidic acid)	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	76.5	-	ไขมันพืชและสัตว์ น้ำมันถั่วลิสง
ข. กรดไขมันไม่อิ่มตัว				
ปาล์มิโตเลอิก (Palmitoleic acid)	$CH_3(CH_2)_5CH=CH_2(CH)_7\ COOH$	0.5	1	ไขมันพืชและสัตว์
โอเลอิก (Oleic acid)	$CH_3(CH_2)_7CH=CH_2(CH)_7\ COOH$	13.4	1	ไขมันพืชและสัตว์
ไลโนเลอิก (Linoleic acid)	$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_2(CH_2)_6COOH$	5	2	น้ำมันพืช
ไลโนเลนิก (Linolenic acid)	$CH_3CH_2(CH=CHCH_2)_3(CH_2)_6COOH$	11	3	น้ำมันพืช
อะราชิโดนิก (Arachidonicacid)	$CH_3(CH_2)_4(CH=CHCH_2)_4(CH_2)_2COOH$	49.5	4	ไขมันสัตว์

2) กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids)

เป็นที่สังเกตว่า กรดไขมันโอเมก้า-3 หรือ กรดไลโนเลนิก (linolenic acid) และกรดไขมันโอเมก้า-6 หรือกรดไลโนเลอิก (linoleic acid) ซึ่งเป็นสารอาหารสำคัญชนิดกรดไขมันที่จำเป็นมากต่อร่างกายนั้น จะพบได้ในเฉพาะน้ำมันพืชเท่านั้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

กรดไลโนเลอิก หรือกรดไขมันโอเมก้า-6 พบในปริมาณมาก (ต่อหน่วยน้ำหนัก) ในเมล็ดดอกคำฝอย (safflower) 44.6% เมล็ดดอกทานตะวัน (sunflower) 30.7% เมล็ดวอลนัท (walnut) 30.6% เมล็ดงา (sesame) 22.1% เมล็ดปอป่าน (hemp) 21% เมล็ดองุ่น (grape) 14.2% ถั่วลิสง (peanut) 13.8% อีเวนนิ่งพริมโรส (evening primrose) 13.7% คาโนล่า (canola) 9.0% ถั่วเหลือง (soy) 8.9% วีทเจิร์ม (wheat germ) 5.5% ลินิน (flax) 4.9% รำข้าว (rice bran) 3.5% ข้าวโพด (corn) 2.4% และเมล็ดมะกอก (olive) 1.6%

กรดไลโนเลนิก หรือกรดไขมันโอเมก้า-3 พบในปริมาณมาก (ต่อหน่วยน้ำหนัก) ในเมล็ดพืชต่อไปนี้ ลินิน (flax) 20.3% แคนเดิลนัท (candle nut) 9.0% ปอป่าน (hemp) 7.0% ฟักทอง (pumpkin) 0-7.0% วอลนัท (walnut) 3.0% ถั่วเหลือง (soybean) 1.2% และ วีทเจิร์ม (wheat germ) 0.6%

ในบรรดากรดไขมันทั้งหลาย กรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิด omega-6 fatty acid (linoleic acid) และ omega-3 fatty acid (α-linolenic acid) สำคัญต่อสุขภาพมากที่สุด ดังสูตรโมเลกุลด้านล่างนี้

Omega-6 fatty acid หรือ **linoleic acid** (18:2n6; มี 2 พันธะคู่ที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 6)

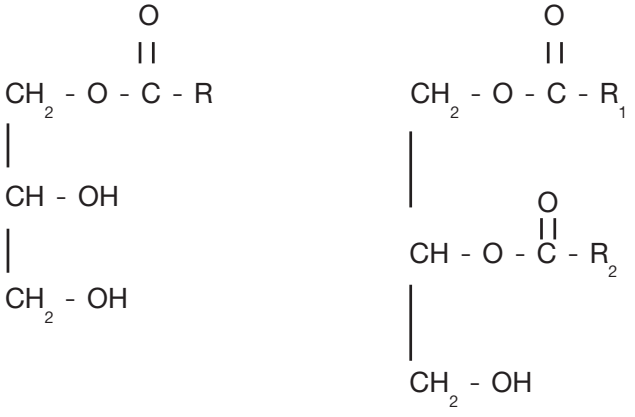
CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-**CH=CH**-CH_2-**CH=CH**-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-COOH

Omega-3 fatty acid หรือ **alpha-linolenic acid** (18:3n3; มี 3 พันธะคู่ที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 3)

CH_3-CH_2-**CH=CH**-CH_2-**CH=CH**-CH_2-**CH=CH**-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-COOH

3) องค์ประกอบในไขมันและน้ำมัน

ทั้งไขมันและน้ำมันเป็นเอสเทอร์ที่เกิดจากกรดไขมันทำปฏิกิริยากับกลีเซอรอล สูตรทั่วไปของไขมันและน้ำมันคือส่วนที่มาจากกลีเซอรอล ส่วนที่มาจากกรดไขมัน R_1 R_2 และ R_3 เป็นหมู่ของไฮโดรคาร์บอน อาจเหมือนกันหรือต่างกันก็ได้ โดยปกติ R_1 และ R_3 ส่วนใหญ่มาจากกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ส่วน R_2 มาจากกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ในไขมัน หมู่ R ส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัว ส่วนในน้ำมัน หมู่ R เป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว ไขมันและน้ำมันที่เกิดจากกรดไขมันเข้าทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ในกลีเซอรอล เรียกว่า ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride)



รูปที่ 7 แสดงโครงสร้างทางเคมีของไตรกลีเซอไรด์

ไขมันซึ่งเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เช่น ไขวัว เป็นเอสเทอร์ที่องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว ส่วนน้ำมันซึ่งเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันรำข้าว เป็นต้น เป็นเอสเทอร์ที่องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เนื่องจากไขมันและน้ำมันแต่ละชนิดประกอบด้วยกลีเซอรอลเหมือนกัน แต่กรดไขมันแตกต่างกัน สมบัติของไขมันหรือน้ำมันแต่ละชนิดจึงขึ้นอยู่กับสมบัติของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ เช่น กรดไขมันชนิดอิ่มตัวมีจุดหลอมเหลวสูงกว่ากรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว หรือกรดไขมันที่มีมวลโมเลกุลมากกว่ามีจุดหลอมเหลวสูงกว่า จึงทำให้ไขมันมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าน้ำมันหรือไขมัน และน้ำมันใดที่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดอิ่มตัวในเปอร์เซ็นต์สูง หรือประกอบด้วยกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนมาก (มวลโมเลกุลมาก) จะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าไขมันและน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในเปอร์เซ็นต์สูง หรือประกอบด้วยกรดไขมันที่มีจำนวนอะตอมของคาร์บอนน้อย (มวลโมเลกุลน้อย) ตัวอย่างกรดไขมันในไขมันหรือน้ำมันบางชนิด ดูในตารางที่ 8 กรดไขมันไม่อิ่มตัวดังกล่าวอาจถูกทำลายได้ง่ายโดยทางกายภาพ เช่น ความร้อน แสงแดด ในทางชีวเคมี กรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นสารอาหารจำเป็นต่อสุขภาพมาก สมาคมหัวใจอเมริกัน (American Heart Association) กำหนดรับรองว่า อาหารฟังก์ชั่น (Function Food) ควรมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่เหมาะสม คือประมาณ 10% ของอาหาร หรือหนึ่งในสามของไขมันทั้งหมด แต่ถ้ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในอาหารในปริมาณมากเกินไปก็ไม่ดีนัก เพราะว่าอาจทำให้เกิดอนุมูลอิสระและอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ถ้ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวน้อยกว่า 10% ร่างกายสร้างไม่ได้ ก็จะไม่มีกรดไขมันจำเป็นเพียงพอต่อเมตะบอลิสม์หลายอย่าง อาจมีอาการขาดและไม่สบายได้ การกำหนดดังกล่าวจะนำมาใช้เป็นแนวทางสำหรับทำสูตรและขนาดของผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

1. กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (Essential fatty acids, FFAs)

กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย หมายถึงกรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ จำเป็นต้องได้รับเข้าไปจากอาหารที่บริโภค ซึ่งได้แก่ไขมันไม่อิ่มตัว 2 ชนิด คือ linoleic acid (LA;18:2n-6) และ α-linolenic acid (ALA;18:3n-3) ได้กรดทั้ง 2 ชนิดจึงเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นและมีความสำคัญต่อสุขภาพมาก ซึ่งพบมากในเนื้อเยื่อพืชและเมล็ดพืชน้ำมัน (Li *et al.* 2003)

ตารางที่ 8 ปริมาณกรดไลโนเลนิค (Linolenic acid) ในน้ำมันพืชชนิดต่างๆ

ชนิดของน้ำมัน	ALA content (g/100g oil)
น้ำมันเมล็ดงาขี้ม้อน (Perilla oil)	>60
น้ำมันเมล็ดลินิน (Flaxseed oil)	60
น้ำมันเมล็ดแคโนล่า (Canola oil)	8
น้ำมันเมล็ดวอลนัท (Walnut oil)	7
น้ำมันถั่วเหลือง (Soybean oil)	6
น้ำมันข้าวโพด (Corn (maize) oil)	0.7
น้ำมันมะกอก (Olive oil)	0.6
เมล็ดทานตะวัน (Safflower oil)	0.4
น้ำมันงา (Sesame oil)	0.3
น้ำมันถั่วลิสง (Peanut oil)	0.2
น้ำมันปาล์ม (Palm oil)	0.2
น้ำมันพิมโรส (Evening primrose oil)	0.2
เนยผลโกโก้ (Cocoa butter)	0.1

ที่มา : Gunstone 1994

ตารางที่ 9 ปริมาณโอเมก้า 3 ในผักสีเขียว

ชนิดของผัก	Fatty acid content (mg/100g fresh product)		
	16:3n-3	18:3n-3 (ALA)	Total
ผักโขม (Spinach)	21 ± 2	129 ± 16	150 ± 19
ผักกระเฉด (Watercress)	45 ± 14	180 ± 71	225 ± 83
ผักชี (Parsley)	44 ± 12	125 ± 3	169 ± 46
กะหล่ำจีน (Chinese cabbage)	0.6 ± 0.3	22 ± 3	23 ± 4
กะหล่ำปม (Brussels sprouts)	3 ± 2	98 ± 25	101 ± 24
ผักกาดขาวปลี (Bok choy)	22 ± 4	103 ± 16	125 ± 20
ผักกาดแก้ว (Cobs lettuce)	ND	94 ± 19	94 ± 19
บล็อคโคลี่ (Broccoli)	4 ± 0.6	110 ± 16	114 ± 17
คะน้า (Chinese broccoli)	15 ± 2	68 ± 10	83 ± 12
ผักกาดขาวปลีอ่อน (Baby bok choy)	3 ± 0.7	28 ± 6	31 ± 6
มินท์ (Mint)	ND	195 ± 39	195 ± 39

ที่มา : Perreira et al. 2001

ตารางที่ 10 ปริมาณโอเมก้า 3 ในปลาสดชนิดต่างๆ

ชนิดของปลา	Fatty acid content (mg/100g edible flesh)				
	18:3n-3(ALA)	20:5n-3(EPA)	22:5n-3(DPA)	22:6n-3(DHA)	Total
Barracuaota	2	22	10	171	205
Bream, black	2	34	24	155	215
Bream, golden	3	43	34	168	247
Flathead, rock	1	41	16	105	163
Flathead, sand	22	51	28	233	334
Flathead, tiger	1	19	6	155	187
Flounder, greenback	9	111	72	55	247
Garfish	27	46	47	276	396
Gemfish	13	44	38	390	485
Grenadier, blue	3	142	118	391	654
Gropler, blue	2	17	20	143	182
Gurnard, red	10	74	48	336	468
Gurnard, blue	11	15	8	130	164
Jackass fish	1	39	15	161	216
John Dory	1	20	10	171	202
Leatherjacket	2	46	12	144	204
Leatherjacket, scaber	3	39	17	151	210
Ling, pink	1	21	10	168	200
Ling, rock	2	17	8	161	188
Luderick	35	72	55	51	213
Mackerel, blue	53	251	129	787	1220
Mullet, red	3	87	28	220	338
Mullet, sea	120	1318	635	286	2359
Nannygai	3	47	23	177	250
Orange roughy	16	22	8	69	115
Oyster, Sydney rock	313	494	108	502	1417
Perch, golden	111	79	124	302	616
Pike, long-finned	7	27	34	123	191
Salmon, Australia	14	96	28	512	650
Salmon, Atlantic	80	472	439	1147	2138

ชนิดของปลา	Fatty acid content (mg/100g edible flesh)				
	18:3n-3(ALA)	20:5n-3(EPA)	22:5n-3(DPA)	22:6n-3(DHA)	Total
Scad, yellow tail	83	240	250	1101	1674
Scallop, bay	21	140	26	138	325
Snapper	5	104	52	295	456
Tailor	262	22	251	827	1360
Tarwhine	66	381	192	642	1282
Trevally	72	444	248	1168	1932
Trout, rainbow	35	53	26	442	556
Trout, rainbow (wild)	162	97	55	336	650
Tuna, southern bluefin	3	230	115	804	1152
Whiting, King George	22	225	136	194	577
Whiting, sand	3	57	22	176	258
Whiting, school	3	60	21	144	228

ที่มา : Sinclair et al. 1992

2. การเสริมกรดไขมันในอาหาร

ปัจจุบันมีการเสริมกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายในอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ นม และผลิตภัณฑ์นม (Dairy products) มากาารีนและน้ำสลัด (Magarine and spread) เบเกอรี่ และผลิตภัณฑ์ธัญพืชและเครื่องดื่มชนิดต่างๆ จากการรายงานพบว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้คิดเป็นมูลค่ามหาศาลในตลาดโลก *(LFRA, 2000)* แต่อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังมีรายงานการ นำมาเสริมในอาหารน้อยมาก นอกจากนี้ยังมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจำนวนมากจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป และ ออสเตรเลีย (รายงานกระทรวงพาณิชย์ 2546)

3. ไขมันเพื่อสุขภาพ

ในช่วงระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมามีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทบาทของกรดไขมันกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโอเมก้าสาม (omega-3; n-3) เนื่องจากพบว่าสามารถลดอัตราเสี่ยงและป้องกันการเกิดโรคต่างๆมากมาย ที่สำคัญได้แก่ โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคไขข้ออักเสบ โรคมะเร็ง และโรคอ้วน เป็นต้น ส่งผลให้มีการนำเข้าผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพที่มีโอเมก้าสามเป็นส่วนประกอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันปลาที่ประกอบด้วยกรดไขมันโอเมก้าสามโซ่ยาว คือ EPA (eicosapentaenoic acid) และ DHA (docosahexaenoic acid) นอกจากนี้ยังมีอาหารเสริมไขมันจากพืชออกมาจำหน่ายในรูปของน้ำมันลินิน (flaxseed oil,

hemp seed oil) ผลิตภัณฑ์จากอเมริกา ยุโรป และออสเตรเลีย ซึ่งมีราคาแพงจากต่างประเทศ ทำให้ประเทศต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบริโภคอาหารเสริมเหล่านี้เป็นจำนวนมาก (รายงานกระทรวงพาณิชย์ 2546)

กรดไขมันโอเมก้าสาม หมายถึง กรดไขมันที่มีพันธะคู่ ที่สำคัญได้แก่ α-linolenic acid (ALA; 18:3n-3), docosahexaenoic acid (DHA: 22:6n-3), eicosapentaenoic acid (EPA: 20:5n-3) และ docosapentaenoic acid (DPA; 22:5n-3) โดย ALA เป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย พบมากในน้ำมันผักและเมล็ดพืชบางชนิด EPA และ DHA พบมากในปลา น้ำมันปลา และสัตว์ทะเลทั่วไป ส่วน DPA จะพบส่วนใหญ่ในปลา เนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

มีรายงานการศึกษาองค์ประกอบและปริมาณกรดไขมันที่สำคัญในเมล็ดพืชมากกว่า 40 ชนิด พบว่ามีเมล็ดพืชที่พบในประเทศไทยที่มีปริมาณกรดไขมันโอเมก้าสามปริมาณสูงมาก ได้แก่ งาขี้ม้อน *(Perilla frutescens)* ประกอบด้วย ALA 55-60% (Siriamornpun *et al.* 2004) และบางชนิดประกอบด้วยกรดไขมันที่สำคัญและมีประโยชน์ เช่น กรดไขมันโอเมก้าหกที่สำคัญ คือ linoleic acid (18:2n-6) and oleic acid (18:1) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิเคราะห์กรดไขมันในผักสีเขียวชนิดต่างๆ ที่นิยมบริโภคในประเทศไทยและผักป่าหลายชนิด พบว่า น้ำมันที่สกัดได้มีคุณภาพสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศที่มีการศึกษาปริมาณกรดไขมันโอเมก้าสามในผัก เช่น ผักขม กะหล่ำปลี บร็อคโคลี่ พาสลี่ และ สะระแหน่ เป็นต้น (Pereiar *et al.* 2001)

ปัจจุบันมีการเสริมกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายในอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ นมและผลิตภัณฑ์นม (Dairy products) มาการีนและน้ำสลัด (Magarine and spread) เบเกอรี และผลิตภัณฑ์ธัญพืชและเครื่องดื่มชนิดต่างๆ จากการรายงานพบว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้คิดเป็นมูลค่ามหาศาลในตลาดโลก *(LFRA, 2000)* แต่อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังมีรายงานการนำมาเสริมในอาหารน้อยมาก และจากงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าประเทศไทยมีแหล่งวัตถุดิบที่สำคัญของไขมันคุณภาพ ซึ่งมีศักยภาพมากพอที่จะผลิตเป็นอาหารเสริมสุขภาพ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบ และยังเป็นการช่วยลดการนำเข้าอาหารกลุ่มนี้และให้ผู้บริโภคสามารถซื้อได้ในราคาที่ถูกลง นอกจากนี้เนื่องจากการนำเอาพืชน้ำมันที่มีกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกายในแหล่งต่างๆ มาใช้ทดแทนน้ำมันจากสัตว์ทะเล เช่น ปลาน้ำลึก จะทำให้ราคาถูกลง และเมื่อพิจารณาถึงศักยภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์ในปริมาณมากทำให้สามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณการผลิตได้ เป็นการส่งเสริมอาชีพการเกษตรและรายได้ให้กับเกษตรกรในประเทศได้อีกทางหนึ่ง

เส้นใยอาหาร (Dietary fibers)

เส้นใยอาหาร เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดโพลีแซคคาร์ไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง (non-starch polysaccharides(NSP) ซึ่งได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เพคติน (pectin) ลิกนิน (lignin) กัม (gums) เป็นต้น การใช้ใยอาหาร ในผลิตภัณฑ์อาหารพลังงานต่ำ ช่วยเพิ่มความหนืด ช่วยจับน้ำในโครงสร้างแหของใยอาหาร และให้ปริมาตรทดแทนส่วนของน้ำตาลที่หายไปในผลิตภัณฑ์ นอกจากช่วยทำหน้าที่ต่างๆ ในอาหารแล้ว ใยอาหารยังมีข้อดีต่อสุขภาพด้วย เพราะเป็นพรีไบโอติก ช่วยในการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในอาหาร

ใยอาหารที่ใช้เป็นส่วนผสมอาหาร Functional food มีทั้งชนิดที่ละลายในน้ำได้ เช่น beta-glucan pectin algal polysaccharides gums fructooligosaccharids indigestible dextrin เป็นต้น และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลสจากเปลือกหุ้มเมล็ดข้าวสาลี หรือธัญพืชอื่นๆ ใยอาหารไม่ให้พลังงาน แต่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ คือ ใยอาหารที่ละลายน้ำช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด ป้องกันโรคหัวใจและโรคอ้วน ส่วนใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะช่วยเพิ่มปริมาตรอุจจาระ กระตุ้นให้เกิดการขับถ่าย ป้องกันมะเร็งในลำไส้ใหญ่ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่เสริมใยอาหาร ได้แก่ เครื่องดื่ม ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญพืช เป็นต้น

ประเภทของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับการลดน้ำหนัก

1) นิยามและเกณฑ์ในการประเมินภาวะอ้วน

คำว่า “อ้วน” ตามความหมายในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน หมายถึง มีเนื้อและไขมันมาก โต อวบ “คนอ้วน” หรือคนที่เป็นโรคอ้วนนั้น หมายถึงผู้ที่มีปริมาณไขมันอยู่ในร่างกายมากกว่าเกณฑ์ปกติ ซึ่งตามหลักสากลกำหนดว่า

- ผู้หญิง ไม่ควรมีปริมาณของไขมันในตัวเกินกว่า ร้อยละ 18-20 ของน้ำหนักตัว
- ผู้ชาย ไม่ควรมีปริมาณของไขมันในตัวเกินกว่า ร้อยละ 12-15 ของน้ำหนักตัว

หลักที่ใช้ประเมินสภาวะอ้วนโดยทั่วไปคือค่าดัชนีมวลร่างกาย หรือ Body Mass Index เรียกย่อ ๆ ว่า BMI ซึ่งค่านี้จะได้จาก น้ำหนักตัว (หน่วยเป็นกิโลกรัม) หารด้วยความสูง (หน่วยเป็นเมตร) ซึ่งหญิงไทยอายุระหว่าง 20-29 ปี ควรมี BMI 18.5-24.9 กก./เมตร ถ้าค่าอยู่ระหว่าง 25-29.9 จะอยู่ในสภาวะน้ำหนักเกิน หากมากกว่า 30 นั้นถือว่าอยู่ในสภาวะอ้วนแล้ว แต่เมื่ออายุมากขึ้น BMI ก็จะสูงตามไปด้วย การใช้ค่า BMI นั้นเป็นวิธีที่นิยมใช้ เนื่องจากสามารถทำได้ง่าย เป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินสภาวะอ้วนที่ใช้โดยทั่วไป แต่ไม่ใช่การวัด

ปริมาณไขมันในร่างกายโดยตรง ซึ่งวิธีการวัดจากชั้นไขมันใต้ผิวหนังในส่วนต่างๆ ของร่างกายและนำมาคำนวณ หาค่าร้อยละของไขมันทั้งหมดในร่างกาย (Body Fat Percentage) จะบอกปริมาณการสะสมของไขมันได้ดียิ่งขึ้น

2) สาเหตุของความอ้วน

สาเหตุของภาวะอ้วนมีหลายปัจจัย ซึ่งสามารถแบ่งเป็นหัวข้อใหญ่ได้ดังนี้

1. ความอ้วนที่เกิดจากสาเหตุภายนอก เช่น จากการรับประทานมากเกินความต้องการของร่างกาย อาหารที่รับประทานในปริมาณที่มากเกินไปจะถูกเก็บสะสมไว้ในร่างกายในรูปของไขมัน ซึ่งจะไปพอกพูนตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ขาดการออกกำลังกาย การรับประทานยาบางชนิด

2. ความอ้วนที่มาจากสาเหตุภายใน พบได้จากความผิดปกติของต่อมไร้ท่อ เช่น ต่อมใต้สมอง ต่อมไทรอยด์ ทำให้มีไขมันตามบริเวณต้นแขน ต้นขา และหน้าท้อง

3. พันธุกรรม มีข้อมูลว่าหากพ่อและแม่อ้วนทั้งสองคน ลูกจะมีโอกาสอ้วนได้ถึงร้อยละ 80 ถ้าพ่อหรือแม่คนใดคนหนึ่งอ้วน ลูกจะมีโอกาสอ้วนได้ถึงร้อยละ 40

3) อันตรายจากความอ้วน

จากการศึกษาทางการแพทย์พบว่า ผู้ที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานมักจะเสี่ยงต่อโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ มากกว่าผู้ที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติ และผู้ที่เป็นโรคอ้วนจะมีอายุเฉลี่ยสั้นกว่าของคนทั่วไป พบว่าโรคที่พบบ่อยในคนอ้วนมีหลายโรค เช่น ภาวะไขมันในเลือดสูง ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคกระดูกและข้อเสื่อม โดยเฉพาะข้อเข่า

วิธีการในการลดน้ำหนักหลักในการลดน้ำหนักได้แก่

1. การควบคุมอาหาร (diet)
2. การออกกำลังกาย (exercise)
3. การปรับพฤติกรรมให้เหมาะสม (behavior modification)

ทั้ง 3 วิธี เป็นหัวใจหลักของการลดความอ้วน ซึ่งต้องมีความตั้งใจในการปฏิบัติ นอกจากนี้แล้วในปัจจุบันยังมีการลดน้ำหนักโดยอาศัยผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อควบคุมน้ำหนัก ตลอดจนยาลดน้ำหนัก ซึ่งการเลือกใช้นั้น ควรศึกษาข้อมูลเพื่อความปลอดภัยและให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากในการลดความอ้วนด้วยยาบางกลุ่มนั้นจะต้องใช้โดยการควบคุมของแพทย์

ยาที่นิยมนำมาใช้ลดน้ำหนัก แบ่งได้เป็นหลายกลุ่ม ตัวอย่างเช่น

1. ยาระบาย ยาขับปัสสาวะ เป็นที่นิยมมากตามคลินิกลดน้ำหนัก เนื่องจากเห็นผลเร็วสิ่งที่ลดไปไม่ใช่ไขมัน แต่เป็นน้ำในร่างกาย ทำให้เกิดการขาดเกลือแร่ที่สำคัญ อาจทำให้เสียชีวิตได้ในที่สุด

2. ยากดศูนย์ควบคุมความหิวในร่างกาย ทำให้ไม่อยากอาหาร อิ่มเร็ว เนื่องจากยานี้ออกฤทธิ์ต่อสมองโดยตรงทำให้มีผลแทรกซ้อนค่อนข้างมาก เช่น นอนไม่หลับ กระสับกระส่าย หงุดหงิด ใจสั่น ปากแห้ง เป็นต้น เมื่อหยุดยาแล้วอาจทำให้อ้วนมากขึ้นได้

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการควบคุมน้ำหนัก

เส้นใยอาหาร (fiber)

เส้นใยอาหารหรือที่มักเรียกกันว่า ไฟเบอร์ (fiber) มี 2 กลุ่ม คือ เส้นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ (soluble fiber) เช่น เพคติน (pectin) มิวสิเลจ (mucilage) เมื่อละลายน้ำจะมีลักษณะคล้ายเจล เมื่อรับประทานเข้าไปในทางเดินอาหาร เส้นใยอาหารชนิดนี้จะจับกับโมเลกุลของไขมันได้ จึงส่งผลให้สารอาหารต่างๆ ที่ละลายในน้ำและสารอาหารจำพวกไขมันไม่สามารถถูกย่อยและถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดได้ ทำให้มีผลในการลดระดับคอเลสเตอรอลและระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ระดับปกติได้ เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble fiber) เช่น เซลลูโลส (cellulose) เมื่อรับประทานเข้าไปทำให้เกิดการพองตัว เป็นเสมือนกากอาหารที่ทำให้กระเพาะเต็ม จึงเสมือนเป็นการรับประทานอาหารเท่าเดิม แต่อ้วนน้อยลง และทำให้อุจจาระมีการเคลื่อนที่ผ่านลำไส้ใหญ่ได้รวดเร็วขึ้น สามารถใช้แก้ไขภาวะท้องผูกได้ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่มเส้นใยอาหาร ได้แก่

บุก (Amorphophallus konjac C. Koch หรือ A. rivieri Durien)

เป็นอาหารสมุนไพรที่รู้จักกันดีในญี่ปุ่น โดยมีชื่อทั่วไปว่า Konjac ในญี่ปุ่นใช้แป้งจากบุก ทำเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ สามารถใช้เพื่อลดความอ้วนได้เพราะไม่ให้พลังงานเนื่องจากไม่ถูกย่อย จึงไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย เพียงแต่ทำให้อิ่มเท่านั้น แต่ก็ส่งผลให้สิ่งที่ต้องการขับถ่ายมีปริมาตรมากขึ้น สารสำคัญที่พบในบุก คือ กลูโคแมนแนน ซึ่งเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยกลูโคส แมนโนส และฟรุคโตส มีผู้พบว่าอัตราส่วนของแมนแนน : กลูโคส = 2 : 1 มีการเชื่อมต่อของน้ำตาลเป็น β-D type

เทียนเกล็ดหอย (psyllium seed)

เปลือกเมล็ด psyllium ประกอบด้วยเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ และมิวซิเลจในปริมาณสูง เมื่อรับประทานเปลือกเมล็ด psyllium ที่พองตัวเต็มที่แล้ว ก่อนอาหารครึ่งชั่วโมง จะทำให้ทานอาหารได้น้อยลง นอกจากนี้ยังช่วยลดคอเลสเตอรอลได้

ไคโตซาน (chitosan)

ไคโตซานเป็นสารจากธรรมชาติที่ได้จากเปลือกของกุ้ง ปู หรือหอย เป็นสารในกลุ่ม polysaccharide ไคโตซานเป็นอนุพันธ์หนึ่งของไคติน ซึ่งได้จากปฏิกิริยาการดึงหมู่อะซิทิลของไคตินออกไป ทำให้มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาได้ดีกว่า ไคโตซานมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกจึงทำให้จับกับโมเลกุลของกรดไขมันที่มีประจุลบได้เป็นอย่างดี ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวจึงมีการนำไคโตซานมาใช้ในการดักจับไขมันในระบบทางเดินอาหารเพื่อลดการดูดซึมไขมันเข้าสู่ร่างกาย

ส้มแขก (Garcinia cambogia)

ในส้มแขกพบว่าสารสำคัญคือ Hydroxy Citric Acid (HCA) ที่มีผลในการลดการทำงานของเอนไซม์ ATP citrate lipase ซึ่งมีหน้าที่ในการช่วยให้ร่างกายเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสที่มีอยู่เกินความจำเป็นของร่างกายให้เป็นโมเลกุลของกรดไขมันที่ร่างกายนำไปสะสมตามเนื้อเยื่อ ดังนั้นแทนที่ร่างกายจะเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นไขมัน กลับถูกเปลี่ยนเป็นไกลโคเจน (glycogen) แทน สะสมไว้ในตับและกล้ามเนื้อเป็นพลังงานสำรอง เมื่อร่างกายต้องการกลูโคสก็จะสลายตัวออกมา จึงทำให้หิวหรือเพลียน้อยลง รับประทานอาหารน้อยลง

ชาเขียว (green tea)

ชาเขียวเป็นพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Camellia sine sis* จัดอยู่ในวงศ์ Thecae ชาเขียวทำให้เกิดกระบวนการ thermogenesis จาก 2 กลไก โดย epigallocatechin gallate (EGCG) มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ catechol-O-methyltransferase (COMT) ซึ่งทำหน้าที่ทำลาย noradrenaline และสาร caffeine เพิ่ม intracellular cAMP โดยยับยั้งเอนไซม์ phosphodiesterase

พริก (Capsicum sp.)

พริกมีสารสำคัญที่ให้รสเผ็ดที่ชื่อว่า capsaicin เป็นสารที่ทำให้เกิดกระบวนการ thermogenesis ในร่างกาย และยังช่วยลด lipid oxidation นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสาร capsaicin ช่วยลดการสะสมไขมันโดยการเพิ่มระดับของเอนไซม์ในตับซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำให้ไขมันแตกตัว ช่วยเร่งเมตาบอลิซึมและการสันดาปในร่างกาย ช่วยการใช้พลังงาน

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด

โรคในระบบหัวใจและหลอดเลือดที่พบมากในคนไข้ ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ซึ่งโรคเหล่านี้เป็นโรคเรื้อรังที่การดูแลใส่ใจสุขภาพเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง การรับประทานอาหาร ตลอดจนผลิตภัณฑ์เสริมอาหารก็เป็นส่วนหนึ่งที่ให้ผลต่อสุขภาพของผู้ป่วย

1) นิยามและสาเหตุการเกิดโรค

ความดันโลหิตสูง เป็นโรคเรื้อรังที่เป็นปัญหาสำคัญมากอย่างหนึ่งของประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากคนที่เป็นโรคนี้ส่วนมากมักไม่มีอาการหรืออาการแสดงในระยะแรก แต่มักมีอาการหรืออาการแสดงเมื่อโรคเป็นมาก หรือมีภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายเกิดขึ้นกับอวัยวะอื่น เช่น ตา ไต และสมอง เป็นโรคเรื้อรังที่รักษาไม่หายขาด ทำให้มีผลกระทบทั้งตัวผู้ป่วยและครอบครัว

ความดันโลหิตสูง (hypertension) หมายถึง ค่าความดันโลหิตตัวบนเท่ากับหรือสูงกว่า 140 มม.ปรอท และค่าความดันโลหิตตัวล่างเท่ากับหรือสูงกว่า 90 มม.ปรอท สำหรับผู้สูงอายุ 50 - 60 ปีขึ้นไปมีความดันโลหิตสูงถึงร้อยละ 45 โดยมีค่าความดันโลหิตตัวบนเท่ากับหรือสูงกว่า 160 มม.ปรอท และค่าความดันโลหิตตัวล่างเท่ากับหรือสูงกว่า 95 มม.ปรอท เนื่องจากผู้สูงอายุมีความเสื่อมของหลอดเลือดแดง เรียกว่า ความดันโลหิตสูงซีสโตลิค (systolic hypertension)

2) สาเหตุของการเกิดโรค

สาเหตุของความดันโลหิตสูง อาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่

1. กลุ่มที่มีสาเหตุจากโรคอื่น เช่น จากโรคไตอักเสบ เส้นเลือดแดงตีบ เป็นต้น
2. กลุ่มที่หาสาเหตุไม่พบ ซึ่งผู้ป่วยความดันโลหิตส่วนมากมักจะเป็นชนิดนี้

โรคความดันโลหิตสูง มักพบในกลุ่มต่อไปนี้

- ผู้สูงอายุ โดยเฉพาะอายุตั้งแต่ 40-50 ปีขึ้นไป
- ผู้หญิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังวัยหมดประจำเดือน
- พบในคนอ้วนมากกว่าคนผอม
- พันธุกรรมประมาณ 30-40%
- บุคคลที่มีอารมณ์รุนแรง เคร่งเครียด ตื่นเต้น อารมณ์เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

3) การรักษาและการดูแลสุขภาพสำหรับผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง

การรักษาความดันโลหิตสูงคือการรักษาให้ความดันโลหิตมีค่าต่ำกว่า 140/90 มม.ปรอท เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายกับอวัยวะที่สำคัญ คือ หัวใจ ตา ไต และสมอง การรักษาความดันโลหิตสูง แบ่งใหญ่ ๆ ได้ 2 วิธี คือ

1. การรักษาโดยไม่ใช้ยา ในกรณีผู้ป่วยที่มีความดันสูงเล็กน้อยถึงปานกลาง ซึ่งแพทย์เห็นว่ายังไม่จำเป็นต้องใช้ยานั้น การดูแลสุขภาพและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสามารถช่วยให้ควบคุมระดับความดันโลหิตได้ เช่น ลดน้ำหนัก โดยเฉพาะผู้ที่มีภาวะอ้วน จำกัดเกลือหรืออาหารรสเค็ม โดยเฉพาะผู้ที่มีอาการบวม ออกกำลังกายให้พอเหมาะกับสภาพของร่างกายแต่ละบุคคล งดหรือลดการดื่มสุรา ไม่ควรดื่มสุราเกินวันละ 2 ออนซ์ หรือ 60 มล. ผ่อนคลายทั้งด้านร่างกายและจิตใจ โดยผู้ป่วยควรได้รับการตรวจร่างกายและวัดความดันโลหิตตามหลักการจัดระดับของความดันโลหิตสูง

2. การรักษาโดยใช้ยา ผู้ป่วยจะได้รับยาลดความดันโลหิตสูงเมื่อการปฏิบัติตน โดยไม่ใช้ยาไม่สามารถควบคุมภาวะความดันโลหิตสูงได้ หรือผู้ป่วยมีความดันโลหิตสูงมากตั้งแต่ครั้งแรกที่ตรวจวัด

ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงเรื้อรัง ควรดูแลสุขภาพดังนี้

- การควบคุมอาหาร ควรลดหรืองดอาหารรสเค็ม อาหารไขมันสูง และอาหารที่ให้พลังงานสูง
- การออกกำลังกาย แนะนำให้ผู้ป่วยออกกำลังกายโดยสม่ำเสมอให้เหมาะสมกับสภาพหัวใจ หลอดเลือด สภาพร่างกาย และสภาพแวดล้อม เช่น การเดินเร็ว วิ่งเหยาะๆ หรือแม้แต่การทำงานบ้านเล็กๆ น้อยๆ เป็นต้น ทั้งนี้ต้องไม่ออกกำลังกายอย่างหักโหมหรือมากเกินไป
- งดสูบบุหรี่ หลีกเลี่ยงการสูดดมควันบุหรี่ที่ผู้อื่นสูบด้วย เพราะนิโคติน (nicotine) ในบุหรี่ทำให้หลอดเลือดหดรัดตัว ซึ่งทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น
- งดดื่มสุราเพราะแอลกอฮอล์จะเพิ่ม renin หรือ aldosterone ซึ่งทำให้ความดันสูง
- หลีกเลี่ยงภาวะเครียดซึ่งจะทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น
- ผู้ป่วยที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับเปลี่ยนชนิดของยา ต้องเปลี่ยนท่าช้า ๆ จากนอนเป็นนั่งหรือจากนั่งเป็นยืน ระวังอาการหน้ามืด เป็นลมล้มลง เนื่องจากความดันโลหิตลดต่ำลงมากหรือเร็วเกินไป และการรับประทานยาต้องรับประทานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ เนื่องจากโรคนี้รักษาไม่หายขาด การรักษาอย่างสม่ำเสมอช่วยควบคุมภาวะโรคไม่ให้เป็นมากขึ้นหรือมีภาวะแทรกซ้อนเกิดขึ้นน้อยหรือช้าที่สุด

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคความดันโลหิตสูง

โปรตีน

แหล่งของโปรตีนที่รับประทานเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความดันโลหิต โปรตีนจากสัตว์ที่มีไขมันอิ่มตัวน้อย และมีไขมันจำเป็นชนิด ω-3, ω-6 จะช่วยลดความดันโลหิต ระดับไขมันในเลือดและปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ซึ่งตัวอย่างโปรตีนที่ให้ผลในการลดความดันโลหิตสูงได้แก่

โปรตีนจากถั่วเหลือง (soy protein) ถั่วเหลืองประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิด ซึ่งให้ผลในการลดความดันโลหิตและลดไขมันในเลือด ได้แก่ isoflavones, amino acids, saponins, phytic acid, trypsin inhibitors, fiber จากการศึกษาพบว่าการรับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองวันละ 25-30 กรัม ช่วยลดความดันโลหิต ลดระดับไขมันในเลือดและคอเลสเตอรอล 6-7% ซึ่งมีการศึกษาในสัตว์ทดลองถึงประสิทธิภาพของ genistein ในการให้ฤทธิ์ลดความดันโลหิตพบว่าไปยับยั้ง tyrosine kinase pathway และยังพบว่ามีผลให้ความเข้มข้นของ superoxide anion radical ลดลงใน aortic tissue

Hydrolyzed whey protein โปรตีนหางนมที่ผ่านการย่อยให้ผลในการลดความดันโลหิต ซึ่งผลที่ได้สัมพันธ์กับปริมาณที่รับประทาน จากการศึกษาพบว่าการให้ในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง 30 คน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ทำให้ความดันโลหิตลดลง 11/7 mm Hg เทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งคาดว่าผลการลดความดันโลหิตมาจากกลไกในการยับยั้ง angiotensin converting enzyme (ACEI)

ปลาซาร์ดีน (sardine) ประกอบด้วย valyl-tyrosine (VAL-TYR) เป็นองค์ประกอบสำคัญ พบว่าการให้สารสกัดเนื้อปลาซาร์ดีนที่มีความเข้มข้นของ VAL-TYR ปริมาณ 3 มิลลิกรัม ในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง จำนวน 29 คน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ให้ผลลดความดันโลหิต 9.7/5.3 mm Hg โดย VAL-TYR เป็น natural ACEI

ไขมัน

ชนิดของไขมัน ปริมาณของไขมันที่รับประทานต่อวัน และอัตราส่วนของไขมันไม่อิ่มตัวต่อไขมันอิ่มตัว ไขมันที่รับประทานมีผลต่อความดันโลหิตในผู้ป่วย ซึ่งไขมันที่สำคัญที่มีผลได้แก่ ω-3 fatty acid, ω-6 fatty acid, ω-9 fatty acid ซึ่งไขมันชนิด ω-3 และ ω-6 เป็นไขมันจำเป็น ขณะที่ ω-9 (oleic acid) สามารถสร้างในร่างกายจาก stearic acid ที่รับประทานเข้าไป

ไขมันจำเป็นชนิด ω-3 พบได้ในปลาทะเลน้ำลึก (cold water fish) ได้แก่ herring, haddock, Atlantic salmon, trout, tuna, cod และ mackerel นอกจากนั้นพบได้ใน fish oils,

flax, flax seed, flax oil และ nuts ω-3 FA มีผลลดระดับความดันโลหิตอย่างมีนัยสำคัญ การรับประทานน้ำมันปลา 4-7 กรัม/วัน ช่วยลดความดันโลหิต 1.6-2.9 mm Hg นอกจากนั้น การรับประทานน้ำมันปลาช่วยลดความดันโลหิตในผู้ป่วยประเภทต่างๆ ดังนี้

โรค	ปริมาณเฉลี่ยของน้ำมันปลา (ก./วัน)	ระดับความดันเฉลี่ยที่ลด (mm Hg)
Hypertension	5.6	2.3-3.4
Hyperlipidemia	4.0	4.1
CHD	4.8	2.9-6.3

DHA ให้ประสิทธิภาพในการลดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ กลไกในการออกฤทธิ์คือการกระตุ้น NO และ PGI แต่ลด TxA_2 และ leucotrienes การรับประทานปลาทะเลน้ำลึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ ให้ผลเทียบเท่ากับการรับประทานน้ำมันปลาในปริมาณสูง และนอกจากนั้นคาดว่าโปรตีนในปลาอาจมีประสิทธิภาพในการลดความดันโลหิตด้วย

กรดไขมันจำเป็นชนิด ω-6 ซึ่งหมายความรวมถึง LA, GLA, DGLA และ AA ไม่ลดความดันโลหิตอย่างมีนัยสำคัญ แต่ช่วยป้องกันความดันโลหิตสูงจากผลการเหนี่ยวนำของไขมันอิ่มตัว กรดไขมันจำเป็นชนิด ω-6 พบใน flax seed, flax seed oil, canola oils, nuts, evening primrose oil, borage oil และ blackcurrent oil อัตราส่วนของกรดไขมันจำเป็นชนิด ω-3 FA ต่อ ω-6 FA อยู่ระหว่าง 1:1 และ 1:2 ด้วยอัตราส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่อกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า 1:5 - 2:0 GLA และ DGLA มีผลต่อการเพิ่มการสังเคราะห์ของ vasodilating prostaglandins (PG) ชนิด PGE_1 และ PGI_2 ป้องกันการเพิ่มของความดันโลหิตจากการได้รับไขมันชนิดอิ่มตัว การเปลี่ยนจาก LA ไปเป็น GLA และ DGLA ต้องการ cofactor เช่น Mg, K, Zn, Ca, vitamin B6, vitamin A และ β-carotene, vitamin C, niacin, selenium และ Na

กรดไขมันชนิด ω-9 แหล่งที่สำคัญ คือ น้ำมันมะกอก ซึ่งมี oleic acid ในปริมาณสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระดับความดันโลหิตและการลดระดับไขมันในอาหารเมดิเตอร์เรเนียน และอาหารกลุ่มอื่น ๆ จากการศึกษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ในผู้ป่วยความดันโลหิตสูงในการเปรียบเทียบการใช้ MUFAs และ PUFAs พบว่าการใช้ extra virgin olive oil (MUFAs) เปรียบเทียบกับ sunflower oil (PUFAs) ซึ่งอุดมด้วย LA (ω-6 FA) SBP ลดลง 8 mm Hg และ DBP ลดลง 6 mm Hg ในน้ำมันมะกอกชนิดบริสุทธิ์มีองค์ประกอบของสารกลุ่มฟีนอลอยู่ 5 มก. ในน้ำมัน 10 กรัม ซึ่งฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและฤทธิ์ลดไขมันในเลือดของ MUFAs อาจจะมีผล

ต่อระดับความดันโลหิต โดยมีผลเพิ่ม NO bioavailability, ลด ROS, เพิ่ม endothelial function, การขยายของหลอดเลือด, ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของ LDL, กระตุ้น A II receptor

วิตามิน

วิตามินซี เป็นวิตามินละลายน้ำที่ให้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่ดี จากการศึกษาพบว่าปริมาณวิตามินซีที่รับประทาน ความเข้มข้นของแอสคอร์เบท (ascorbate) ในพลาสมามีความสัมพันธ์เชิงผกผันกับระดับความดันโลหิตทั้ง SBP, DBP และอัตราการเต้นของหัวใจ โดยความสัมพันธ์ระหว่างความดันโลหิตที่ลดลงกับระดับของแอสคอร์เบทในพลาสมามีดังนี้ DBP ลดลง 2.4 mm Hg SBP ลดลง 3.6-17.8 mm Hg เมื่อระดับของแอสคอร์เบทในพลาสมาเพิ่มขึ้นทุก 50 μmol/L ขนาดที่ต้องการคือ 100-1,000 mg/d โดยผลการลดของความดันโลหิตจะมากเมื่อเริ่มต้นสูง และสามารถลดทั้งในกลุ่มผู้ป่วยที่มีโรคอื่นร่วมด้วย เช่น ผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ป่วยไขมันในเลือดสูงที่มีภาวะความดันโลหิตสูง พบว่าการใช้วิตามินซีร่วมกับสารต้านออกซิเดชัน เช่น วิตามินอี เบต้า-คาโรทีน (β-carotene) หรือซีลีเนียม (selenium) จะช่วยเสริมฤทธิ์ในการลดความดันโลหิต

วิตามินบี 6 (pyridoxine) วิตามินบี 6 เป็นวิตามินที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมี 6 ชนิดที่แตกต่างกัน แต่ชนิดที่สำคัญและฤทธิ์แรงที่สุดคือ pyridoxal 5' phosphate (PLP) ซึ่งได้จาก rapid hepatic oxidation โดย pyridoxine phosphate oxidase และ pyridoxine kinase โดยมี Zn และ Mg พบว่าการได้รับ B6 5 มก./กก.ต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ มีผลให้ SBP ลดลง 8.4%, DBP 9.3% โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจ โดยวิตามินบี 6 ไปเพิ่มผลการลดความดันโลหิต โดยให้ผล central a agonist (ie. Clonidine), CCBs (ie. Amlodipine), และขับปัสสาวะ (diuretics) การเปลี่ยนแปลงความไวของอินซูลินและคาร์โบไฮเดรต metabolism จะทำให้ BP ลดลง ด้วย metabolic syndrome ของ insulin resistance การรับประทานวิตามินบี 6 ติดต่อกันนานๆ ในขนาด 200 มก./วัน โดยปลอดภัยไม่มีผลข้างเคียง แม้จะใช้ขนาดสูงถึง 500 มก./วัน

สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids)

มากกว่า 4,000 ชนิดของฟลาโวนอยด์ที่พบในพืชหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นผัก ผลไม้ ไวน์แดง ชา ถั่วเหลือง ชะเอม ฟลาโวนอยด์ (ฟลาโวนอล ฟลาโวน และไอโซฟลาโวน) เป็น potent free radical scavengers ซึ่งยับยั้ง lipid peroxidation ป้องกัน atherosclerosis ส่งเสริม vascular relaxation และมีคุณสมบัติในการลดความดันโลหิต สารกลุ่มนี้ลด stroke และการเกิดภาวะโรคหัวใจ

ฟลาโวนอยด์ในถั่วเหลือง เช่น daidzein และ genistein จะทำให้ผลรวมของคอเลสเตอรอลลดลง LDL-C และ BP ลด coronary และ generalized thrombosis

ไวน์แดง ประกอบด้วย quercetin ลด oxidation ของ LDL และลด platelet aggregation

Dietary flavonoids มีแนวโน้มในการช่วยลด CVAs, CHD และ MI มีผลจากประสิทธิภาพของการลดความดันโลหิตด้วย แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาเพิ่มเติมต่อผลในระบบหัวใจหลอดเลือดก็ยังเป็นที่ต้องการ

โคเอนไซม์คิว-10 *(coenzyme Q-10)*

พบว่าระดับโคเอนไซม์คิว-10 ในซีรัม (serum) ของผู้ป่วยความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับในคนปกติ ขนาดของการใช้โคเอนไซม์คิว-10 ขึ้นกับวิธีการนำส่งยาและการรับประทานร่วมกับอาหารที่มีไขมัน ขนาดที่ให้ผลในการรักษาคือมากกว่า 2 มคก./กก./วัน ของโคเอนไซม์คิว-10 ซึ่งพบว่าการใช้วิธีนำส่งแบบพิเศษให้ผลการดูดซึมที่ดีกว่าการรับประทานปกติจะให้ในขนาด 1-2 มก./กก./วัน ซึ่งผู้ป่วยความดันโลหิตสูงที่มีระดับโคเอนไซม์คิว-10 ในซีรัมต่ำ จะให้ผลการตอบสนองในการเสริมที่ดี การลดความดันโลหิตโดยเฉลี่ย 15/10 mm Hg ผลของการลดความดัน จะใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์หลังการใช้ โดยฤทธิ์จะหมดไปภายหลังจากการหยุดใช้ 2 สัปดาห์ ขนาดของโคเอนไซม์คิว-10 ที่ใช้ ไม่พบรายงานของพิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรัง

ไลโคปีน (lycopene)

ไลโคปีนเป็นคาโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งไม่ใช่ provitamin A ที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่ดี พบปริมาณสูงในมะเขือเทศ ผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศ ฝรั่ง เกรปฟรุตชนิดสีชมพู (pink grapefruit) แตงโม เอปริคอต (apricots) และมะละกอ พบว่าไลโคปีนแสดงฤทธิ์ในการลดความดันโลหิต ระดับไขมันในเลือด และภาวะ oxidative stress มีรายงานการศึกษาในการให้ไลโคปีนจากสารสกัดมะเขือเทศเป็นเวลา 8 สัปดาห์ในผู้ป่วยความดันโลหิตสูงที่ไม่ได้รับยาลดความดันและยาลดไขมัน ทำให้ SBP ลดลง 9 mm Hg และลด DBP 7 mm Hg แต่จากการศึกษาอีกกลุ่มหนึ่งพบว่า ให้ผลคล้ายกันเฉพาะในการลด SBP โดย serum lipids ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

กระเทียม (garlic)

กระเทียม (Allium sativum) ประกอบด้วยสารสำคัญหลายชนิด ได้แก่ γ-glutamyl peptides, flavonoid compounds, Mg (vasodilator, natural CCB), ajoene, phosphorous,

adenosine, allicin และสารประกอบซัลเฟอร์ กลไกในการออกฤทธิ์ลดความดันโลหิตของกระเทียม คือกระเทียมให้ฤทธิ์เป็น natural ACEI (โดยสารที่ให้ฤทธิ์คือ γ-glutamyl peptides, flavonoid compounds), CCB ซึ่งจะเพิ่ม BK, NO เหนี่ยวนำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด, reducing systematic vascular resistance (SVR) และ BP และลดอาการข้างเคียงของโรคอื่นในระบบหัวใจและหลอดเลือด พบว่ากระเทียมลด DBP ได้ 2-7% และลด SBP 3% กระเทียมสามารถใช้ฤทธิ์ในการลดความดันได้ทั้งในรูปแบบของสารสกัดและกระเทียมสด ซึ่งจากข้อมูลตัวอย่างผลการศึกษาในอาสาสมัครพบว่าการให้ผู้ป่วยรับประทานสารสกัดวันละ 2,400 มก. ความดันลดลงอย่างเป็นที่น่าพอใจ หรือในอีกกลุ่มที่ให้รับประทานกระเทียมสด 1 หัว (ประมาณ 7-9 กลีบ) ช่วยลดไขมันในเลือดและคอเลสเตอรอลได้ถึง 70%

เซอเลอรี (celery)

เซอเลอรีหรือคื่นช่าย, สารสกัดเซอเลอรี และน้ำมันเซอเลอรี ประกอบด้วยสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ชนิดเอพิเจนิน (apigenin) ซึ่งให้ฤทธิ์ในการช่วยคลายกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือด, สารในกลุ่มที่ให้ฤทธิ์คล้าย CCB และองค์ประกอบที่ไปยับยั้ง tyrosine hydroxylase ซึ่งจะไปทำให้ระดับของแคทีโคลามีน (catecholamine) ในพลาสมาลดลง, ลด SVR และความดันโลหิต เซอเลอรีมีโพแทสเซียมอยู่ในปริมาณสูง การรับประทานเซอเลอรี 4 ก้าน/วัน หรือ 8 ช้อนชาของน้ำคั้นเซอเลอรี 3 เวลาทุกวัน หรือสารสกัดจากเมล็ด 1,000 มก. วันละ 2 ครั้ง หรือน้ำมันเซอเลอรี $^1/_2$ - 1 ช้อนชา วันละ 3 เวลา ในรูปแบบทิงเจอร์ ให้ผลลดความดันโลหิต นอกจากนี้เซอเลอรี ยังให้ฤทธิ์ขับปัสสาวะ และยังมีการนำไปใช้ในโรค CHF, อาการบวมน้ำ, ผู้ที่มีความวิตกกังวล, นอนไม่หลับ, เก๊าท์ และเบาหวาน

ฮอว์ทอร์น (hawthorne)

ฮอว์ทอร์น ประกอบด้วย oligomeric procyanidins, flavonoids, hyperoside, quercetin, vitexin และ vitexin rhamnoside ซึ่งอาจออกฤทธิ์เป็น β-blocking, Ca-channel blocking และให้ผลในการขับปัสสาวะ กลไกในการออกฤทธิ์ของฮอว์ทอร์นในการลดความดันโลหิตคือให้ฤทธิ์คล้าย ACEI

งา (sesame)

จากผลการศึกษาในหนูทดลองที่ถูกกระตุ้นให้เกิดภาวะความดันโลหิตสูง เมื่อให้หนูรับประทานอาหารธรรมดา อาหารที่ผสมเซซามิน (sesamin) 0.1% และ 1% พบว่าหลังเลี้ยง 5 สัปดาห์ แล้วทำการวัดซุปเปอร์ออกไซด์ที่หลอดเลือดหัวใจ พบว่าหนูที่ได้รับเซซามินมีระดับซุปเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับเซซามิน จากการที่ระดับของซุปเปอร์ออกไซด์มีความสัมพันธ์กับระดับความดันโลหิตเมื่อหัวใจบีบตัว จึงมีผู้สรุปว่าการรับประทานเซซามินน่าจะเป็นผลดีกับผู้ที่มีภาวะความดันโลหิตสูงจากฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ

สารในกลุ่มที่ให้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (antioxidant)

สารให้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่พบในอาหารมีหลายชนิด ได้แก่ วิตามินอี วิตามินซี โพลีฟีนอล คาโรทีนอยด์ ที่สำคัญคือ ไลโคพีน เบต้า-คาโรทีน และ โคเอนไซม์คิว 10 ซึ่งสารที่ให้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันจากสารอาหารเหล่านี้ให้ฤทธิ์ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ เนื่องจากป้องกันการเกิดออกซิเดชันของ LDL และออกซิเดชันของชั้นเอนโดทีเลียมของหลอดเลือด

กรดไขมันไม่อิ่มตัวจากปลา (polyunsaturated fatty acid from fish)

จากการศึกษาพบว่าน้ำมันปลาซึ่งมีกรดไขมันจำเป็นชนิด ω-3 ช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ไม่ว่าหลอดเลือดหัวใจแข็ง กล้ามเนื้อหัวใจตาย เส้นเลือดอุดตัน ความดันโลหิตสูง โดยการเพิ่ม HDL ลดไตรกลีเซอไรด์และความดันโลหิต นอกจากนี้น้ำมันปลายังช่วยป้องกันไม่ให้เกิดลิ่มเลือดอุดตันตามผนังหลอดเลือด กรดไขมันจำเป็นชนิด ω-3 ยังช่วยให้จังหวะการเต้นของหัวใจเป็นปกติ

กระเทียม (garlic)

สารสำคัญในกระเทียมที่ชื่อ ajoene มีคุณสมบัติในการยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด ป้องกันการอุดตันของเส้นเลือด โดย ajoene สามารถรวมกับกลุ่ม sulfhydryl ในผนังเซลล์ของเกล็ดเลือด ช่วยป้องกันหลอดเลือดอุดตัน

โปรตีนจากถั่วเหลือง

โปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดได้ โดยพบว่า การเพิ่มการรับประทานโปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลในคนที่มีระดับคอเลสเตอรอลสูงได้ โดยเฉลี่ยประมาณ 12-15% โดยปริมาณโปรตีนจากถั่วเหลืองที่ให้ผลคือ การรับประทานวันละ 25 กรัม และระดับคอเลสเตอรอลลดลงตามปริมาณที่เพิ่มในการบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลือง ผลของโปรตีนถั่วเหลืองในการลดคอเลสเตอรอล พบได้ทั้งในคนปกติและคนที่มีระดับคอเลสเตอรอลสูง ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่าการลดคอเลสเตอรอลในซีรัมลงได้ 1% สามารถลดโอกาสเสี่ยงของโรคหัวใจลงได้ 3-4% นอกจากนี้ โปรตีนจากถั่วเหลืองสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชันของ LDL ซึ่งคอเลสเตอรอลที่ถูกออกซิไดส์นี้จะทำให้ผนังเส้นเลือดแดงเกิดเป็นแผ่นหนา ซึ่งนำไปสู่การเกิดโรคของหัวใจและหลอดเลือด

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคเบาหวาน

1) นิยามและประเภทของเบาหวาน

โรคเบาหวาน คือ ภาวะการณ์ไม่สมดุลของฮอร์โมนอินซูลิน (insulin) ซึ่งมีหน้าที่นำน้ำตาลในเลือดเข้าสู่เซลล์เพื่อใช้เป็นพลังงานเกิดความไม่สมดุล มีน้อยไม่พอกับความต้องการหรือมีแต่ไม่สามารถออกฤทธิ์ต่อผนังเซลล์ได้เต็มที่ ทำให้ไม่สามารถพาน้ำตาลเข้าไปในเซลล์ จึงทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูงผิดปกติ อันเป็นภาวะเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อทั่วไปในร่างกาย เมื่อต้องผจญกับภาวะน้ำตาลสูงอยู่เป็นเวลานาน ผู้ป่วยจะมีอาการปัสสาวะบ่อย หิวน้ำบ่อย สุขภาพอ่อนเพลีย

เบาหวาน สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ ซึ่งมีอาการ สาเหตุ ความรุนแรง และการรักษาที่แตกต่างกัน ได้แก่

1. เบาหวานชนิดพึ่งอินซูลิน (Insulin-dependent diabetes mellitus/ IDDM) Type I Diabetes เป็นชนิดที่พบได้น้อย แต่มีความรุนแรงและอันตรายสูง มักพบในเด็กและคนอายุต่ำกว่า 25 ปี ผู้ป่วยเบาหวานชนิดนี้ตับอ่อนจะสร้างอินซูลินไม่ได้ หรือได้น้อยมาก ผู้ป่วยจำเป็นต้องพึ่งพาการฉีดอินซูลินเข้าทดแทนในร่างกายทุกวัน

2. เบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน (Non-insulin-dependent diabetes mellitus /NIDDM) (Type II Diabetes) เป็นเบาหวานชนิดที่พบมาก มักพบในคนอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป อาจพบในเด็กหรือวัยหนุ่มสาวได้บ้าง ตับอ่อนของผู้ป่วยชนิดนี้ยังสามารถสร้างอินซูลินแต่ไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย จึงทำให้มีน้ำตาลที่เหลือใช้ สำหรับผู้ป่วยกลุ่มนี้ การใช้ยาเบาหวานชนิดรับประทานสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติได้

2) สาเหตุของการเกิดโรค

เนื่องจากตับอ่อนสร้างฮอร์โมนอินซูลิน (insulin) ได้น้อยหรือไม่ได้เลย ฮอร์โมนอินซูลินมีหน้าที่คอยช่วยให้ร่างกายเผาผลาญน้ำตาลให้เป็นพลังงาน เมื่ออินซูลินในร่างกายไม่พอหรือมีพอ แต่ใช้ไม่ได้ น้ำตาลก็ไม่สามารถถูกนำไปใช้ จึงเกิดการคั่งของน้ำตาลในเลือดและอวัยวะต่างๆ เมื่อน้ำตาลคั่งในเลือดมาก ๆ ก็จะถูกไตกรองออกมาในปัสสาวะ ทำให้ปัสสาวะหวาน จึงเรียกว่าเบาหวาน ผู้ป่วยมักจะมีอาการปัสสาวะบ่อย เนื่องจากน้ำตาลที่ออกมาทางไตจะดึงเอาน้ำออกมาด้วย จึงทำให้มีปัสสาวะมากกว่าปกติ เมื่อถ่ายปัสสาวะมาก ก็ทำให้รู้สึกกระหายน้ำ และเนื่องจากผู้ป่วยไม่สามารถนำน้ำตาลมาเผาผลาญเป็นพลังงาน จึงเผาผลาญกล้ามเนื้อและไขมันแทน ทำให้ร่างกายผ่ายผอม อ่อนเพลีย นอกจากนี้การมีน้ำตาลคั่งอยู่ในอวัยวะต่างๆ ทำให้อวัยวะต่างๆ เกิดความผิดปกติ และนำมาซึ่งภาวะแทรกซ้อนมากมาย โรคนี้มักมีส่วนเกี่ยวข้อง

กับกรรมพันธุ์ นอกจากนี้ยังอาจมีสาเหตุอย่างอื่น เช่น อ้วนเกินไป หรือเกิดจากการใช้ยา เช่น สเตอรอยด์ ยาเม็ดคุมกำเนิด หรืออาจพบร่วมกับโรคอื่นๆ เช่น ตับอ่อนอักเสบเรื้อรัง มะเร็งของตับอ่อน ตับแข็งระยะสุดท้าย

3) การรักษาและการดูแลสุขภาพ

1. ผู้ป่วยที่ใช้ยารักษาเบาหวาน บางครั้งอาจเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำจนอาจเป็นลม หมดสติ จึงควรบอกให้ผู้ป่วยระวัง และควรพกน้ำตาลหรือของหวานติดตัว หากเริ่มรู้สึกมีอาการดังกล่าว ให้ผู้ป่วยรีบกินน้ำตาลหรือของหวาน

2. พบแพทย์และตรวจเลือดตามนัด กินยาลดน้ำตาลหรือฉีดอินซูลินตามขนาดที่แพทย์สั่ง อย่าลดยาหรือปรับยาตามความรู้สึกหรือการคาดเดาของตัวเอง ควรใช้ยาและรับประทานอาหารให้เป็นเวลา

3. ควรควบคุมอาหารการกินอย่างเคร่งครัด อย่ากินจุบจิบ ไม่เป็นเวลา ลดปริมาณน้ำตาล อาหารและผลไม้ที่มีรสหวานจัด

4. หลีกเลี่ยงการดื่มเหล้า เบียร์ ไวน์ ยาดองเหล้า เครื่องดื่มบำรุงกำลัง

5. ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ อย่างเหมาะสม และไม่หักโหม

6. พักผ่อนให้เพียงพอ ทำจิตใจให้ร่าเริง อย่าให้เครียด หรือวิตกกังวล

7. ควรเลิกสูบบุหรี่ เพื่อป้องกันผนังหลอดเลือดแดงแข็ง ซึ่งเป็นต้นเหตุของโรคแทรกซ้อนต่าง ๆ

8. หมั่นดูแลรักษาเท้าและส่วนต่างๆ ของเท้า เพื่อป้องกันการเกิดแผล การอักเสบ

9. ควรพกบัตรประจำตัวที่ระบุถึงโรคที่เป็น และยาที่ใช้รักษา หากระหว่างเดินทางเป็นลมหมดสติ จะได้ให้การช่วยเหลือที่ถูกต้องและทันท่วงที

4) ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคเบาหวาน

เส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำ (soluble fiber)

จากการทดลองทางคลินิกทั้งในคนปกติและคนไข้โรคเบาหวาน เมื่อให้รับประทานกลูโคแมนแนนจากบุก พบว่าปริมาณน้ำตาลและอินซูลินในเลือดลดลง การที่กลูโค-แมนแนนสามารถลดปริมาณน้ำตาลในเลือดได้ เนื่องจากความหนืดของกลูโคแมนแนนไปยับยั้งการดูดซึมกลูโคสจากทางเดินอาหาร และยิ่งมีความหนืดมาก ก็ยิ่งมีผลการดูดซึมกลูโคสมากขึ้น นอกจากนี้ไฟเบอร์ยังช่วยในการควบคุมน้ำหนัก จึงช่วยลดความรุนแรงของเบาหวานแบบที่ 2 ได้

กรดคลอโรจีนิค (chlorogenic acid)

มีข้อสังเกตจากผู้ที่ดื่มกาแฟ ในการลดภาวะเสี่ยงในการเกิดเบาหวาน แม้ว่ายังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจน แต่คาดการณ์ว่าเป็นผลมาจากกรดคลอโรจีนิคที่พบในเมล็ดกาแฟ ซึ่งเป็นสารโพลีฟีนอล มีรายงานว่ากรดคลอโรจีนิคอาจจะมีผลในการช่วยชะลอการดูดซึมของคาร์โบไฮเดรตให้ช้าลง โดยไปยับยั้งการขนส่งกลูโคสไปยังลำไส้ หรือไปยับยั้งฤทธิ์ของ glucose-6-phosphate translocase ในปัจจุบันสารสกัดเมล็ดกาแฟที่อุดมด้วยกรดคลอโรจีนิค 55% จึงมีการนำมาใช้

ฟาสีโอลามิน (phaseolamin)

ฟาสีโอลามินให้ฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α-amylase ซึ่งจากการศึกษาทางคลินิกพบว่า การให้ฟาสีโอลามินช่วยลด glycemic index ของอาหารแป้ง เชื่อว่าฟาสีโอลามินมีผลไปชะลอการดูดซึมของคาร์โบไฮเดรตให้ช้าลง

สารสกัดบาร์เลย์ มอลท์ (barley malt extract)

ในปัจจุบันยารักษาเบาหวานที่มีการใช้มากชนิดหนึ่งคือ เมทฟอมิน (metfomin) ซึ่งออกฤทธิ์โดยการกระตุ้น AMP-activated kinase (AMPK) ในสารสกัดจากธรรมชาติที่ให้ฤทธิ์เช่นเดียว กับเมทฟอมิน แต่มีผลข้างเคียงที่น้อยกว่า ซึ่งเป็นที่สนใจในขณะนี้คือสารสกัดบาร์เลย์มอลท์ และบริเวอร์ยีสต์ (brewer's yeast) ซึ่งมีการนำไปศึกษาในอาสาสมัครเบหวานชนิดที่ 2 ซึ่งหากการศึกษานี้ให้ผลดี นอกจากจะสามารถใช้ในโรคเบาหวานแล้ว ยังมีประโยชน์ในการควบคุมน้ำหนักและลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ

มะระ (bitter melon)

มะระ (Momordica charantia) มีรายงานทั้งในสัตว์ทดลองและผลทางคลินิกที่รายงานว่าสารสกัดน้ำของมะระให้ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด แม้ว่ากลไกการออกฤทธิ์ยังไม่ชัดเจนก็ตามแต่เชื่อว่าสารเปปไทด์ที่อยู่ในมะระให้ฤทธิ์เช่นเดียวกับอินซูลิน ผลทางซิสเทมมิค (systemic effect) ของมะระคล้ายกับเมทฟอมิน (metfomin) แต่ยังไม่มีการประเมินผลต่อ AMPK

อบเชย (cinnamon)

อบเชยมีองค์ประกอบสำคัญคือสารกลุ่มไฮดรอกซีชาลโคน (hydroxychalcone) ซึ่งให้ผลในการยับยั้ง tyrosine phosphatase ซึ่งส่งผลต่อ insulin receptor จากการศึกษาทางคลินิกพบว่าการใช้อบเชยในขนาด 1-6 กรัมต่อวัน จะช่วยลด fasting glucose ในผู้ป่วยเบาหวาน 20% และยังช่วยลดระดับไขมันในเลือด การศึกษาเพิ่มเติมของอบเชยเพื่อประโยชน์สำหรับผู้ป่วยเบาหวานจึงเป็นที่น่าสนใจที่จะติดตามต่อไป

เจียวกู้หลาน (Gymnostemma pentaphyllum)

เจียวกู้หลานมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Gynostemma pentaphyllum* มีชื่อท้องถิ่นภาษาไทยว่า ชาสตูล ปัญจขันธ์ ซึ่งมีสารสำคัญเป็นสารในกลุ่มไตรเทอร์พีน มีโครงสร้างคล้ายกับ ginsenoside ซึ่งเป็นสาระสำคัญที่พบในโสม ผลการศึกษาฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดของสารบริสุทธิ์ที่สกัดจากเจียวกู้หลาน คือ phanoside 4 isomers และการศึกษาฤทธิ์กระตุ้นการหลั่งอินซูลินทั้ง in vitro และ in vivo พบว่าปริมาณอินซูลินจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ phanoside โดยที่ระดับความเข้มข้นของ phanoside 500 μM จะกระตุ้นการหลั่งอินซูลิน 10 เท่า ที่ระดับกลูโคส 3.3 mM และ 4 เท่า ที่ระดับกลูโคส 16.7 mM ในการทดลอง in vivo ในหนูโดยป้อน phanoside ในขนาด 10, 40, 80 mg/kg เป็นเวลา 90 วัน ก่อนฉีดกลูโคสเข้าช่องท้องหนู พบว่าหนูที่ได้รับ phanosides จะมีระดับน้ำตาลในเลือดลดลงได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอย่างมีนัยสำคัญและปริมาณอินซูลินในเลือดเพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม แม้ว่ายังไม่มีข้อมูลการศึกษาทางคลินิก แต่ก็เป็นที่น่าสนใจ เนื่องจากสาระสำคัญที่พบในเจียวกู้หลานยังแสดงฤทธิ์อื่นๆ เช่น ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ฤทธิ์ต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด ฤทธิ์ลดไขมันในเลือด ซึ่งจะช่วยลดความรุนแรงของโรคในผู้ป่วยเบาหวานได้

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคมะเร็ง

1) นิยามและมะเร็งที่พบบ่อยในประเทศไทย

มะเร็ง คือ เนื้องอกชนิดร้ายที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อปกติของร่างกาย ซึ่งมีการเจริญเติบโตและแพร่กระจายอย่างรวดเร็วอยู่นอกเหนือการควบคุมของร่างกาย

ในปัจจุบันมะเร็งเป็นสาเหตุการตายในอันดับแรกๆ ของคนไทย มะเร็งที่พบบ่อยในคนไทยได้แก่ มะเร็งเต้านม มะเร็งปากมดลูก มะเร็งตับ มะเร็งปอด มะเร็งผิวหนังและมะเร็งในช่องปาก มักพบมากในคนอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป แต่ก็อาจพบในเด็กและคนหนุ่มสาวได้

2) สาเหตุของการเกิดโรคที่พบบ่อยในประเทศไทย

ยังไม่ทราบแน่ชัด แต่เชื่อว่ามีปัจจัยร่วมหลายๆ อย่าง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1. ปัจจัยภายในร่างกาย เช่น ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เชื้อชาติ เพศ อายุ กรรมพันธุ์
2. ปัจจัยภายนอกร่างกาย ได้แก่
   - การระคายเคืองเรื้อรัง เช่น ฟันปลอมที่ไม่กระชับ
   - การรับประทานอาหารหรือดื่มเครื่องดื่มร้อนจัดเป็นประจำ

- รังสีต่าง ๆ เช่น รังสีอัลตราไวโอเลต อาจทำให้เป็นมะเร็งของผิวหนัง
- สารเคมี ในปัจจุบันพบสารก่อมะเร็ง (carcinogen) มากกว่า 450 ชนิด เช่น สารหนู อาจทำให้เป็นมะเร็งของผิวหนัง, เบนซีน ทำให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว, สารไนโตรซามีน (nitrosamine) ในอาหาร ทำให้เกิดมะเร็งของตับ กระเพาะอาหาร ลำไส้ใหญ่, ฮอร์โมนเอสโตรเจน มีความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งช่องคลอด และโพรงมดลูก
- พยาธิ เช่น พยาธิใบไม้ตับ ทำให้เกิดมะเร็งของตับ
- อาหาร เช่น ภาวะขาดอาหาร เช่น โรคตับแข็ง ซึ่งเกิดจากการขาดสารโปรตีน ทำให้เกิดมะเร็งตับได้ง่าย

3) การรักษาและการดูแลสุขภาพ

หากสงสัย โดยเฉพาะคนที่มีอาการไข้เรื้อรัง อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร น้ำหนักลดโดยไม่พบอาการที่ชัดเจนอื่นๆ หรือมีอาการเข้าได้กับสัญญาณอันตรายประการใดประการหนึ่ง ควรไปตรวจรักษาที่โรงพยาบาล เพื่อทำการตรวจพิเศษ เช่น ตรวจเลือด ตรวจปัสสาวะ ตรวจอุจจาระ ตัดชิ้นเนื้อพิสูจน์ (biopsy)

วิธีการรักษาโรคมะเร็งในปัจจุบันมักให้การรักษาด้วยการผ่าตัด, ฉายรังสี (รังสีบำบัด), หรือให้ยารักษามะเร็ง (เคมีบำบัด) หรือปลูกถ่ายอวัยวะ (เช่น ไขกระดูก)

4) ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคมะเร็ง

เส้นใยอาหาร (fiber)

เส้นใยอาหารช่วยลดอุบัติการณ์ของการเกิดโรคมะเร็งในทางเดินอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งมะเร็งลำไส้ใหญ่ เนื่องจากเส้นใยอาหารมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี ทำให้อุจจาระอ่อนตัว เมื่อกากอาหารผ่านเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ จึงสามารถขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายได้ง่าย นอกจากนั้นเส้นใยอาหารยังมีผลในการเพิ่มมวลของอุจจาระ โดยไปเจือจางองค์ประกอบต่างๆ ในลำไส้ใหญ่ เชื่อว่ากลไกดังกล่าวนี้มีผลต่อการกระตุ้นประสาทของลำไส้ใหญ่ ทำให้ขับถ่ายของเสียออกได้เร็วขึ้น เส้นใยอาหารยังสามารถดูดซับสารอินทรีย์บางชนิด รวมทั้งสารก่อมะเร็ง เช่น methylnitrosouria, methyazoxymethanol ในลำไส้ใหญ่ ประกอบกับเส้นใยอาหารชนิด non-cellutic polysaccharide เมื่ออยู่ในลำไส้ใหญ่จะเกิดกระบวนการหมักโดยอาศัยแบคทีเรีย ทำให้ได้ผลผลิตที่เป็นกรด ทำให้ภาวะความเป็นกรด-ด่างในลำไส้ใหญ่ลดลง ซึ่งเชื่อว่าเป็นการลดภาวะเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลำไส้

แคโรทีนอยด์ (carotenoids) : เบต้า-คาโรทีน (β-carotene) และไลโคปีน (lycopene)

แคโรทีนอยด์ที่สำคัญชนิดหนึ่งคือ เบต้า-คาโรทีน เป็นสารสีที่ละลายได้ดีในไขมัน พบในผลไม้และผักที่มีสีเหลืองไปจนถึงแดง เบต้า-คาโรทีนเป็นสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดปฏิกริยา oxidation ของไขมันและ lipidmembrane จากการศึกษาพบว่า แคโรทีนอยด์จากพืชผักสีเขียวและเหลืองมีฤทธิ์ต้านทานมะเร็งที่เกิดขึ้นในมนุษย์ carotenoid สามารถใช้ในการรักษาโรคทางพันธุกรรมบางชนิดได้ โดยเฉพาะโรค Porphyria ซึ่งเป็นลักษณะการไวต่อแสงอย่างผิดปกติ เมื่อได้รับแสงอาทิตย์จะเกิด singlet oxygen ในผิวหนัง ซึ่ง singlet oxygen เป็นรูปแบบของ oxygen ที่มีความไวอย่างมาก ซึ่งจัดเป็นสารก่อกลายพันธุ์ชนิดแรง และเป็นสาเหตุของปฏิกริยา lipid peroxidation นอกจากนี้แคโรทีนอยด์ยังช่วยเพิ่มการสื่อสารระหว่างเซลล์ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ เพิ่มการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกายและเพิ่มภูมิต้านทานด้วย มีการศึกษาผลของเบต้า-คาโรทีนต่อการเกิดมะเร็งพบว่าการรับประทานผัก ผลไม้ที่มีเบต้า-คาโรทีนในปริมาณสูง จะแปรผกผันกับอัตราการเกิดโรคมะเร็งปอด หลอดลม กระเพาะอาหาร ลำไส้ใหญ่ รังไข่ และคอ แต่เมื่อให้เบต้า-คาโรทีนในผู้ที่สูบบุหรี่ พบว่าอัตราการเกิดมะเร็งปอดเพิ่มขึ้น คาดว่าเป็นผลมาจากเบต้า-คาโรทีนไปเพิ่มการดูดซึมของสารก่อมะเร็งจากบุหรี่ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่ชี้ให้เห็นว่าการรับประทานแคโรทีนอยด์จากธรรมชาติให้ผลในการป้องกันมะเร็งที่ดี แต่การใช้เฉพาะเบต้า-คาโรทีนนั้นพบว่ามีทั้งผลบวกและผลทางด้านลบ

ไลโคปีน เป็นสารสีแดงส้มที่พบมากในมะเขือเทศ นอกจากนี้ยังพบได้ใน มะละกอ ฝรั่งสีแดง ไลโคปีนมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นเส้นตรง เป็นสารที่ไม่มีขั้วจึงดูดซึมได้ไม่ดี แต่เมื่อผ่านการปรุงด้วยความร้อนแล้วจะดูดซึมดีขึ้น เนื่องจากจะเปลี่ยนรูปจาก *trans*-lycopene เป็น *cis*-lycopene ซึ่งในรูป *cis*-lycopene จะดูดซึมได้ดีกว่า

ไลโคปีนให้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่ดี โดยสามารถยับยั้งออกซิเจนพลังงานสูงได้ดีที่สุด ในบรรดากลุ่มแคโรทีนอยด์ และยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งได้ดี คาดว่าเป็นผลมาจากการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันบนเมมเบรน DNA มีรายงานการศึกษาถึงการลดอัตราเสี่ยงของการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งปอด และมะเร็งกระเพาะอาหาร และยังช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชันจากการกระตุ้นของแสงบนผิวหนัง

อัลลิซินและสารประกอบซัลเฟอร์ (allicin and sulfur compounds)

Diallyl sulfide เป็นสารองค์ประกอบสำคัญที่พบในกระเทียม หอม ซึ่งเป็นสารประกอบซัลเฟอร์ ที่มีคุณสมบัติต้านทานสารก่อกลายพันธุ์และสารก่อมะเร็ง Diallyl sulfide บริสุทธิ์ยับยั้งความเป็นพิษของ 1, 2 dimethylhydrazine ต่อยีนในสัตว์ทดลอง ลดการเกิด oxidative

metabolites ของ 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyrydyl)1-butanone ลดการเกิดเนื้องอกในปอด เนื่องจากการชักนำของ NNK ยับยั้งการเกิดเนื้องอกของมะเร็งหลอดอาหารอย่างสมบูรณ์ในหนูที่ได้รับ N-nitroso-methylbenzylamine (NMBA) ยับยั้งมะเร็งตับและมะเร็งลำไส้ใหญ่ในสัตว์ทดลองที่ชักนำด้วย 1, 2-dimethylhydrazine

เห็ดหลินจือ

เห็ดหลินจือ (เห็ดหมื่นปี) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ganoderma lucida* (Fr.) Karst. วงศ์ Polyporaceae ประเทศจีนใช้เห็ดหลินจือเป็นยามานาน โดยระบุสรรพคุณว่าเป็นยาอายุวัฒนะ ทำให้ผู้บริโภคมีอายุยืน ในเภสัชตำรับจีน (Chinese Pharmacopoeia) ใช้เป็นยาบำรุงร่างกายเกี่ยวกับระบบประสาท หลอดลมอักเสบเรื้อรัง ร่างกายอ่อนแอ หอบ นอนไม่หลับ แก้ไอ โรคหัวใจ ระบบย่อยอาหารไม่ดี ตับอักเสบเฉียบพลัน สารสำคัญที่พบในเห็ดหลินจือเป็นสารในกลุ่ม polysaccharide ซึ่งมีผู้พบ polysaccharide A, B, C, D, E, G, H Polysaccharide BN-3-A, B, C และ polysaccharide อื่นๆ ซึ่งสารในกลุ่มนี้จะมีฤทธิ์สำคัญในการต้านมะเร็งและกระตุ้นภูมิต้านทาน ลดการอักเสบ และป้องกันอันตรายจากการฉายรังสี อีกกลุ่มเป็นสารกลุ่ม triterpenoids ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เห็ดหลินจือมีรสขม มีผู้ศึกษาและพบสารกลุ่มนี้ประมาณ 100 ชนิด นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มอื่นๆ ได้แก่ peptidoglycan (เป็นสารกลุ่มที่มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดที่สำคัญ คือ ganoderan A,B,C), protoalkaloid และกรดอะมิโน (ฤทธิ์รักษาอาการกล้ามเนื้อลีบ ยับยั้งการจับตัวของเกล็ดเลือด), steroids, โปรตีน พบว่าโปรตีน Ling-Zhi 8 (LZ-8) มีฤทธิ์กระตุ้นภูมิต้านทาน มีการศึกษาในญี่ปุ่นพบว่า สารสกัดด้วยน้ำของเห็ดหลินจือมีผลทำให้หนูที่ทำให้เป็นมะเร็งมีอายุยาวขึ้น แต่การทดลองในหลอดทดลองสารสกัดเห็ดหลินจือด้วยน้ำไม่มีผลต่อเซลล์ และสารที่ออกฤทธิ์เป็นพวก polysaccharide และยังพบว่าสามารถลดพิษของยาพวกที่เป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxic) ด้วย และมีผู้ศึกษาวิจัยฤทธิ์เสริมภูมิคุ้มกันโดยใช้ทั้งสารสกัดด้วยน้ำ สารสกัดน้ำผสมด่างและสารสกัดที่ออกฤทธิ์พวก glycopolysaccharide พบว่าช่วยทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันดีขึ้น โดยไปเพิ่มประสิทธิภาพเกี่ยวกับการป้องกันและการสร้าง antibody และยังพบว่าสารกลุ่ม polysaccharide จะไปกระตุ้นเซลล์ lymphocyte T ให้ทำงานได้ดีขึ้น เป็นผลให้ชะลอการลุกลามของมะเร็ง และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย

ถั่วเหลือง

การศึกษาทางระบาดวิทยาในกลุ่มชนทางเอเชียพบว่า การบริโภคผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองมีส่วนสัมพันธ์กับการลดภาวะเสี่ยงของการเป็นมะเร็ง ทั้งชนิดขึ้นกับฮอร์โมน และไม่ขึ้นกับฮอร์โมน เช่น มะเร็งปอด เต้านม กระเพาะอาหาร และต่อมลูกหมาก จากการศึกษาพบว่า ในเอเชียและ

ยุโรปตะวันออกมีอุบัติการเกิดโรคมะเร็งบางชนิดต่ำกว่า เมื่อเทียบกับประเทศตะวันตก มีรายงานว่าประเทศญี่ปุ่นมีอัตราเสี่ยงต่อโรคมะเร็งที่พึ่งฮอร์โมนต่ำสุด ซึ่งเชื่อว่าเกี่ยวข้องกับไฟโตเอสโตรเจน เนื่องจากคนญี่ปุ่นรับประทานผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองวันละ 200 มิลลิกรัม โดยเฉลี่ยคนเอเชียจะได้รับ isoflavone จากอาหารวันละ 25-45 มก. จากอาหารจำพวกถั่วเมล็ดแห้งสูงกว่าคนในประเทศตะวันตก (อย่างน้อยกว่า 5 มก./วัน) และยังพบว่าผู้หญิงญี่ปุ่นที่รับประทานซุปเต้าเจี้ยวมากๆ จะมีอัตราเสี่ยงต่อโรคมะเร็งต่ำกว่า รวมทั้งผู้ชายญี่ปุ่นที่กินเต้าหู้มากกว่า 5 ครั้งต่อสัปดาห์ มีอัตราเสี่ยงต่อมะเร็งต่อมลูกหมากเป็นครึ่งหนึ่งของคนที่กินเต้าหู้น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ผลในการต้านเอสโตรเจน (antiestrogen) ในถั่วเหลืองมาจาก genistein และ diadzein ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม isoflavones ให้ฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน จึงไปจับกับ estrogen receptor ได้ พบว่า isoflavones สามารถยับยั้งฤทธิ์ของเอสโตรเจนในการกระตุ้นการเจริญของเซลล์มะเร็ง และ isoflavones ยังมีผลยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของเซลล์มะเร็ง นอกจากนี้ยังพบว่า genestein สามารถยับยั้งกระบวนการสร้างเส้นเลือด ซึ่งขั้นตอนการสร้างเส้นเลือดนี้เป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการเติบโตของก้อนมะเร็ง

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคกระดูกและข้อ

1) นิยามโรคกระดูกพรุน

กระดูกโปร่งบางหรือกระดูกพรุน หมายถึง ภาวะที่กระดูกสูญเสียเนื้อกระดูกและโครงสร้างผิดไป ทำให้กระดูกมีความเปราะบาง เกิดการหักได้ง่าย โดยเฉพาะกระดูกส่วนข้อสะโพก กระดูกสันหลัง และกระดูกข้อมือ เนื้อกระดูกจะมีรูพรุนเหมือนฟองน้ำ ผู้ชายและผู้หญิงมีโอกาสเป็นเท่ากัน และสามารถป้องกันและรักษาได้

2) สาเหตุการเกิดโรค

ในการเจริญเติบโตของคนเรา จะมีการเพิ่มปริมาณของมวลกระดูกหรือเนื้อกระดูกอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการสะสมมวลกระดูกจะเร็วหรือช้าต่างกันในแต่ละช่วงอายุ เมื่อเข้าสู่ช่วงที่เป็นผู้ใหญ่ คือช่วงอายุประมาณ 25 - 30 ปี การสะสมของมวลกระดูกจะหยุดลง ซึ่งเราจะเรียกระดับของมวลกระดูกในขณะนั้นว่า ระดับมวลกระดูกสูงสุด (Peak bone mass) ซึ่งจะแตกต่างกันตามปัจจัยทางพันธุกรรมของแต่ละบุคคลและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เช่น ภาวะทางโภชนาการ การออกกำลังกาย และภาวะต่างๆ ที่มีผลต่อระดับฮอร์โมน มวลกระดูกจะคงที่อยู่เช่นนั้นจนถึงช่วงอายุประมาณ 35 - 40 ปี ระดับมวลกระดูกจะเริ่มลดลงอย่างช้าๆ ประมาณ 0.5 - 1% ต่อปี ทั้งในเพศหญิงและเพศชาย แต่ในเพศหญิงจะมีการสูญเสียมวลกระดูกเร็วขึ้นถึง 3 - 5% ต่อปี ในภาวะหมดประจำเดือน (Menopause)

3) การรักษาและการดูแลสุขภาพ

ผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน ควรงด หรือลดปริมาณ เนื่องจากคาเฟอีนมีผลต่อการเพิ่มการขับออกของแคลเซียม ควรหยุดสูบบุหรี่ เพราะมีผลลด bone mass และอัตราการเพิ่มการหักของกระดูก งดการดื่มแอลกอฮอล์ เนื่องจากอาจมีผลทำให้ขาดอาหาร โดยเฉพาะวิตามินดี แคลเซียม และแมกนีเซียม

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะช่วยป้องกันการสูญเสียกระดูกในผู้สูงอายุ ป้องกันการหกล้ม

ในผู้ป่วยที่มีการใช้ยาบางกลุ่ม เช่น psychotropic, antihypertensive, diuretics ควรมีการทบทวนการใช้ โดยปรึกษาแพทย์ เภสัชกร

4) ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคกระดูกและข้อ
โรคไขข้ออักเสบ (arthritis)

4.1 น้ำมันปลา (fish oil)

จากการศึกษาพบว่าน้ำมันปลา ซึ่งมีกรดไขมันจำเป็นชนิด ω-3 จะช่วยลดอาการของโรคข้อเสื่อม (osteoarthritis) ในผู้สูงวัย โดยลดอาการปวดข้อ และสามารถลดการใช้ยาแก้ปวด ลดอักเสบลงได้ แต่การใช้น้ำมันปลาเพื่อบำบัดโรคข้อเสื่อมยังต้องการข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติม

4.2 สารสกัดชาเขียว (green tea extract)

ชาเขียวประกอบด้วยสารในกลุ่มคาทีชิน (catechins) โดยมีepigallocatechingallate (EGCG) เป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งให้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่ดี นอกจากนี้ยังให้ผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด และลดภาวะเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง มีรายงานการศึกษาสารสกัดชาเขียวในสัตว์ทดลอง พบว่าสารสกัดส่วนที่ประกอบด้วยโพลีฟีนอลให้ฤทธิ์ป้องกันการเหนี่ยวนำให้เกิดไขข้ออักเสบ ป้องกันการถูกทำลายของกระดูกอ่อน จากการศึกษาพบว่า EGCG และ ECG ไปยับยั้ง IL-1- induced proteoglycan release และการถูกทำลายของคอลลาเจนในหลอดทดลอง ซึ่งการศึกษาในคนให้ผลในลักษณะคล้ายคลึงกัน สารสกัดคาทีชินจากชาเขียวให้ฤทธิ์ทั้งต้านอาการอักเสบและยังให้ chondroprotective effect อย่างไรก็ตาม สารสกัดคาทีชินยังต้องการการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติมในเชิงลึก

4.3 กลูโคซามินและ/หรือคอนดรอยตินซัลเฟต (glucosamin and/ orchondroitin sulphate

กลูโคซามินและ/หรือคอนดรอยตินซัลเฟต เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มักใช้ในโรคไขข้ออักเสบ ทั้งใช้เดี่ยว หรือใช้ร่วมกัน กลูโคซามินเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวชนิดอะมิโน (amino-monosaccharide) ซึ่งพบได้ในเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย โดยเฉพาะกระดูกอ่อน เส้นเอ็น กลูโคซามิน

ให้ฤทธิ์ chondroprotective effect มักใช้ร่วมกับคอนดรอยตินซัลเฟต กลูโคซามินมีขนาดโมเลกุลเล็ก จึงสามารถแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ และรวมเข้ากับโมเลกุลของโปรทีโอไกลแคนได้ จึงช่วยป้องกันการถูกทำลายของกระดูกอ่อน จากยาต้านอาการอักเสบในกลุ่ม NSAIDs กลูโคซามินยังช่วยยับยั้งการหลั่ง proteolytic enzyme และ lysosomal enzyme (แต่ไม่ยับยั้งการสังเคราะห์พรอสตาแกลนดิน) กลูโคซามินให้ฤทธิ์ต้านอาการอักเสบและต้านอาการข้ออักเสบ โดยยับยั้งความเสื่อม และป้องกันข้อไม่ให้ถูกทำลาย ขนาดปกติของการใช้กลูโคซามินคือ 1,500 มก. โดยแบ่งให้ 500 มก. 3 เวลา หรือ หากเป็นแคปซูลขนาด 750 มก. ให้ 2 เวลา ในกรณีที่ใช้ 500 มก. 3 เวลา เป็นเวลา 2-3 เดือนจนอาการคงที่ อาจลดเหลือวันละ 2 ครั้งได้ จากข้อมูลการศึกษาพบว่า การใช้กลูโคซามินในระยะสั้นนั้นมีความปลอดภัยสูง ไม่พบอาการข้างเคียงที่รุนแรง แต่การใช้ในผู้ป่วยเบาหวานควรระวัง เนื่องจากมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด การใช้ระยะยาว ยังไม่มีรายงาน กลูโคซามินมี 2 รูปแบบ คือ กลูโคซามินซัลเฟต และกลูโคซามินไฮโดรคลอไรด์ ซึ่งข้อมูลการศึกษาส่วนใหญ่จะเป็นกลูโคซามินซัลเฟต สำหรับคอนดรอยตินซัลเฟตนั้นเป็น glycoaminoglycan ซึ่งถูกสังเคราะห์โดย chondrocytes มักนำมาใช้ร่วมกับกลูโคซามิน

โรคกระดูกพรุน (osteoporesis)

- สารสกัดถั่วเหลือง (soy bean extract)

การบริโภคอาหารโปรตีนสูง เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลเสียต่อความแข็งแรงของกระดูก เนื่องจากมีผลทำให้แคลเซียมถูกขับออกมาในปัสสาวะมากขึ้น กรดอะมิโนที่มีกำมะถันในโมเลกุล คือ เมทไทโอนีนและซีสตีน เมื่อถูกเมตาโบไลส์จะให้ซัลเฟตและไฮโดรเจน ทำให้ปัสสาวะเป็นกรดมากขึ้น แคลเซียมจึงถูกขับออกมาในปัสสาวะมากขึ้น ดังนั้นการบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลืองจะช่วยลดการขับแคลเซียมออกมาในปัสสาวะ ซึ่งการทดลองในอาสาสมัครพบว่าเมื่อให้รับประทานอาหารที่มีปริมาณโปรตีนเท่ากัน ปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนจากเนื้อสัตว์จะมีการขับแคลเซียมออกมามากกว่ากลุ่มที่ได้โปรตีนจากถั่วเหลือง นอกจากนี้ genistein และ daidzein ซึ่งเป็น isoflavones ที่พบในถั่วเหลือง ยังมีคุณสมบัติเป็นทั้งเอสโตรเจนและตัวต้านเอสโตเจน isoflavones นี้มีสูตรโครงสร้างคล้าย tamoxifen ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนในการป้องกันการสูญเสียเนื้อกระดูกในสตรีหลังหมดประจำเดือน ได้มีการศึกษาในสัตว์ทดลองที่ถูกตัดรังไข่ออกไป พบว่าการเพิ่มขึ้นของเนื้อกระดูกในสัตว์ทดลองนี้เป็นผลมาจาก isoflavones ในถั่วเหลือง และการศึกษาในสตรีวัยหมดประจำเดือนเป็นเวลา 6 เดือน ก็พบว่าสตรีที่ได้รับโปรตีนจากถั่วเหลือง จะมีความหนาแน่นของกระดูกมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งได้รับโปรตีนจากเคซีน อย่างไรก็ตาม ผลของถั่วเหลืองต่อความหนาแน่นของเนื้อกระดูกยังคงต้องศึกษา เพื่อหาข้อสรุปต่อไป นอกจากผลต่อสุขภาพดังที่กล่าวมาแล้ว มีรายงานเช่นกันว่าอาการในกลุ่มสตรี

วัยหมดประจำเดือน เช่น มีเหงื่อออกเวลากลางคืน หรืออาการร้อนวูบวาบ จะพบในสตรีชาวญี่ปุ่นน้อยกว่าชาวอเมริกันถึงหนึ่งในสาม ซึ่งสาเหตุหนึ่งก็เนื่องจากการรับประทานอาหารจากถั่วเหลืองซึ่งให้ isoflavones ที่มีฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนนั่นเอง

บทสรุป

บทนี้ได้ทบทวนเรื่องราวอย่างละเอียดของชนิดและประเภทต่างๆ ของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ ที่เรียกว่าอาหารฟังก์ชั่น โภชนเภสัชภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร รวมทั้งการออกฤทธิ์และการประยุกต์ในโรคต่างๆ ในขณะที่กระแสความนิยมในกลุ่มผู้รักสุขภาพและในวงการธุรกิจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ กำลังมาแรงมากขึ้น ยิ่งจะทำให้มีการแข่งขันผลิต การตลาด การโฆษณา และการจำหน่ายสินค้าดังกล่าวแพร่หลายมากขึ้น เนื่องจากอาจจะมีสินค้าอาหารเพื่อสุขภาพอย่างหลากหลาย และบางอย่างอาจจะขาดคุณภาพมาตรฐาน ขาดข้อมูลจากการวิจัย และมีการโฆษณาสรรพคุณมากเกินความเป็นจริง ดังนั้นผู้ซื้อและผู้บริโภคผลิตภัณฑ์พึงจะต้องระมัดระวังที่จะต้องศึกษา ติดตามข่าวสารทางวิชาการ ควรคำนึงถึงราคา คุณภาพและความจำเป็นในการบริโภคด้วย ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพอาจจะจำเป็นต่อบุคคลบางกลุ่มที่มีปัญหาสุขภาพเท่านั้น และก็ไม่สามารถทดแทนอาหารธรรมชาติที่สมดุลและครบส่วนได้

เอกสารอ้างอิง

1. ปิ่นมณี ขวัญเมือง. 2548. ฟังชันนัลฟูดส์ : อาหารเพื่อสุขภาพ. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ 4 ฉบับที่ 2 เมษายน-กันยายน.
2. สรจักร ศิริบริรักษ์. 2549. เภสัชโภชนา 2. กรุงเทพฯ: บริษัทยูเคชันจำกัด.
3. ชนิดา ปโชติการ, ศัลยา คงสมบูรณ์เวช และอภิสิทธิ์ ฉัตรทนานนท์. 2548. อาหารและสุขภาพ. กรุงเทพฯ : บริษัทเสริมมิตร.
4. ธานี เมฆะสุวรรณดิษฐ์ และคณะ. (2546) ตำราเภสัชบำบัด. กรุงเทพฯ: โฮลิสติก พับลิชชิ่ง จำกัด.
5. สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2548. ปัญจขันธ์. กรุงเทพฯ: บริษัท มิราคูส.
6. Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S.S. and Webb, C (2002) Appication of cereals and cereal compilcation in functional foods : a review. *International Journal of Food Microbiology.* 79:131-141.

7. Child, N. (2001) *Rice Outlook:* U.S. rice market faces record supplies, low world prices. In: Electronic Outlook Report RCS-1201, US department of Agriculture.
8. Curtis, C.L., Harwood, J.L., Dent, C.M. and Caterson, B. (2004) Biological basis for the benefit of nutraceutical supplementation in arthritis. Drug discovery today. 9(4): 165-172.
9. David, Thompson, Earl Carter, Thai Foods, Pavilion Books. 2002
10. Diplock, AT, Aggett, PJ, Ashwell, M, Bornet, F, Fern, EB and Roberfroid, MB (1999) Scientific concepts of functional foods in Europe. Consensus document. *Br.J.Nutr.,* 81, S1-S27
11. Duranti, M. (2006) Grain legume proteins and nutraceutical properties. Fitoterapia. 77: 67-82.
12. Fooks, L.J., R. Filler and G. R. Gibson. 1999. Prebiotic, probiotic and human gut microbiology. Int. Dairy J. 9 : 53-61.
13. Gens, H. J. de., Aidos, I., Boer, J. de, Luten, JB. And Brinkman, U.A. Th. (2001) *J. Chromatogr.* A. 910: 95-103.
14. Gibson, G.R. and Roberfroid, B.M (1995) Dietary Modulation of Human Colonic Microbiota : Introducting the Coocept of Prebiotics. *Journal of Nutrition.* 125(6)
: 1401-1412.
15. Golderg, I. (1994) Functional Foods : Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals. New York, USA.
16. Gunstone, FD, Harwood, JL and Padley, FB (eds) (1994) The Lipid Handbook (2^{nd} edn), Chapman & Hall, London.
17. Gunstone, F.D. (2003) Lipids for Functional Foods and Nutraceuticals. University of St Andrews and Honorary Research Institule Dundee, Scotland.
18. Houston, M.C. (2005) Nutraceuticals, vitamins, antioxidants, and minerals in the prevention and treatment of hypertension. Progress in Cardiovascular

Diseases. 47 (6): 396-449.

19. Ignarro, L.J., Balestrieri, M.L. and Napoli, C. (2006) Nutrition, physical activity, andcardiovascular disease: an update. Cardiovascular research.
20. Itsaranuwat, P., Al-Haddad, K.S.H and Robinson, R.K. (2003) The Protential therapeutic benefits of consuming 'health-promoting' fermented dairy products: a brief update. *International Journal of Dairy Technology.* 56(4) : 203-210.
21. Kaliora, A.C., Dedoussis, G.V.Z. and Schmdt, H. (2006) Dietary antioxidants in preventing atherogenesis. Atherosclerosis. 187:1-17.
22. Karmer, K., Hoppe, P.K. and Packer L. (2001) Nutraceuticals in Health and Disease Prevention. New York: Marcel Dekker, Inc.
23. Kaur, I.P., Chopra, K. and Saini, A (2002) Probiotial pharmaceutical applications. *European Journal of Pharmacutical Sciences.* 15:1-9.
24. LFAR (2000) Functional Food Markets, Innovation and Prospects. A Global Analysis, LFAR, Leatherhead.
25. Li, D (1998) Diet and vascular disease. PhD. Thesis. RMIT University. Australia.
26. Li, D., Bode, O, Drummond, H and Sinclair, AJ. (2003) Omega-3 (n-3) fatty acids. Pp 225-262. In Lipids for Functional Foods and Nutraceutricals. F.D GunStone (ed). The oily press. England.
27. Li, D, Sinclair, A, Wilson, A., Nakkote,S, Kelly, F., Abedin, L., Mann, N and Turner, A (1999). Effect of deietary ?-linolenic acid on thrombotic risk factors in vegetarian men. Am J. Clin Nutr. 69:872-82
28. McCarty, M.F. (2005) Nutraceutical resources for diabetes prevention-an update. Medical hypotheses. 64: 151-158.
29. Meskin, M.S., Bidlack W.R. Davies, A.J. and Omaye, S.T. (2002) Phytochemicals in Nutritionand Health. London: CRC Press.
30. Mill, S. and Bone K. (2005) The Essential Guide to Herbal Safety. Elsevier Inc.
31. Nakkote,S, Li, D, Turner, A, Mann, N and Sinclair, A (1999). Effect of fish oil supplementation on thrombotic factors in healthy females. J of Mahidol.

6(2): 89-94

32. Norberg, A et al.(2004). A Novel Insulin-releasing Substance, Phanoside from the plant Gynostemma pentaphyllum. J. of Biological Chemistry.
33. Pereiar C., Li D. and Sinclair, AJ (2001). The alpha-linolenic acid content of green vegetables commonly available in Australia. Int. J Vitamin Nutr. 130, 2434-2443.
34. Poomecome, W. (1999) Hypoglycemic activity of extract from Gynostemma pentaphyllum Makino [Thesis] Faculty of Graduate Studies, Chiang Mai University.
35. Rapport, L. and Lockwood, B. (2002) Nutraceuticals. UK: The Pharmaceutical Press.
36. Samee, V. (2005) Carotenoids: structures and potential mechanisms in biological functions. Srinakharinwirot J. Pharm. Sci. 10 (1):
37. Simopoulos, AP., Leaf, A., and Salem, N. (2000). Worksop on the essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acid. *Nutrition Today,* 35(5), 166-167.
38. Sinclair, AJ, Dunstan GA, Naughton JM, Sanigorsaki AJ and O'Dea K (1992) The lipid content and fatty acid composition of commercial marine and fresh water fish and mollusks fromtemperate Australian watera. *Austr. J. Nutr. Diet.* 49: 77-83.
39. Sinclair, AJ,Oon, KS, Lim L., Li, D and Mann, N (1998) The omega-3 fatty acid content of canned, smoked and fresh fish in Australia. *Austr. J. Nutr. Diet.* 55: 116-120
40. Young, J (2003) Introduction to functional food. PP 1-24 In Lipids for Functional Foods and Nutraceutricals. F.D GunStone (ed). The oily press. England.
41. http://www.swu.ac.th/royal/book3/b3c3t1__1.html
42. http://www.pharm.chula.ac.th/clinic101__5/article/Soy.html
43. http://www.academic.hcu.ac.th/forum/board__posts.asp?FID=29&UID
44. http://dpc10.ddc.moph.go.th/dm.html
45. http://www.thailabonline.com/alternews7.htm
46. http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/mutate.html

ประวัติผู้นิพนธ์บทที่ 8

ชื่อ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริธร ศิริอมรพรรณ

สถานที่ปฏิบัติงาน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์
คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
โทรศัพท์ 043-743509

อีเมล : sirithons@hotmail.com หรือ siriamornpun@yahoo.com

การศึกษา : สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
(Ph.D. in Food Science and Technology)
จาก University of New South Wales ประเทศออสเตรเลีย

ผลงานทางวิชาการ

1. ผลงานวิชาที่ตีพิมพ์ในต่างประเทศและในประเทศไม่ต่ำกว่า 25 เรื่อง
2. มีประสบการณ์ในด้านวิจัย เรื่อง Lipid, Polyunsaturated fatty acid , Alpha-linolenic acid, omega-3 fatty acids, Analysis by Capillary electrophoresis, Antiglycation activity of phenolic compounds, antioxidation capacities, serum uric acid and selected cardio-vascular risk factors

ประวัติผู้นิพนธ์บทที่ 8

ชื่อ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนีย์ จันทร์สกาว

สถานที่ปฏิบัติงาน :

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 สายวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถนนสุเทพ ตำบลสุเทพ
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์ 0-5394-4342-2 โทรสาร 0-5322-2741

อีเมล : sunee@pharmacy.cmu.ac.th

การศึกษา :

1. เภสัชศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. Doctor of Pharmaceutical Sciences (Phytochemistry)
   Chiba University, Japan

ผลงานทางวิชาการ :

1. ผลงานวิชาที่ตีพิมพ์ในต่างประเทศและในประเทศไม่ต่ำกว่า 20 เรื่อง
2. มีประสบการณ์ในด้านวิจัย เรื่อง Cytotoxic Activity Against Cervix Carcinoma, Isoflavonoids, Identification of Deoxymiroestrol, Atherolepis pierrei. Anti-Acne Preparations, *Hyptis suaveolens* Oil Cream, Lanna Herbal Medicine, DPPH Scavenging Activity, Herb Juices, Antibacterial Activity of Thai Medicinal Plant Extracts, Antimicrobial Activity and Pharmaceutical Development,

บทที่ 9
อาหารตามพันธุกรรม
(Nutrition and Genetics)

บทนำ

ความรู้เกี่ยวกับพันธุกรรมและวิธีศึกษา

เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาระบบของสิ่งมีชีวิต

ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม อาหาร และความเจ็บป่วย

โภชนาการพันธุศาสตร์

บทบาทของสารอาหารที่มีต่อการแสดงออกทางพันธุกรรม

ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับภาวะโภชนาการ

โภชนาการและลักษณะทางพันธุกรรม

โฟเลตกับปัญหาหลอดเลือดอุดตัน

ความผิดปกติทางพันธุกรรมหลังจากการแปลรหัส

บทสรุป

เอกสารอ้างอิง

บทที่ 9
อาหารตามพันธุกรรม
(Nutrition and Genetics)

ผศ. ดร. อริศร์ เทียนประเสริฐ

บทนำ

ศตวรรษที่ 20 นี้เป็นช่วงเวลาที่การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งรวมถึงความรู้ทางด้านโภชนาการและการแพทย์ ซึ่งมีผลถึงพัฒนาการด้านสาธารณสุขก้าวหน้าขึ้นอย่างมากมายและรวดเร็ว เนื่องจากความรู้ทางเทคโนโลยีต่างๆ เพิ่มมากขึ้นทำให้ได้มีการพัฒนาเครื่องมือที่ทันสมัย มีประสิทธิภาพสูง สามารถตรวจวิเคราะห์สิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำมากขึ้น จึงเป็นที่มาขององค์ความรู้ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน

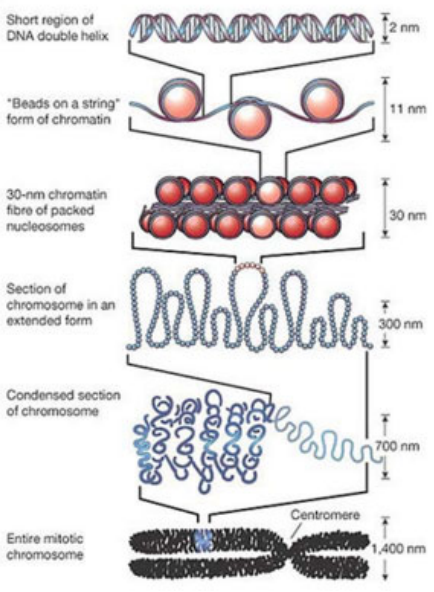
เดิมทีนั้น ความสนใจทางด้านโภชนาการจะออกมาในแนวรับมากกว่าในแนวรุก กล่าวคือการพยายามทำความเข้าใจในบทบาทของสารอาหารแต่ละชนิด ปริมาณของสารอาหารแต่ละชนิดที่ควรได้รับ และปัญหาหรืออาการความผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้นอันสืบเนื่องมาจากการขาดสารอาหารแต่ละชนิด ต่อมาเมื่อประเทศมีการพัฒนามากขึ้น เศรษฐกิจดีขึ้น ทำให้วิถีการดำเนินชีวิตเปลี่ยนไป ซึ่งรวมถึงพฤติกรรมการบริโภคด้วย จึงทำให้ปัญหาทางด้านโภชนาการเปลี่ยนไปเช่นเดียวกัน กล่าวคือเป็นการเปลี่ยนแปลงจากการขาดสารอาหารกลายเป็นการได้รับสารอาหารบางชนิดมากเกินและขาดสมดุล แต่ไม่ว่าจะเป็นการได้รับสารอาหารมากหรือน้อยก็ตาม ทั้งสองประเภทนี้ก็จัดเป็นภาวะทุพโภชนาการทั้งสิ้น เนื่องจากส่งผลกระทบในทางลบให้แก่สุขภาพของประชากร

ต่อมาเมื่อความรู้ทางด้านพันธุกรรมเพิ่มมากขึ้น พร้อมกับความเข้าใจในเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างสารอาหาร พันธุกรรมและการเกิดโรคภัยบางชนิด โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวข้องกับสารอาหารและขบวนการเผาผลาญอาหารในร่างกาย ซึ่งมีสาเหตุมาจากความผิดปกติทางพันธุกรรม หรืออิทธิพลของสารอาหารบางชนิดที่มีต่อการแสดงออกทางพันธุกรรม จึงเป็นที่มาให้เกิดแนวคิดที่จะศึกษาวิธีการบริโภคอาหารให้เหมาะสมกับพันธุกรรมของแต่ละคน เพื่อลดหรือหลีกเลี่ยงการเกิดโรคซึ่งมีสาเหตุเกี่ยวข้องกับความผิดปกติทางพันธุกรรมและแสดงอาการ

ออกมาเมื่อได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมเช่นการบริโภคอาหารบางชนิดมากหรือน้อยเกินไป รวมทั้งศึกษาปัญหาจากการบริโภคอาหารบางชนิดที่อาจทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรมด้วย

ตัวอย่างของสารอาหารบางชนิดที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการแสดงออกทางพันธุกรรม ได้แก่ กรดไขมัน ธาตุเหล็ก ซีลีเนียม และสารบางชนิดที่เป็นผลจากสารอาหารที่ได้จากการบริโภค เช่น สารในกลุ่มไอโคซานอยด์ (eicosanoids) ซึ่งทำงานคล้ายฮอร์โมนในร่างกาย หรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการปรุงอาหาร เช่น heterocyclic amines ที่เกิดในเนื้อสัตว์ที่ปรุงสุก หรือแม้แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการเผาผลาญของแบคทีเรียที่อยู่ในทางเดินอาหารและลำไส้ของมนุษย์ เช่น กรดไขมันสายสั้นๆ เป็นต้น[13]

ข้อมูลที่จะกล่าวต่อไปในบทนี้ จะเน้นและทบทวนความเข้าใจในเรื่องที่เกี่ยวกับพันธุกรรม และความสัมพันธ์ระหว่างอาหาร พันธุกรรม และสุขภาพ



รูปภาพที่ 1 โครโมโซมและดีเอ็นเอ เป็นแหล่งข้อมูลทางพันธุกรรมซึ่งเรียกว่า จีโนม (genome)

ความรู้เกี่ยวกับพันธุกรรมและวิธีศึกษา

ข้อมูลทางพันธุกรรมซึ่งถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่รุ่นลูกและส่งต่อไปยังรุ่นหลาน ซึ่งมีผลทำให้ได้ลักษณะและคุณสมบัติที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกันในครอบครัวหรือตระกูลเดียวกันนั้นจะถูกกำหนดโดยเก็บไว้ในชีวโมเลกุลที่เรียกว่า กรดนิวคลีอิค (nucleic acid) ชนิดดีเอ็นเอ ซึ่งมีส่วนประกอบย่อยที่ชื่อว่านิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ชีวโมเลกุลดังกล่าวจะมีส่วนประกอบหลักสำคัญ 3 ชนิดคือ น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอมที่เรียกว่าเพนโตส หมู่ฟอสเฟต และสารประกอบ

ชนิดที่เรียกว่าเบส โดยเบสดังกล่าวจะแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือไพรีน (pyrine) และไพรีมีดีน (pyrimidine) โดยข้อมูลหรือลักษณะที่ถูกถ่ายทอดหรือส่งต่อนั้น จะอยู่ในรูปของลำดับของเบสที่เป็นส่วนประกอบของโมเลกุลนิวคลีโอไทด์ที่อยู่บนสายดีเอ็นเอ สายดีเอ็นเอดังกล่าวก็คือโครงสร้างหลักของโครโมโซมทั้ง 23 คู่ที่เป็นส่วนของการเก็บรหัสซึ่งใช้ในการกำหนดและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมจากพ่อแม่สู่รุ่นลูก ซึ่งโครโมโซมทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ในนิวเคลียส ซึ่งอยู่ในเซลล์อีกทีหนึ่ง ข้อมูลทางพันธุกรรมนี้ก็คือการจัดลำดับของเบสแต่ละชุด ที่ใช้ในการกำหนดลักษณะแต่ละลักษณะ โดยเบสแต่ละชุดนั้นก็คือยีนนั่นเอง โดยข้อมูลที่อยู่บนยีนจะถูกถอดรหัสและรหัสนั้นจะถูกแปลต่อ จนได้โครงสร้างของโปรตีนที่มีความจำเพาะกับรหัสดังกล่าว ซึ่งโปรตีนนั้นก็จะมีคุณสมบัติเฉพาะ เพื่อถูกนำไปใช้งานเพื่อแสดงลักษณะในเรื่องที่กำหนดเท่านั้น เช่น เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างของอวัยวะใดอวัยวะหนึ่ง หรือเป็นเอนไซม์ที่ใช้เร่งปฏิกิริยาใดปฏิกิริยาหนึ่ง [11]

รหัสที่อยู่บนยีน จะปิดหรือเปิดได้ตามสัญญาณที่ได้จากกระบวนการเมตะบอลิสม์ (Metabolism) ซึ่งส่งมายังนิวเคลียส เช่น ฮอร์โมน หรือจากปัจจัยภายนอก ดังเช่น อาหารซึ่งมีอิทธิพลมากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวกระตุ้นอื่นที่มาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก

จีโนม (genome) หรือข้อมูลบนสายดีเอ็นเอทั้งหมด มีความสำคัญมากสำหรับสิ่งมีชีวิตเพราะเป็นเสมือนผู้กำหนดโชคชะตาทั้งหลาย รวมทั้งการเจริญเติบโต การรอดชีวิต และลักษณะที่ตกทอดไปสู่ลูกหลาน โครงการจีโนมของมนุษย์ (Human Genome Project) เป็นโครงการความร่วมมือทางชีววิทยาที่ใหญ่ที่สุดในโลก ซึ่งนำไปสู่การค้นพบลำดับของเบสที่เป็นรหัสทางพันธุกรรมมากกว่า 3 พันล้านหน่วย ขั้นตอนต่อไปก็คือ การพยายามแยกแยะลำดับของรหัสเหล่านั้น ว่าส่วนไหนรับผิดชอบลักษณะหรือการแสดงออกแบบใด แม้ว่าข้อมูลบางส่วนจะเริ่มได้รับการค้นพบแล้วก็ตาม แต่ยีนส่วนใหญ่ก็ยังเป็นปริศนาอยู่ มีการประมาณว่าในเซลล์ต่างๆ ของมนุษย์น่าจะมียีนอยู่ถึงสามหรือสี่หมื่นยีน ลำดับของเบสบนยีนที่มีหน้าที่คล้ายกันของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะคล้ายคลึงกัน และอยู่บนตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันของโครโมโซม และถ้าเป็นสิ่งมีชีวิตที่คล้ายกัน เช่น ข้าวสาลีและข้าวเจ้า ก็จะมีส่วนของยีนและลำดับบนโครโมโซมที่เหมือนกัน แม้ว่ายีนของข้าวสาลีจะมีมากกว่าข้าวเจ้าถึง 40 เท่า ในส่วนของจีโนมของสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปนั้นนอกจากจะพบยีน ซึ่งเป็นส่วนที่กำหนดลักษณะการแสดงออกต่างๆ แล้ว ก็ยังพบส่วนที่ไม่แสดงออกถึง 90-95% ของดีเอ็นเอทั้งหมดที่พบในคน ซึ่งบริเวณเหล่านั้นจะเรียกว่า ดีเอ็นเอขยะ (Junk DNA) แต่ในอนาคตอาจมีการศึกษาเพิ่มมากขึ้น และอาจจะพบบทบาทของยีนเหล่านี้ ก็คงจะต้องเปลี่ยนชื่อเรียกเป็นอย่างอื่นให้เหมาะสมต่อไป [13, 14]

การเปลี่ยนแปลงของยีนอาจเกิดขึ้นได้ เช่น ในช่วงเวลาที่มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากพ่อแม่สู่ลูก ซึ่งปรากฏการณ์นั้นจะเรียกว่าการผ่าเหล่า (mutation) ซึ่งบางครั้งก็ทำให้ได้ลักษณะที่ดีกว่าเดิมหรือเลวกว่าเดิม เช่น ทำให้การเจริญเติบโตลดลง เจ็บป่วยง่าย หรือตายเร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปัจจุบันมีความรู้เกี่ยวกับข้อมูลทางพันธุกรรมเพิ่มมากขึ้น และมีการใช้เทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม เพื่อให้ได้ลักษณะหรือการแสดงออกตามต้องการ ซึ่งวิธีการเหล่านี้รวมเรียกว่าการปรับเปลี่ยนทางพันธุกรรม (genetic modification)[15]

การปรับเปลี่ยนทางพันธุกรรม (genetic modification) คือเทคนิคการปรับปรุงยีนโดยการเอาออก ปรับเปลี่ยน หรือเติมยีนของสิ่งมีชีวิตเพื่อให้ได้รหัสของดีเอ็นเอแบบใหม่ (บางครั้งเรียกว่า genetic engineering หรือ gene technology) กระบวนการเหล่านี้อาจจะทำโดยใช้ยีนของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันหรือชนิดเดียวกัน เพื่อให้การแสดงออกของยีนเปลี่ยนไปหรือเพิ่มขึ้น เทคโนโลยีการปรับปรุงยีนนี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมาก โดยเฉพาะในเรื่องของการเพิ่มผลผลิตทางเกษตรกรรม [5, 15]

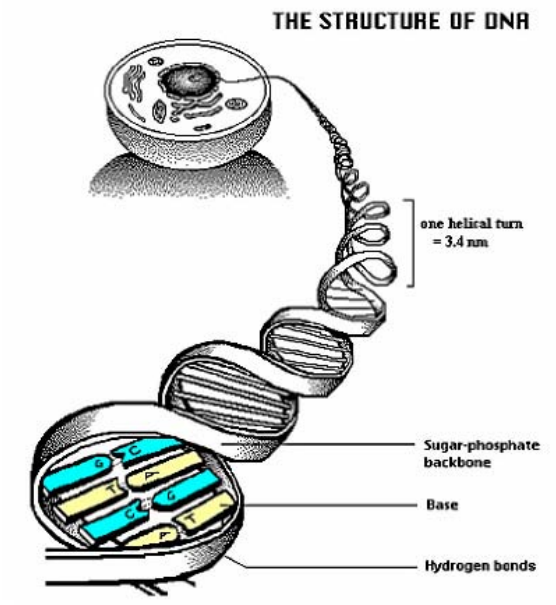
เทคโนโลยีการปรับปรุงยีนนี้มิใช่แต่เฉพาะการเพิ่มเติมหรือตัดลดยีน แต่อาจเป็นการ “ปิดสวิทช์” การทำงานของยีน โดยเติมส่วนที่เรียกว่าแอนตี้เซ้นส์ (antisense) ของยีนเข้าไป ดังเช่น ในปัจจุบันกำลังมีความพยายามศึกษาการแก้ปัญหาการแพ้อาหาร เนื่องจากส่วนประกอบของโปรตีนในอาหารเป็นสาเหตุ โดยใช้วิธีการนี้อยู่ [5, 18]

เทคโนโลยีใหม่ที่กำลังได้รับความสนใจและนำมาใช้เพื่อศึกษาเรื่องยีน หน้าที่ของแต่ละยีน และการปรับปรุงยีน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับยีนของมนุษย์ (human genome) หรือยีนของสิ่งมีชีวิตอื่น จะถูกเรียกโดยการเติมคำว่า “-omics” อยู่ข้างท้าย โดยเรียกเป็นกลุ่มใหญ่ก็คือ ไบโอมิกส์ (Biomics) และจำแนกต่อไปเป็น จีโนมิกส์ (Genomics) ทรานส์คริปโตมิกส์ (Transcriptomics) โปรติโอมิกส์ (Proteomics) และเมตาโบโลมิกส์ (Metabolomics)[4, 6] ซึ่งจะกล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาระบบของสิ่งมีชีวิต (Biomics Technology)

ในปี ค.ศ. 1989 โครงการศึกษารหัสพันธุกรรมของมนุษย์ (Human Genome Project: HGP) ได้ก่อกำเนิดขึ้น ในลักษณะที่เป็นโครงการที่ทำการศึกษาโดยนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลก โดยการใช้ความพยายามที่จะเพิ่มปริมาณ และศึกษาการจัดเรียงลำดับของยีนของมนุษย์ทั้งหมด 3.2 กิกะเบส (Gigabase : Gb) ในระยะเวลา 15 ปี โครงการยิ่งใหญ่นี้ได้ประสบผลสำเร็จและจบลงในปี 2003 และทำการตีพิมพ์ข้อมูลเกี่ยวกับลำดับของยีนมนุษย์ที่สมบูรณ์ที่สุด โดยมีอัตราความผิดพลาดน้อยกว่าหนึ่งในหมื่นเบส[6]

ในโครงการศึกษารหัสพันธุกรรมของมนุษย์ครั้งนี้ ได้มีการพยายามพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ ขึ้น รวมทั้งการใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยเพื่อให้ขั้นตอนของวิธีการต่างๆ สะดวก ย่นย่อ หรือสามารถทำได้โดยใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งหากขาดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เหล่านี้เข้ามาช่วยโครงการนี้ก็คงจะไม่สามารถประสบผลสำเร็จได้ ซึ่งพัฒนาการทางเทคโนโลยีในครั้งนี้ทำให้มีวิธีการใหม่ๆ ซึ่งมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถวิเคราะห์หรือศึกษาการแสดงออกของยีนพร้อมกันทีละหลายพันยีนได้



รูปภาพที่ 2 โครงสร้างของดีเอ็นเอ ซึ่งประกอบด้วยคู่นิวคลีโอไทด์จำนวนมากที่เรียงลำดับเป็นรหัสพันธุกรรม

จีโนมิกส์ (Genomics) เป็นการศึกษาแบบองค์รวมในเรื่องที่เกี่ยวกับพันธุกรรม โดยการรวบรวมการศึกษาลำดับของนิวคลีโอไทด์ทั้งหมดตั้งแต่โครงสร้างของยีน ลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่มีหน้าที่ควบคุมการแสดงออกของยีน รวมทั้งส่วนของดีเอ็นเอที่อยู่บนโครโมโซมและไม่มีการแสดงออกด้วย จีโนมิกส์จะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ดีเอ็นเอ โดยจะเน้นที่ความแตกต่างของรหัสพันธุกรรมหรือยีนของแต่ละคน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับลักษณะหรือการแสดงออกที่แตกต่างกัน[8]

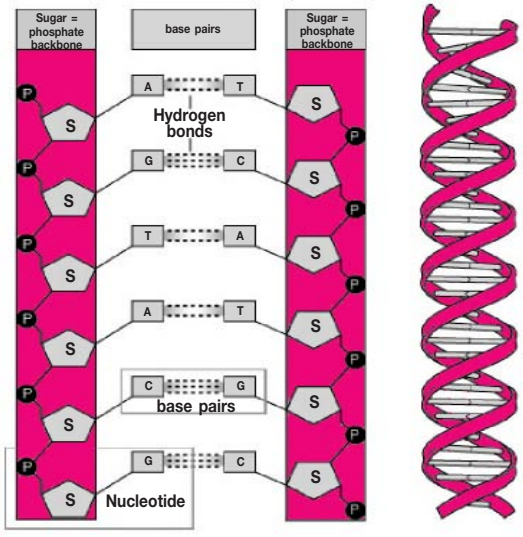
การศึกษาในด้านนี้เริ่มมีขึ้นตั้งแต่ช่วง 20-30 ทศวรรษก่อน โดยมีความพยายามที่จะศึกษาพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของยีนที่มีการแสดงออกเกี่ยวกับหน้าที่ต่างๆ (functional genes) นักวิทยาศาสตร์กลุ่มแรกๆ ที่เริ่มศึกษาเกี่ยวกับยีนที่กำหนดการแสดงออกเป็นโปรตีนที่มีบทบาทการทำหน้าที่ที่ชัดเจนในสิ่งมีชีวิต ได้แก่ Walter Fiers

จากมหาวิทยาลัยเก้นท์ ในประเทศเบลเยี่ยม ได้ทำการศึกษายีนของไวรัสที่ใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนที่ใช้ห่อหุ้มตัวไวรัสชนิดแบคทีรีโอฟาจ เอ็มเอสทู (Bacteriophage MS2) หลังจากนั้นในปี 1976 คณะวิจัยกลุ่มนี้ก็ได้ศึกษาหาลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่ใช้ในการถอดรหัสและแปลรหัสของยีนส์ดังกล่าวได้อย่างสมบูรณ์ และในปี 1977 Frederick Sanger และคณะก็ได้ประสบความสำเร็จในการศึกษาลำดับของเบสทั้งหมดบนดีเอ็นเอของไวรัสชนิดแบคทีรีโอฟาจ Φ-X174 (Bacteriophage Φ-X174) ซึ่งมีถึง 5,368 คู่เบส หลังจากนั้นในปี 1995 ก็ได้มีการศึกษาลำดับของเบสของเชื้อไข้หวัด *(Haemophilus influenza)* ซึ่งมีถึง 1.8 ล้านคู่เบสได้สำเร็จและตั้งแต่นั้นมาการศึกษาลำดับของเบสบนยีนก็สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว และที่สำคัญสูงสุดก็คือยีนของมนุษย์ที่ได้ทำการศึกษาได้อย่างสมบูรณ์ในช่วงต้นศตวรรษที่ 21 [5, 8]

เมื่อสรุปถึงมกราคม ปี 2005 ได้มีการศึกษาพันธุกรรมอย่างสมบูรณ์ของไวรัสมากกว่าพันชนิด แบคทีเรียประมาณ 220 ชนิด และเซลล์ยูคารีโอตอีก 20 กว่าชนิด ซึ่งมากกว่าครึ่งของกลุ่มนี้จะเป็นพวกฟังไจ ในกรณีของแบคทีเรียที่มีการศึกษา ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นพวกแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค อย่างเช่น เชื้อไข้หวัด ที่ได้กล่าวถึงในตอนแรก นอกจากนั้นสิ่งมีชีวิตที่ถูกเลือกมาศึกษาก็มักจะเป็นสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นต้นแบบ เนื่องจากสามารถนำมาศึกษาได้โดยง่าย ตัวอย่างเช่น ยีสต์แซคคาโรไมซิส ซิริวิซิเอ *(Saccharomyces cerevisiae)* ซึ่งถูกใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาเซลล์ยูคาริโอตมานาน ส่วนตัวแทนที่ดีของพืช ก็ได้แก่ พืชตระกูล อาราบิดอปซิส *(Arabidopsis thaliana)* เป็นต้น [4, 6]

ในการศึกษาเรื่องพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ นั้น ถ้ามีการค้นพบลำดับของดีเอ็นเอใดในสมาชิกของสายพันธุ์นั้นอย่างสม่ำเสมอ ก็แสดงว่าลำดับของดีเอ็นเอนั้นถูกเลือกให้เก็บรักษาไว้เพื่อเป็นประโยชน์แก่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้น และดีเอ็นเอนั้นจะต้องมีบทบาทที่เกี่ยวกับหน้าที่ที่สำคัญของสายพันธุ์นั้นจึงได้มีการอนุรักษ์ไว้ เช่น เป็นดีเอ็นเอที่เก็บรหัสของโปรตีนที่สำคัญหรือรหัสที่ใช้ในการควบคุมการแสดงออกที่สำคัญ แต่บางครั้งก็พบว่ารหัสเหล่านั้นใช้ในการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกชนิด small RNA (sRNA) ซึ่งยังไม่ทราบบทบาทที่แท้จริงในสิ่งมีชีวิต [5, 6]

การจำแนกลำดับที่คล้ายกันของยีนหลายชนิดในสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกัน แต่ไม่ใช่สายพันธุ์เดียวกันโดยตรง นำไปสู่ทฤษฎีของการถ่ายทอดยีนตามแนวนอน ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวพบมากในแบคทีเรีย และมียีนหลายยีนของแบคทีเรียที่พบได้ในนิวเคลียสของเซลล์ยูคาริโอต และในส่วนของไมโตคอนเดรียและพลาสติก เช่น คลอโรพลาสต์ ซึ่งมีทฤษฎีที่กล่าวถึงว่าออร์กาแนลเหล่านี้เป็นส่วนของแบคทีเรียที่มาอาศัยอยู่ในเซลล์ยูคาริโอตจนกลายเป็นส่วนของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ไปในที่สุด [4, 5, 6]



รูปภาพที่ 3 การจับคู่เบสระหว่างเกลียวคู่ของโมเลกุลดีเอ็นเอ

ทรานส์คริปโตมิกส์ (Transcriptomics) เป็นการศึกษากิจกรรมของยีนทั้งหมดในการตอบสนองต่อสภาวะที่เปลี่ยนแปลง และที่สำคัญก็คือการศึกษาการแสดงออกของยีน ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่า ยีน คือ ลำดับของเบสบนดีเอ็นเอที่มีหน้าที่ถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม ให้ได้ลักษณะหรือหน้าที่อย่างหนึ่งของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ในการถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมนั้น ดีเอ็นเอจะถอดรหัสเป็นกรดนิวคลีอิคอีกชนิดหนึ่ง คือ เมสเซ็นเจอร์อาร์เอ็นเอ หรือ เอ็มอาร์เอ็นเอ (messenger RNA, mRNA) โดยลำดับของเบสบนเอ็มอาร์เอ็นเอที่ได้รับการถอดรหัสจากดีเอ็นเอนั้นจะต้องเป็นคู่เฉพาะกับเบสบนดีเอ็นเอที่เป็นแม่แบบเท่านั้น ดังนั้นข้อมูลจำเพาะที่อยู่บนดีเอ็นเอก็จะถูกถ่ายทอดให้กับเอ็มอาร์เอ็นเอที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ [3]

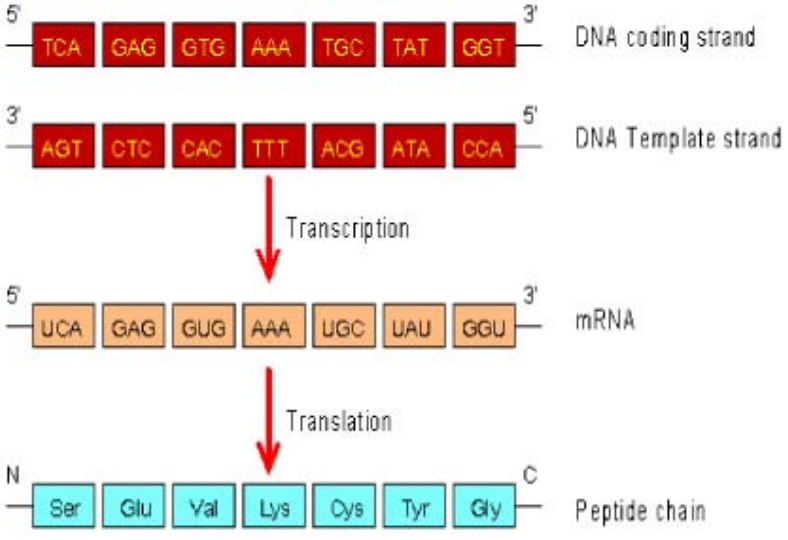
ในขั้นตอน**ทรานส์คริปโตมิกส์ (Transcriptomics)** นี้จะเป็นการเน้นการวิเคราะห์ปริมาณเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) เพื่อจะวัดระดับของการแสดงออกของยีนทั้งหมดหรือบางส่วน โดยขึ้นกับปริมาณของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) ที่มีอยู่ในตัวอย่างนั้นๆ ดีเอ็นเออาร์เรย์ (DNA array) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในปัจจุบันที่สามารถวัดการแสดงออกของยีนได้ถึง 50,000 โมเลกุลของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) และสามารถตรวจวัดได้ถึง 10 ตัวอย่างต่อวัน

นอกจากนั้น ในปัจจุบันเซลล์ที่ได้รับความสนใจและมีการศึกษาค่อนข้างมาก คือ เซลล์ต้นกำเนิด (stem cells) และเซลล์มะเร็ง เนื่องจากในเซลล์ที่ต่างชนิดกันอาจจะมีการแสดงออกที่แตกต่างกันแม้ว่าจะเป็นยีนชนิดเดียวกัน และการแสดงออกที่ต่างกันเพียงเล็กน้อยของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) อาจจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมากมายในระดับที่มีการแปลรหัส

สังเคราะห์เป็นโปรตีน และยังได้มีการพยายามพัฒนาเทคนิคที่ใช้ศึกษาการทำงานแบบร่วมกันของยีนหลายยีนเปรียบเทียบกับการทำงานของยีนเดี่ยวในเซลล์ที่ต่างชนิดกัน โดยยีนเหล่านั้นจะทำงานควบคุมกันเองทั้งทางด้านส่งเสริมหรือยับยั้ง [20]

นอกจากนั้นยังพบว่าปริมาณของโปรตีนที่สังเคราะห์ได้ไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ ปริมาณของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) แต่จะขึ้นกับความสามารถของลำดับของเบสที่ทำหน้าที่ เป็นตัวกระตุ้น (promoter) ให้เกิดการแปลรหัส การแปลรหัสก็คือการที่เอ็มอาร์เอ็นเอจะถ่ายทอด ข้อมูลทางพันธุกรรมที่ได้มาจากดีเอ็นเอแม่แบบให้กลายเป็นโปรตีน ลำดับของเบสบนเอ็มอาร์เอ็นเอ จะเป็นตัวกำหนดชนิดของกรดอะมิโนที่จะถูกนำมาเรียงต่อกันให้กลายเป็นโมเลกุลของโปรตีน ลำดับ และจำนวนของกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่จะเป็น ปัจจัยหลักในการกำหนดชนิดและหน้าที่ของโปรตีนที่สังเคราะห์ได้นั่นเอง จึงกล่าวได้ว่า มันจะ ทำหน้าที่ในการคัดเลือกไรโบโซมมาเกาะและเริ่มการแปลรหัสและสังเคราะห์โปรตีน [5]

อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีหรือเครื่องมือที่สร้างขึ้นก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของความไวในการวิเคราะห์และการประมวลผล ซึ่งทำให้ต้องแปลผลที่ได้อย่างระมัดระวัง ก่อนที่จะนำข้อมูลที่ได้มาใช้ต่อไป

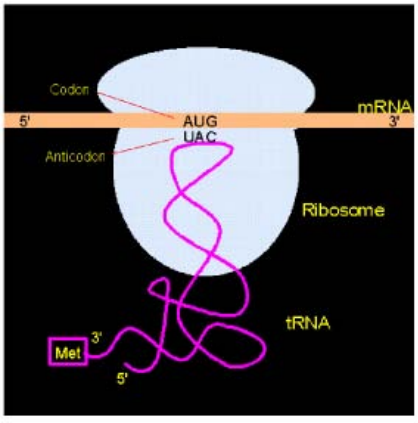


รูปภาพที่ 4 แผนผังแสดงการแปลและการถ่ายทอดรหัสพันธุกรรมจากดีเอ็นเอสู่อาร์เอ็นเอและสู่โปรตีน

โปรติโอมิกส์ (Proteomics) เป็นการศึกษาเรื่องที่เกี่ยวกับโปรตีนที่อยู่ในสิ่งมีชีวิตทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องของโครงสร้างและหน้าที่ เนื่องจากข้อมูลทางพันธุกรรมที่อยู่ในรูปของยีนนั้นค่อนข้างจะคงที่มากกว่าเมื่อเทียบกับผลผลิตโปรตีนที่ได้จากการถอดและแปลรหัสทางพันธุกรรมนั้น เนื่องจากว่าโปรตีนเป็นผลผลิตที่อาจได้รับผลกระทบจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง

รหัสทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งการแสดงออกของโปรตีนแต่ละชนิดในแต่ละส่วนของร่างกายอาจแตกต่างกัน และขณะเดียวกันการแสดงออกนั้นก็อาจแตกต่างกันได้ในช่วงอายุหรือการมีสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน [5]

ร่างกายมนุษย์อาจมีโปรตีนแตกต่างกันมากกว่าสองล้านชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีหน้าที่แตกต่างกัน โปรติโอมิกส์จึงเป็นการศึกษาส่วนประกอบ โครงสร้าง หน้าที่ และการทำปฏิกิริยาของโปรตีนซึ่งเป็นการกำหนดกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ของสิ่งมีชีวิตนั้น และเนื่องจากโปรตีนมีหน้าที่หลักในการทำงานต่างๆ ของร่างกาย โปรตีนจึงมีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด นักวิทยาศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับการศึกษาโปรตีน และพบว่าการถอดรหัสดีเอ็นเอนั้นให้ภาพคร่าวๆ ของการสังเคราะห์โปรตีนเท่านั้น เนื่องจากอาจมีการสังเคราะห์เอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) จำนวนมาก แต่ก็สามารถสลายไปได้อย่างรวดเร็วเช่นเดียวกัน หรืออาจมีการแปลรหัสอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ปริมาณโปรตีนที่สังเคราะห์ได้ไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับรหัสพันธุกรรมที่มีอยู่ แต่ขณะเดียวกันการแปลงโปรตีนหลังจากที่แปลรหัสแล้ว (post-translational modifications) สามารถส่งผลกระทบโดยตรงต่อสายเปปไทด์หรือโปรตีนที่ได้จากการแปลรหัส ทำให้โปรตีนเหล่านั้นสามารถทำงานได้ อย่างเช่น การเติมหมู่ฟอสเฟต (phosphorylation) หรือการเติมคาร์โบไฮเดรต (glycosylation) ลงในโมเลกุลของโปรตีนนั้น และบางครั้งปฏิกิริยาเหล่านี้ทำให้ได้โปรตีนเพิ่มขึ้นอีกหลายชนิดจากการถอดและแปลรหัสในชุดเดียวกัน และสายโพลีเปปไทด์ ซึ่งเป็นการนำกรดอะมิโนมาต่อเชื่อมกันเหล่านั้นก็อาจรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่หลายโมเลกุล และมีการแสดงออกของหน้าที่แตกต่างกันไป ได้มีการค้นพบว่ามนุษย์อาจมียีนอยู่แค่ประมาณ 20,000-25,000 ยีน แต่มีโปรตีนเป็นล้านชนิด การศึกษาโปรตีนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง และจากข้อมูลที่ได้ทำให้สามารถใช้โปรตีนบางชนิดเป็นตัวบ่งชี้ (biomarker) ของโรคบางชนิดได้อีกด้วย [5, 6, 11]



รูปภาพที่ 5 การสังเคราะห์โปรตีนบนไรโบโซมโดยอาศัย ทีอาร์เอ็นเอ

เมตาโบโลมิกส์ (Metabolomics) เป็นการศึกษาเมตาบอไลท์ (metabolites) หรือสารประกอบที่ผลิตขึ้นทั้งหมดในสิ่งมีชีวิตจากกระบวนการทางเคมีของสิ่งมีชีวิต (metabolism) รวมทั้งการตรวจสอบการควบคุมกระบวนการเมตาบอลิซึ่ม (metabolic regulation) และการไหลเวียนของเมตาบอไลท์ (metabolites) ที่เกิดขึ้นในแต่ละเซลล์หรือเนื้อเยื่อ เพื่อเป็นการตอบสนองอย่างจำเพาะเจาะจงต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น

ข้อมูลที่ได้จากเมตาโบโลมิกส์ (Metabolomics) แสดงถึงผลที่ได้จากการแสดงออกของยีน โปรตีนที่สังเคราะห์ได้ ไปจนถึงผลผลิตที่เกิดจากขบวนการเมตาบอลิซึ่มที่เกิดกับโปรตีนเหล่านั้น ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะเป็นตัวที่บอกถึงสภาวะที่เกิดขึ้นในเซลล์ ในการที่จะเข้าใจถึงสิ่งที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งนั้นจะต้องนำข้อมูลที่ได้จากทรานสคริปโตมิก (Transcriptomic) โปรติโอมิก (Proteomic) และเมตาโบโลมิก (Metabolomic) มาประมวลเข้าด้วยกัน [13, 14, 15]

เมตาโบโลมิกส์ได้รับความสนใจครั้งแรกในราวปี 1970 โดย อาร์เธอร์ โรบินสัน (Arthur Robinson) ซึ่งในขณะนั้นเป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์อยู่ที่ภาควิชาเคมีของมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียแห่งซานดิเอโก ได้นำแนวคิดของไลนัส พอลลิ่ง (Linus Pauling) ที่ว่าความแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิต อธิบายได้โดยใช้พื้นฐานของความต้องการอาหารที่ต่างกัน และเขาได้ทำการวิเคราะห์สารในปัสสาวะของคนไข้ที่ได้รับวิตามินบี 6 โดยเทคนิคการแยกสารที่ผสมอยู่ด้วยกันออกจากกันที่เรียกว่าเทคนิคโครมาโตกราฟี โดยตระหนักว่าสารเคมีจำนวนร้อยหรือพันเหล่านั้นมีข้อมูลที่สำคัญอย่างมากของขบวนการที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย และได้ทำการตีพิมพ์ผลงานดังกล่าวร่วมกับไลนัส พอลลิ่ง และได้นำข้อมูลที่ได้เหล่านั้นมาจำแนกโรค สภาวะ และสิ่งที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ โรบินสัน คาดหวังว่าการใช้ของเหลวในร่างกาย (body fluid) มาวิเคราะห์ จะสิ้นเปลืองน้อย แต่ได้ข้อมูลมาก และสามารถตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของขบวนการในร่างกายได้ ยี่สิบปีหลังจากผลงานของโรบินสัน ทำให้นักวิทยาศาสตร์หันมาสนใจในการศึกษาข้อมูลดังกล่าว และเป็นที่มาของคำว่า “เมตาโบโลมิกส์” และได้มีการตีพิมพ์งานวิจัยโดยใช้คำว่า “เมตาโบโลม” (Metabolome) เป็นครั้งแรกในปี 1998 โดยโอลิเวอร์ เอส เจ และคณะ [13, 15]

นอกจากนั้นบางครั้งยังมีการใช้คำว่า เมตาโบโนมิกส์ (Metabonomics) ซึ่งให้ความหมายคล้ายเมตาโบโลมิกส์ (metabolomics) แต่จะครอบคลุมระบบที่มีความสลับซับซ้อนมากกว่า โดยจะทำการตรวจหาชีวโมเลกุลและการควบคุมหน้าที่ต่างๆในร่างกายทั้งหมดของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการศึกษา โดยทำการวิเคราะห์จากเนื้อเยื่อและของเหลว (biofluids) ต่างๆ ที่อยู่ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้น โดยนิยมใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เอ็นเอ็มอาร์ สเปคโตรสโคปี (NMR spectroscopy) ในการศึกษา ในขณะที่เมตาโบโลมิกส์ (metabolomics) จะใช้เทคนิคของแมสสเปคโตรเมตรี (mass spectrometry) เพื่อศึกษา [13, 14, 15]

ไบโออินฟอร์มาติกส์ (bioinformatics) เป็นความรู้หรือแหล่งข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งตอบสนองความต้องการอย่างมหาศาลในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลทางชีวภาพ ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดการข้อมูลต่างๆ เพื่อความรู้ทางด้านชีววิทยาและการแพทย์สมัยใหม่

ไบโออินฟอร์มาติกส์ (bioinformatics) เป็นการประยุกต์โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และแปลผลของข้อมูลต่างๆ ทางด้านชีววิทยา (Computational biology) ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เนต ข้อมูลที่ได้จากโครงการการศึกษาเกี่ยวกับยีนของมนุษย์กลายเป็นข้อมูลที่สำคัญ และกลายเป็นหลักใหญ่ในการพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลส่วนใหญ่ได้อย่างรวดเร็วและแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้งานได้โดยง่ายโดยบุคคลทั่วไป ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ซึ่งหัวใจหลักของข้อมูล ก็คือ การวิเคราะห์ลำดับของดีเอ็นเอและโปรตีน เว็บไซต์ซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายคือ www.ncbi.nlm.nih.gov ซึ่งข้อมูลในเว็บไซต์นี้จะเน้นการค้นหาฐานข้อมูลของยีน ที่มีโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งช่วยให้สามารถเปรียบเทียบลำดับของดีเอ็นเอและกรดอะมิโน กับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลนี้ โดยใช้หลักการของความคล้ายคลึงที่มากที่สุด [4, 6]

เว็บไซต์ที่สำคัญอีกเว็บหนึ่ง ก็คือ www.ensembl.org ซึ่งเป็นของสถาบัน European Bioinformatics ได้รวบรวมข้อมูลของยีนและโปรตีนของสิ่งมีชีวิตที่ได้มีการศึกษาไว้แล้วทั้งหมดเพื่อใช้ประโยชน์ทั้งในทางการแพทย์และโภชนาการ

ข้อมูลไบโออินฟอร์มาติกส์ (bioinformatics) นี้จะมีส่วนช่วยอย่างมาก ในการจำแนกยีนที่มีความเสี่ยงที่จะเข้าไปเกี่ยวข้องกับขั้นตอนในการเกิดโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ โดยยีนเหล่านี้จะได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมหรือปัจจัยทางโภชนาการ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเอื้อประโยชน์ในการนำไปสู่การรักษา ดังเช่น งานวิจัยล่าสุดได้แสดงให้เห็นถึงการค้นพบยารักษามะเร็ง ซึ่งสามารถขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีนที่ผิดปกติในผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งในเม็ดโลหิตขาวได้ โดยการใช้ความสามารถในการจำแนกตัวบ่งชี้ที่จำเพาะของโรคดังกล่าว [6]

ไบโออินฟอร์มาติกส์ เป็นการศึกษาที่ต้องใช้ความรู้จากหลายสาขาวิชามารวมกัน เช่น คณิตศาสตร์ประยุกต์ สถิติ คอมพิวเตอร์ เคมี ชีวเคมี เป็นต้น และนำความรู้เหล่านี้มาใช้เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาทางชีวภาพได้ในระดับโมเลกุล ข้อมูลที่จะได้จากไบโออินฟอร์มาติกส์ ก็คือ รหัสพันธุกรรม ส่วนประกอบของยีน โครงสร้างโปรตีน การแสดงออกของยีน การทำงานระหว่างโปรตีน เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับไบโออินฟอร์มาติกส์ ได้แก่

1) การวิเคราะห์ลำดับของยีน (sequence analysis) เป็นการศึกษาลำดับของดีเอ็นเอ โดยเฉพาะยีนที่มีรหัสของโปรตีน ข้อมูลของยีนของสิ่งมีชีวิตมากกว่าพันชนิด โดยที่มีนิวคลีโอไทด์ที่เกี่ยวข้องมากกว่าพันล้านนิวคลีโอไทด์ และยังช่วยให้สามารถหาข้อมูลของยีนได้โดยอัตโนมัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งลำดับของเบสที่มีข้อมูลทางพันธุกรรม เช่น การควบคุม หรือผลิตโปรตีนบนสายดีเอ็นเอนั้น ไม่ใช่ทุกนิวคลีโอไทด์จะมีข้อมูลทางพันธุกรรม เพราะบางส่วนก็ไม่มี ซึ่งเราเรียกว่าดีเอ็นเอขยะ (Junk DNA) [4, 13, 15]

2) การบ่งชี้ตำแหน่งของยีนและลักษณะทางชีวภาพ (genome annotation) โดยทำการกำหนดตำแหน่งของยีนบนสายดีเอ็นเอ ซอฟต์แวร์แรกที่ทำการกำหนดตำแหน่งยีนได้ผลิตขึ้นครั้งแรกในปี 1995 โดยโอเวน ไวท์ ซึ่งเป็นหนึ่งในทีมวิจัยแรกที่ทำการจัดลำดับและวิเคราะห์พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตอย่างสมบูรณ์ ซึ่งทำการศึกษายีนของเชื้อไข้หวัด (haemophilus influenza) โดย ดร.ไวท์ ได้ทำการศึกษาลำดับของดีเอ็นเอที่มีรหัสของโปรตีน และอาร์เอ็นเอที่ใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนนั้น และส่วนซึ่งบ่งชี้ลักษณะสำคัญอื่น [4, 15, 18]

3) การศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วยคอมพิวเตอร์ (computational evolutionary biology) เป็นการศึกษาจุดกำเนิดและสิ่งมีชีวิตที่สืบทอดต่อมาของสายพันธุ์ (Species) ต่างๆ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ข้อมูลเหล่านี้ได้ช่วยให้นักชีววิทยาทางด้านวิวัฒนาการ มีโอกาสศึกษาสิ่งต่างๆ มากขึ้นโดยการ

- ติดตามวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ โดยวัดการเปลี่ยนแปลงของดีเอ็นเอมากกว่าการพิจารณาจากลักษณะที่เห็นเพียงอย่างเดียว
- เปรียบเทียบยีนทั้งหมด โดยศึกษาปรากฏการณ์ของวิวัฒนาการ เช่น การเพิ่มจำนวนยีน การถ่ายทอดยีน
- สร้างต้นแบบของกลุ่มประชากรโดยคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการทำนายผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป
- ติดตามข้อมูลของการเพิ่มปริมาณของสายพันธุ์ต่างๆ และสิ่งมีชีวิต [4, 6]

4) การวัดความแตกต่างทางชีวภาพ โดยฐานข้อมูลจะเก็บข้อมูลชื่อของสายพันธุ์ คำอธิบาย การกระจาย ข้อมูลพันธุกรรม สภาวะและขนาดของประชากร และความเกี่ยวข้องระหว่างสายพันธุ์ นอกจากนั้น ยังสามารถเก็บรักษาข้อมูลของสายพันธุ์ที่เป็นอันตรายได้ ถึงแม้ว่าสิ่งมีชีวิตนั้นจะสูญพันธุ์ไปแล้ว [4, 14]

5) การวิเคราะห์การแสดงออกของยีน ซึ่งการศึกษาดังกล่าวนำมาใช้กำหนดยีนที่ทำให้เกิดความผิดปกติ โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเซลล์ที่ผิดปกติกับเซลล์ปกติ โดยดูจากรหัส ซึ่งเป็นตัวควบคุมการถ่ายทอดทางพันธุกรรม [4, 14]

6) การวิเคราะห์การควบคุม โดยเทคนิคไบโออินฟอร์มาติกส์ จะถูกนำมาใช้ในการสำรวจขั้นตอนต่างๆ ในขบวนการที่เกิดขึ้น เช่น การวิเคราะห์การกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยา และยีนที่เกี่ยวข้อง[6]

7) การวิเคราะห์การแสดงออกของโปรตีน โดยวิเคราะห์โปรตีนและอาร์เอ็นเอที่เกี่ยวข้อง และบางครั้งก็สามารถตรวจพบสายเปปไทด์ที่ไม่สมบูรณ์ในโปรตีนที่ทำการตรวจสอบ [4, 5]

8) การวิเคราะห์การผ่าเหล่าในมะเร็ง โดยนักวิทยาศาสตร์ได้พยายามอย่างมากที่จะศึกษาและจำแนกตำแหน่งยีนที่มีการผ่าเหล่า ซึ่งเป็นต้นเหตุให้เกิดมะเร็ง โดยทำการเปรียบเทียบลำดับของยีนในคนที่ปกติกับคนที่เป็นมะเร็ง รวมทั้งการพิจารณาลักษณะของการแสดงออกต่างๆ ด้วย เช่น การเพิ่มหรือลดนิวคลีโอไทด์ในยีนของโครโมโซมของคนที่เป็นมะเร็ง [17, 20]

9) การทำนายโครงสร้างโปรตีน ก็เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากไบโออินฟอร์มาติกส์ที่สำคัญมากอีกอย่างหนึ่ง โดยลำดับของกรดอะมิโนบนโครงสร้างโปรตีนนั้นสามารถวิเคราะห์ได้ไม่ยากจากรหัสที่อยู่บนยีน และความรู้ในเรื่องโครงสร้าง เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้เข้าใจในหน้าที่ของโปรตีนเหล่านั้น และช่วยในการทำนายโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีนที่ได้ จากยีนที่ไม่รู้จักมาก่อนได้ เช่น ยีน ก มีลำดับเหมือนยีน ข ดังนั้นโปรตีนที่ได้จากยีน ก ก็จะมีโครงสร้างและทำหน้าที่คล้ายหรือเหมือนกับโปรตีนที่ได้จากยีน ข เช่น โปรตีนฮีโมโกลบินของมนุษย์เหมือนกับโปรตีนเลคฮีโมโกลบิน (leghemoglobin) ที่พบในถั่ว ซึ่งทั้งสองทำหน้าที่อย่างเดียวกันคือขนส่งออกซิเจน เป็นต้น [4, 6, 8]

ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรม อาหาร และความเจ็บป่วย

ประมาณ 97% ของโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ ที่พบในมนุษย์ เป็นผลจากความผิดปกติของยีนเพียงตำแหน่งเดียว (monogenic diseases) ซึ่งก็หมายความว่าการผ่าเหล่า (mutation) ของยีนเพียงตำแหน่งเดียวก็มากพอที่จะทำให้เกิดโรคได้ ซึ่งบางกรณีการปรับพฤติกรรมการบริโภค ก็สามารถช่วยป้องกันการแสดงออกของยีนนั้น ทำให้ช่วยป้องกันการเกิดโรคได้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนก็คือ โรคฟีนิลคีโตนูเรีย (phenylketonuria) โดยความผิดปกติทางพันธุกรรมทำให้เกิดความผิดปกติที่เอนไซม์ฟีนิลอลานีน ไฮดรอกซีเลส (Phenylalanine hydroxylase) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนฟีนิลอลานีน (phenylalanine) ให้เป็นไทโรซิน (tyrosine) ผลก็คือ เกิดการสะสมของฟีนิลอลานีน (phenylalanine) ในร่างกาย และขาดไทโรซิน (tyrosine) ทำให้เกิดความผิดปกติในระบบประสาท และพัฒนาการของสมองช้ากว่าปกติ ซึ่งสามารถแก้ไขโดยให้บริโภคอาหารที่จำกัดฟีนิลอลานีน (phenylalanine) และเติมไทโรซิน (tyrosine) ลงไปแทน[4]

แต่โรคบางชนิดก็ไม่ได้เกิดจากความผิดปกติของยีนเพียงตำแหน่งเดียว เช่น โรคอ้วน (obesity) มะเร็ง เบาหวาน และโรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของยีนหลายตำแหน่ง (polygenic diseases) ซึ่งโรคเหล่านี้เกิดจากการทำงานที่ผิดปกติในหลายขั้นตอนและเกี่ยวข้องกับยีนหลายตำแหน่ง การใช้อาหารในการแก้ไขหรือป้องกันโรคดังกล่าวจึงเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและสลับซับซ้อน อย่างไรก็ตาม ได้มีการค้นพบเมื่อไม่นานมานี้ว่าส่วนประกอบในอาหารบางชนิดสามารถส่งผลกระทบโดยตรงต่อการแสดงออกของยีน เช่น ส่งผลต่อการถอดรหัสของยีนหรือหลั่งฮอร์โมนที่รบกวนการถอดรหัสของยีนบางตำแหน่ง [5]

โภชนาการพันธุศาสตร์ (Nutritional genomics)

เป็นวิทยาศาสตร์สาขาใหม่ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมของมนุษย์ (Human genome) กับอาหารและสุขภาพ เมื่อการค้นพบข้อมูลทางพันธุกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นอย่างค่อนข้างสมบูรณ์เมื่อไม่นานมานี้ ทำให้นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยเฉพาะทางด้านสุขภาพ เพื่อให้นำมาซึ่งการมีชีวิตที่ยืนยาวอย่างมีคุณภาพ

โภชนาการพันธุศาสตร์ (Nutritional genomics) สามารถทำการศึกษาได้ใน 2 ลักษณะคือ

1. นูทรีจีโนมิกส์ (Nutrigenomics) เป็นการศึกษาผลกระทบของสารอาหารต่อสุขภาพ โดยอาหารทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับยีน (genome) หรือการสังเคราะห์โปรตีน (proteome) หรือขบวนการทางเคมีต่างๆ ในร่างกาย (metabolome) ซึ่งส่งผลต่อสรีระและการทำงานของระบบต่างๆ ของร่างกาย [13]

การศึกษานี้จะแสดงให้เห็นถึงความสามารถของสารอาหารบางชนิด ที่มีผลต่อการแสดงออกของยีนบางตำแหน่งซึ่งส่งผลไปถึงการสังเคราะห์โปรตีนและกระบวนการ Metabolism โดยการศึกษาดังกล่าวเกิดขึ้นได้เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีซึ่งส่งผลให้มีเครื่องมือหรือเทคนิคใหม่ที่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระดับของยีน ตั้งแต่ขั้นตอนการถอดรหัส (transcriptomics) การสร้างผลผลิต (metabolites) จากขบวนการต่างๆ (metabolomics) ไปจนถึงการสังเคราะห์โปรตีน (proteomics) ได้ ซึ่งเรารวมเรียกวิทยาการทางด้านนี้ว่า Biomics technologies [4]

2. นูทรีจีเนติกส์ (Nutrigenetics) เป็นการศึกษาผลกระทบของพันธุกรรมที่มีความแตกต่างกันในมนุษย์ ซึ่งส่งผลต่อการกินอาหารและทำให้เกิดผลต่อสุขภาพที่แตกต่างกันในแต่ละคน อันเป็นที่มาที่ทำให้สามารถเข้าใจได้ว่า ทำไมบางคนจึงมีปัญหาทางสุขภาพบางอย่างโดยที่คนอื่นไม่มี ทั้งที่มีปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกัน เช่น รับประทานอาหารชนิดเดียวกัน

หรือมีพฤติกรรมการบริโภคเหมือนกัน และข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปสู่การป้องกันการเกิดอาการของโรคบางชนิดได้ [13]

การศึกษาทางด้านนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงผลของความหลากหลายทางพันธุกรรมที่ทำให้เกิดความแตกต่างของการแสดงออกหรือการเกิดโรค เมื่อได้รับสารอาหารที่เหมือนกัน ซึ่งความคาดหวังอันสูงสุดของนักวิทยาศาสตร์ทางด้านนี้ก็ คือ ความสามารถที่จะนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในการกำหนดอาหารที่จำเพาะสำหรับแต่ละบุคคล (personalized nutrition) เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับพันธุกรรมของคนเหล่านั้น ทำให้เมื่อบริโภคแล้วไม่เกิดโรค

ตัวอย่างของการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารอาหารกับการแสดงออกของยีน ก็คือ การศึกษาเรื่องการทำงานของเลปติน (leptin) เรื่องการควบคุมการอดอาหารของหนูทดลองโดยส่วนของไฮโปทาลามัส ผลของอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงต่อการแสดงออกของยีนในเซลล์ตับและในส่วนฮิปโปแคมปัส ผลกระทบของสารต้านอนุมูลอิสระต่อการถอดรหัสในเซลล์กล้ามเนื้อ [3] เป็นต้น

บทบาทของสารอาหารที่มีต่อการแสดงออกทางพันธุกรรม (Nutrients modulate gene expression)

อาหารและการถอดรหัสของยีน (Diet and Gene transcription)

ปัจจัยหลักที่เป็นตัวกำหนดปริมาณโปรตีนคือ อัตราเร็วที่เอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) ถูกสังเคราะห์ขึ้น อัตราเร็วนี้ถูกกำหนดโดยการจับกันของปัจจัยที่ใช้ในการถอดรหัส (Transcription factors) กับส่วนจำเพาะบนสายของดีเอ็นเอ (DNA) ที่อยู่บริเวณปลายด้านที่เรียกว่า 5' [13] นอกจากนั้นอาหารยังสามารถปรับเปลี่ยนการแสดงออกของยีนในเซลล์ ตัวอย่างของสารอาหารที่มีอิทธิพลต่อการถอดรหัสของยีนและส่งผลต่อการผลิตโปรตีนบางชนิด เช่น คอเลสเตอรอล ซึ่งควบคุมโปรตีนชนิดที่ควบคุมการจับตัวของสเตอรอล (Sterol Regulatory Element-Binding Protein-2 :SREBP-2) ซึ่งสารดังกล่าวถูกสร้างมาจากโมเลกุลที่อยู่ในส่วนเยื่อหุ้มของเอ็นโดพลาสมิกเรติกูลั่ม (endoplasmic reticulum) ที่อยู่ในเซลล์ และจะถูกปล่อยออกมาโดยขึ้นกับความเข้มข้นของคอเลสเตอรอล และส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่อยู่ในเอ็นโดพลาสมิก เรติกูลั่ม (endoplasmic reticulum) ถ้าคอเลสเตอรอลและกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงมีอยู่มาก SREBP ก็จะถูกปลดปล่อยออกมาน้อย แต่ถ้าเอ็นโดพลาสมิก เรติกูลั่ม (endoplasmic reticulum) ขาดคอเลสเตอรอลและกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง การปลดปล่อย SREBP ก็จะเพิ่มมากขึ้น SREBP เป็นสารที่สำคัญในการกำหนดการแสดงออกของยีน ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์และเผาผลาญ

คอเลสเตอรอลและไขมันในร่างกาย [8, 9, 19] กรดไขมันก็มีผลต่อการถอดรหัส เช่น ตัวรับชนิดเพอร์รอกซิโซม พรอลิเฟอเรเตอร์ แอคติเวเตด (peroxisome proliferator-activated receptors : PPARs) มีบทบาทสำคัญในการควบคุมยีนหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ การเผาผลาญไขมัน การตอบสนองของร่างกายในการเกิดการอักเสบ (inflammation) การอุดตันในหลอดเลือด และการเกิดมะเร็ง สารอาหารที่มีบทบาทต่อการทำงานของ PPARs ได้แก่ กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงในกลุ่มโอเมก้า-3 และโอเมก้า-6 กรดไขมันชนิดคอนจูเกเต็ด ไลโนเลอิก (conjugated Linoleic : CLA) สารในกลุ่มพรอสตาแกลนดินส์ (prostaglandins) และลูโคไตรอีนส์ (leukotrienes) ซึ่งมีผลให้การถอดรหัสของยีนเกิดเพิ่มขึ้น [1, 2]

สารอาหารที่มีคุณสมบัติในการต่อต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินอีและกลูตาไธโอน สามารถช่วยป้องกันเซลล์จากการเกิดออกซิเดชัน และกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์โปรตีนไคเนส (protein kinase) และโปรตีนฟอสฟาเทส (protein phosphatase) ซึ่งส่งผลต่อไปยังการจับตัวของดีเอ็นเอ (DNA) และปัจจัยในการถอดรหัส (transcription factors) ทำให้มีผลต่อการถอดรหัสของดีเอ็นเอ (DNA) [2, 3] นอกจากนั้นสารอาหารบางชนิด เช่น กลูโคสและกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เป็นสารอาหารที่พบว่ามีบทบาทในการควบคุมกลไกของการผลิตเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) [2, 8]

อาหารกับความเสถียรของเอ็มอาร์เอ็นเอ (Diet and mRNA stability)

สารต่างๆ ที่เกิดจากการถอดรหัสของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) ที่อยู่ในเซลล์จะขึ้นกับสัญญาณที่อยู่ในส่วนของไซโตซอล (cytosol) ที่มีหน้าที่กำหนดความเสถียรของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) ที่สร้างขึ้น ตัวอย่างของอาหารที่ช่วยควบคุมความเสถียรของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) และส่งผลต่อการถอดรหัส ได้แก่ กลูโคสที่ช่วยเพิ่มความเสถียรของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) สำหรับเอนไซม์ที่สังเคราะห์กรดไขมัน (fatty acid synthetase) และซีลีเนี่ยม (selenium) ซึ่งมีผลต่อเอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase) ในขณะเดียวกันก็อาจมีสารอาหารบางชนิดที่มีผลในทางตรงข้าม คือ ลดความเสถียรของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) เช่น ธาตุเหล็กที่มีต่อเอ็มอาร์เอ็นเอที่มีรหัสของตัวรับทรานส์เฟอร์ริน (transferrin receptor mRNA) ซึ่งกระบวนการที่เกิดขึ้น ก็คือ เมื่อในเซลล์มีระดับของธาตุเหล็กต่ำ โปรตีนควบคุมธาตุเหล็ก (iron regulatory proteins) จะจับกับเหล็กที่มีอยู่ และเพิ่มความเสถียรของรหัส เพราะธาตุเหล็กเหล่านี้ ถ้าอยู่อิสระจะเร่งการสลายตัวของเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) ของตัวรับทรานส์เฟอร์ริน (transferrin receptor) [8, 13]

อาหารกับการแปลรหัส เอ็มอาร์เอ็นเอ (Diet and mRNA translation)

ในการสังเคราะห์โปรตีนจากเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) ที่เป็นแม่แบบ ต้องใช้ไรโบโซม (ribosome) เข้ามาจับด้วยก่อนจะเกิดการถอดรหัส อาหารบางชนิดอาจกระทบกระบวนการเหล่านี้ได้ โดยยับยั้งการจับกับไรโบโซม ซึ่งจะไปเปลี่ยนความสามารถในการแปลรหัส และอัตราเร็วในการสังเคราะห์สายเปปไทด์ (peptide) สารอาหารที่ส่งผลกระทบเช่นนี้มักจะเป็นพวกกรดอะมิโนที่ทำให้การสังเคราะห์สายเปปไทด์เป็นไปอย่างช้าๆ หรือยุติลง

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของอาหารต่อการแปลรหัสเพื่อสังเคราะห์โปรตีนยังมีไม่มาก และกระบวนการดังกล่าวยังขึ้นกับโปรตีนหลายชนิดนอกจากกรดอะมิโน เช่น เอนไซม์ไคเนสและฟอสฟาเทส และโปรตีนไรโบโซมอีกด้วย ดังนั้น สารอาหารอาจมีบทบาทเกี่ยวข้องมากกว่าที่มีข้อมูลอยู่ในปัจจุบัน [8, 13]

อาหารกับการแปลงโครงสร้างโปรตีนหลังจากการแปลรหัส (Diet and post-translational modification of proteins)

หลังจากการแปลรหัสแล้ว โปรตีนหลายชนิดยังจะต้องผ่านขั้นตอนการแปลงโครงสร้าง เช่น การตัดบางส่วน การเพิ่มหรือตัดหมู่ฟอสเฟต การเพิ่มหมู่อะเซติล หรืออะซิล หรือเมทิล และการเติมหมู่คาร์โบไฮเดรต ซึ่งปฏิกิริยาเหล่านี้สามารถถูกควบคุมได้ด้วยส่วนประกอบจากอาหาร และความผิดปกติที่เกิดขึ้นในขั้นตอนเหล่านี้อาจส่งผลถึงความเปลี่ยนแปลงในการทำหน้าที่ของเซลล์ หรือกระบวนการเมตะบอลิสม์

เอนไซม์หลายชนิดจะต้องผ่านขั้นตอนการแปลงโครงสร้างโปรตีน หลังจากการแปลรหัสเพื่อให้โมเลกุลเอนไซม์ที่อยู่ในรูปที่ยังทำงานไม่ได้ (apoenzyme) กลายเป็นเอนไซม์ที่สามารถทำงานได้ (holoenzyme) ซึ่งขั้นตอนเหล่านั้นมักจะมีวิตามินหรือแร่ธาตุมาเกี่ยวข้อง เช่น การเติมไทอามีนกับเอนไซม์ไพรีดอกซีนดีไฮโดรจีเนส และการเติมแมงกานีสลงในอาร์จีเนส [8]

ขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีนที่ถูกควบคุมด้วยสารอาหาร	
ขั้นตอน	**สารอาหารที่มีหน้าที่ควบคุม**
Gene transcription	กรดไขมัน น้ำตาลกลูโคส คอเลสเตอรอล วิตามินเอ วิตามินดี
mRNA stability	กรดไขมัน น้ำตาลกลูโคส ซีลีเนียม ธาตุเหล็ก
mRNA processing	กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง น้ำตาลกลูโคส
mRNA translation	ธาตุเหล็ก กรดอะมิโน
Post-translational Modification	วิตามินและแร่ธาตุ

ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับภาวะโภชนาการ (Gene polymorphisms and nutrient metabolism)

โรคอ้วน เป็นตัวอย่างที่สำคัญของยีนที่มีผลต่อสารอาหาร ถ้าการใช้พลังงานของสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าเพื่อที่จะให้เกิดกำลังงาน หรือการผลิตพลังงานความร้อนให้แก่ร่างกาย เกิดขึ้นน้อยกว่าพลังงานที่ได้รับจากการบริโภคอาหาร ก็จะเกิดการสะสมไว้ในร่างกาย โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไขมันชนิดไตรกลีเซอไรด์ที่อยู่ในเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissue) และเมื่อร่างกายต้องการใช้พลังงานก็จะมีการแตกตัวของไตรกลีเซอไรด์ให้ได้กรดไขมัน เพื่อมาเผาผลาญเป็นพลังงานการสะสมพลังงานในรูปของไขมัน ของร่างกายของสิ่งมีชีวิต จึงเป็นวิธีการที่สิ่งมีชีวิตพัฒนาการขึ้นเพื่อความอยู่รอด โดยการทำงานร่วมกันของยีนหลายยีน [12, 19]

เมื่อโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปในเรื่องของวิถีความเป็นอยู่ของมนุษย์ ทำให้มีอาหารสำหรับบริโภคมากขึ้น และการใช้กำลังงานลดลง การทำงานของยีนเหล่านี้ก็จะนำไปสู่ภาวะโรคอ้วน (obesity) ได้โดยง่าย ซึ่งปัจจัยทางพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมน้ำหนักจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับยีนที่ควบคุมส่วนประกอบของร่างกาย (body composition) และการตอบสนองต่อการบริโภคอาหารเกินความต้องการ (overfeeding) และจากการค้นพบยีนที่เกี่ยวข้องกับภาวะโรคอ้วนนั้น ก็พบว่ายีนส่วนใหญ่เป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการกินอาหารนั่นเอง (food intake regulation) [7, 9, 16]

ความเข้าใจในเรื่องการควบคุมการบริโภค เกิดจากการค้นพบเลปติน (leptin) ซึ่งเป็นโพลีเปปไทด์ผลิตมาจากเซลล์ไขมัน (adipocytes) ทำหน้าที่คล้ายสารในกลุ่มไซโตคายน์ มีหน้าที่ส่งสัญญาณสู่สมองเพื่อบอกถึงระดับของไขมันที่มีการสะสมและควบคุมการบริโภคอาหารผ่านทางการกระตุ้นตัวรับเลปตินที่สมองส่วนไฮโปทาลามัส (hypothalamic leptin receptors) โดยที่นิวเคลียสของสมองส่วนไฮโปทาลามัสจะถูกกระตุ้นให้สร้างฮอร์โมนที่ชื่อว่า ฮอร์โมนกระตุ้นแอลฟาเมลาโนไซต์ (α-melanocyte-stimulating hormone : α- MSH) จากตัวตั้งต้นที่เรียกว่าโปรโอพิโอเมลาโนคอร์ติน (pro-opiomelanocortin : POMC) โดยผ่านการแตกตัวของสารที่ชื่อว่าโปรฮอร์โมน คอนเวอร์เทส 1 (pro-hormone convertase 1 : PC-1) α- MSH ก็จะยับยั้งตัวกระตุ้นการบริโภคอาหาร คนที่เกิดมาโดยมียีนซึ่งผ่าเหล่าจะสูญเสียหน้าที่ของยีนเลปตินและจะแสดงภาวะโรคอ้วนตั้งแต่เดือนแรกที่เกิดมา และมีความผิดปกติของต่อมธัยรอยด์ ทำให้การเผาผลาญอาหารผิดปกติ นอกจากนั้น ยังพบว่ามีการผ่าเหล่าของยีนของตัวรับเลปติน (leptin receptor) ทำให้ส่วนตัวรับถูกตัดออกไปทำให้สูญเสียการส่งสัญญาณของเลปติน ซึ่งนำไปสู่ลักษณะที่คล้ายกับคนที่ขาดเลปติน ส่งผลให้เกิดการผ่าเหล่าแบบสูญเสียการทำงานของโปรโอพิโอเมลาโนคอร์ติน (POMC) ซึ่งส่งผลให้มีลักษณะที่ขาดแอดรีนาล (adrenal) และมีโรคอ้วน โดยเป็นผลสะท้อน

จากการขาดสารนิวโรเปปไทด์ (neuropeptides) จากต่อมพิตูอิตารี่ (pituitary) ซึ่งผลิตมาจากยีนโปรโอพิโอเมลาโนคอร์ติน (POMC) [7, 8, 9, 10, 12, 19]

การผ่าเหล่าในส่วนตัวรับชนิด เมลาโนคอร์ติน 4 (melanocortin 4 : MC4R) ซึ่งเป็นตัวรับของฮอร์โมนกระตุ้นแอลฟาเมลาโนไซด์ (α-MSH) เป็นสาเหตุให้เกิดโรคอ้วนแบบที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ ซึ่งการแสดงออกในเรื่องของความอ้วนนั้นจะมีได้หลายระดับ โรคอ้วนที่เกิดจากความผิดปกติของเมลาโนคอร์ติน 4 (MC4R) นั้นพบได้ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ประมาณ 0.5-6% ของโรคอ้วนที่พบอยู่ในปัจจุบัน [7, 9]

โภชนาการและลักษณะทางพันธุกรรม (Nutrition and gene polymorphism)

การผ่าเหล่า หรือความผิดปกติของลำดับของเบสบนยีน แม้เพียงแค่หนึ่งตำแหน่งอาจส่งผลให้โปรตีนที่สังเคราะห์ได้นั้นมีปริมาณ หรือความสามารถในการทำหน้าที่ผิดไปจากเดิมได้ และหากความผิดปกติของยีนนั้นไม่ได้เกิดบนตำแหน่งของยีนที่ใช้สังเคราะห์โปรตีนโดยตรงแต่เป็นความผิดปกติในส่วนของการควบคุมการถอดรหัส หรือส่วนที่ควบคุมอัตราเร็วในการสังเคราะห์ ก็สามารถส่งผลกระทบให้เกิดความผิดปกติของโปรตีนที่สังเคราะห์ได้เช่นกัน ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้ บางครั้งก็สามารถแก้ไขได้โดยการปรับเปลี่ยนสารอาหาร หรือวิธีการบริโภค

โฟเลต (Folate) กับปัญหาหลอดเลือดอุดตัน (Atherosclerosis) ในผู้ใหญ่และระบบประสาทไม่สมบูรณ์ในเด็ก (Neural tube defect)

ตัวอย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัด ก็คือ การเสริมอาหารที่มีโฟเลต (Folate) เพื่อแก้ปัญหาความผิดปกติในการสังเคราะห์เอนไซม์เมธิลลีนเตตราไฮโดรโฟเลทรีดักเทส (methylene tetrahydrofolate reductase: MTHFR) ความผิดปกติของลำดับเบสที่ทำให้ไทมีนเข้าแทนที่ไซโตซีนเพียงหนึ่งตำแหน่ง จึงส่งผลให้รหัสที่กำหนดชนิดของกรดอะมิโนบนโปรตีนดังกล่าวเปลี่ยนไปจากวาลีนกลายเป็นอะลานีน ทำให้ความสามารถทนต่อความร้อนของเอนไซม์ดังกล่าวลดลง และยังลดความสามารถในการทำปฏิกิริยาลงด้วย ส่งผลให้ปริมาณโฮโมซิสเทอีนในเลือดเพิ่มขึ้น ซึ่งการเสริมอาหารที่มีโฟเลตจะช่วยลดปริมาณโฮโมซิสเทอีนลงได้ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพเนื่องจากปริมาณโฮโมซิสเทอีนที่สูงจะเกี่ยวข้องกับการเกิดปัญหาหลอดเลือดอุดตัน (atherosclerosis)[10] และถ้าปัญหาดังกล่าวเกิดในหญิงตั้งครรภ์ ก็อาจส่งผลให้เกิดทารกที่มีปัญหาของระบบประสาทไม่สมบูรณ์ เช่น สมองหรือกระดูกสันหลังผิดปกติ (neural tube defect)

ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดสูงกว่าปกติ (Hypercholesterolemia)

ความผิดปกติทางพันธุกรรมที่ส่งผ่านในครอบครัวอย่างเห็นได้ชัด ได้แก่ ปัญหาการมีระดับคอเลสเตอรอลสูง เนื่องจากความผิดปกติของยีนของตัวรับไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (low density lipoprotein (LDL) receptor) ซึ่งส่งผลให้การขจัดคอเลสเตอรอลชนิดแอลดีแอลผิดปกติ ทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลสูงมากกว่าปกติตั้งแต่อายุยังน้อย และทำให้อายุสั้น การควบคุมอาหาร โดยให้บริโภคคอเลสเตอรอลลดลงก็จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

ในกรณีของความผิดปกติในส่วนของการควบคุมการถอดรหัส เช่น ไซโตซีนในตำแหน่งที่ 516 ของอะโปบียีน (Apo-B gene) ถูกแทนที่ด้วยไทมีน ส่งผลให้การถอดรหัสเพิ่มมากกว่าปกติถึง 40% ทำให้ชายวัยกลางคนที่มียีนดังกล่าวมีระดับของแอลดีแอล (LDL) สูงกว่าปกติถึง 12% จากความรู้ดังกล่าวทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ ด้วยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคเพื่อลดหรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น [16]

โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 Diabetes mellitus)

ในการควบคุมการเผาผลาญไขมัน และความไวของอินซูลิน (Insulin) ในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดนั้น มียีนที่เกี่ยวข้องอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างที่สำคัญได้แก่ SREBP-1c (Sterol response element binding protein-1c) ซึ่งเป็นโปรตีนที่เกาะอยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่กระตุ้นการแสดงออกของยีนหลายยีน ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์และการดูดซึมคอเลสเตอรอล กรดไขมัน ไตรกลีเซอไรด์ และฟอสฟอไลปิดในระดับของการถอดรหัสพันธุกรรม จากการทดลองในหนูพบว่า ถ้า SREBP-1c ทำงานมากเกินไป จะทำให้เกิดการสะสมไขมันในตับ ระดับไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงเกินกว่าปกติ และมีการต้านทานการทำงานของอินซูลินอย่างรุนแรง ทำให้ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ ซึ่งในที่สุดก็จะส่งผลให้เกิดเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และเมื่อทำการศึกษาต่อมา จึงพบว่าการผ่าเหล่าหรือความผิดปกติทางพันธุกรรม ในยีนที่ใช้ถอดรหัสเป็นกรดอะมิโนในตำแหน่งปลายของสายเปปไทด์ของ SREBP-1c จะพบได้ในคนไข้ที่มีปัญหาการต้านการทำงานของอินซูลิน ส่วนความผิดปกติของนิวคลีโอไทด์ในตำแหน่ง 18c และ 19c ก็จะพบในชายที่เป็นเบาหวาน แต่ไม่พบในผู้ป่วยที่เป็นหญิง จึงสรุปได้ว่า การผ่าเหล่าของยีนของ SREBP-1c จะเป็นปัจจัยที่เพิ่มความเสี่ยงในการเป็นเบาหวาน

มะเร็ง

ยีนที่มีบทบาทสำคัญอีกอันหนึ่งก็คือ ยีนเอ็นอะเซติลทรานส์เฟอเรส (N-acetyltransferase gene : NAT gene) ซึ่งเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของอะเซทิเลชั่น (acetylation) ของเฮเทโรไซคลิกอะโรมาติกอามีน (heterocyclic aromatic amines : HAA) ที่พบในผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการให้ความร้อนสูง โดยเฉพาะพวกเนื้อแดงที่สุกมากๆ และสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาดังกล่าวจะจับกับดีเอ็นเอ ทำให้เกิดมะเร็งได้ ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวมีอยู่ด้วยกันสองชนิดคือ NAT1 และ NAT2 โดย NAT2 จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอะเซทิเลชั่น ทำให้คนที่มียีนดังกล่าวจะเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่สูงกว่าปกติ ถ้านิยมบริโภคพวกเนื้อแดงมากๆ

ความผิดปกติทางพันธุกรรมหลังจากการแปลรหัส (Epigenetics) และการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางโภชนาการ

หลายครั้งที่ความผิดปกติทางพันธุกรรมไม่ได้เกิดจากความผิดปกติของลำดับเบสบนสายดีเอ็นเอ แต่เป็นความผิดปกติของเบส เช่น การเกิดเมธิลเลชั่น (methylation) ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถถอดรหัสเป็นเอ็มอาร์เอ็นเอ (mRNA) และไม่มีการสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้น หรือความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายหลังจากที่มีการแปลรหัสเป็นโปรตีนหรือสายเปปไทด์แล้ว ทำให้โปรตีนนั้นไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ ในปัจจุบันจึงมีความพยายามศึกษาปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น และทำการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคเพื่อลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรค และเป็นที่มาของแนวคิดที่จะทำการออกแบบหรือกำหนดอาหารที่เหมาะสมกับลักษณะทางพันธุกรรมของแต่ละคนโดยใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมของมนุษย์ (human genome) เป็นตัวบ่งชี้ ซึ่งในอนาคตอันใกล้ มนุษย์ทุกคนก็คงจะต้องมีข้อมูลทางพันธุกรรมเป็นส่วนประกอบอยู่ในบัตรประจำตัวประชาชน เพื่อใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคเมื่อพบแพทย์ หรือในการกำหนดอาหารเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงจากการเป็นโรค

บทสรุป

ในปัจจุบัน มีการค้นพบเทคโนโลยีใหม่ๆมากมาย ทำให้มนุษย์เข้าใจถึงข้อมูลและระบบการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และทำให้สามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านโภชนาการ เพื่อให้มีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีและมีชีวิตที่ยืนยาวกว่าเดิมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำข้อมูลทางพันธุกรรมของแต่ละคนมาเป็นตัวกำหนดหรือบ่งชี้วิธีการบริโภคที่เหมาะสม เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงจากการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของพันธุกรรม

ของบุคคลนั้น หรือการเลือกบริโภคอาหารที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียต่อการถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม เพื่อเป็นการคงไว้ซึ่งสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ไม่ว่าบุคคลนั้นจะมีความผิดปกติทางพันธุกรรมหรือไม่ก็ตาม การเลือกบริโภคอาหารที่เหมาะสมจะมีส่วนในการป้องกันและรักษาสุขภาพ และทำให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีได้

เอกสารอ้างอิง

1. Brouwer, IA, Zock, PL, van Ameisvoort, LG, Katan, MB & Schouten, EG 2002, Association between n-3 fatty acid status in blood and electrocardiographic predictors of arrhythmia risk in healthy volunteers, *Am. J. Cardiol,* vol. 89, pp. 629-631.
2. Cameron-Smith, D, Burke, LM, Angus, DJ, Tunstall, RJ, Cox, GR, Bonen, A, Hawley, JA & Hargreaves, M 2003, A short-term, high-fat diet up-regulates lipid metabolism and gene expression in human skeletal muscle, *Am J Clin Nutr,* vol. 77, pp. 313-318.
3. Clement, K, Vaisse, C, Lahlou, N, Cabrol, S, Pelloux, V, Cassuto, D, Gourmelen, M, Dina, C, Chambaz J, et al 1998, A mutation in the human leptin receptor gene causes obesity and pituitary dysfunction, *Nature,* vol. 392, pp. 398-401.
4. Corthesy-Theulaz, I, den Dunnen, JT, Ferre, P, Geurts, JMW, Muller, M, van Belzen, N & van Ommen, B 2005, Nutrigenomics: The Impact of Biomics Technology on Nutrition Research, *Ann Nutr Metab,* vol. 49, pp. 355-356.
5. Daniel, H 2002 Genomics and proteomics: importance for the future of nutrition research, *Br. J. Nutr,* vol. 87 (Suppl.), pp. 305-311.
6. Desiere, F, German, B, Watzke, H, Pfeifer, A & Saguy, S 2002, Bioinformatics and Data knowledge:the new frontiers for nutrition and foods, *Trends Food Sci Technol,* vol. 12, pp. 215-229.
7. Dubern, B, Clement, K, Pelloux, V, Froguel, P, Girardet, JP, Guy-Grand, B & Tounian, P 2001, Mutational analysis of melanocortin-4 receptor, agouti-related protein, and alpha-melanocyte-stimulating hormone genes in severely obese children, *J Pediatr,* vol. 139, pp. 204-209.
8. Elliott, R & Ong, TJ 2002, Nutritional genomics, *BMJ,* vol. 324, pp. 1438-1442.

9. Foufelle, F & Ferre, P 2002, New perspectives in the regulation of hepatic glycolytic and lipogenic genes by insulin and glucose: a role for the transcription factor sterol regulatory element binding protein-1c, *Biochem J,* vol. 366, pp. 377-391.
10. Herrmann, SM & Paul, M 2002, Studying genotype phenotype relationships: cardiovascular disease as an example, *J Mol Med,* vol. 80, pp. 282-289.
11. Iafrate, AJ, Feuk ,L, Rivera, MN, Listewnik, ML, Donahoe, PK, Qi, Y, Scherer, SW & Lee, C 2004, Detection of large-scale variation in the human genome, *Nat Genet,* vol. 36, pp. 949-951.
12. Kappeler, L, Gourdji, D, Zizzari, P, Bluet-Pajot, MT & Epelbaum, J 2003, Age-associated changes in hypothalamic and pituitary neuroendocrine gene expression in the rat, *J Neuroendocrinol,* vol. 15, pp. 592-601.
13. Muller, M & Kersten, S 2003, Nutrigenomics: goals and strategis, *Nat Rev Genet,* vol. 4, pp. 315-322.
14. Peregrin, T 2001, The new frontier of nutrition science: nutrigenomics, *J. Am. Diet Assoc,* vol. 101, pp. 1306.
15. Roberts, MA, Mutch, DM & German, JB 2001, Genomics: food and nutrition. Curr. Opin, *Biotechnol,* vol. 12, pp. 516-522.
16. Sacks, FM & katan, M 2002, Randomized clinical trials on the effects of dietary fat and carbohydrate on plasma lipoproteins and cardiovascular disease, *Am. J. Med,* vol. 113 (Suppl.), pp. S13-S24.
17. Sreekumar, R, Unnikrishnan, J, Fu, A, Nygren, J, Shot, KR, Schimke, J & Barazzoni, R 2002, Nair KS: Impact of high-fat diet and antioxidant supplement on mitochondrial functions and gene transcripts in rat muscle, *Am J Pysiol,* vol. 282, pp. E1055-E1061.
18. Venter, JC, et al 2002. The sequence of the human genome, *Science,* vol. 291, pp. 1304-1351.
19. Vidon, C, Boucher, P, Cachefo, A, Peroni, O, Diraison, F & Beylot, M 2001, Effects of isoenergetic high-carbohydrate compared with high-fat diet on human cholesterol synthesis and expression of key regulatory genes of cholesterol metabolism, *Am J Clin Nutr,* vol. 73. pp. 878-884.
20. Vineis, P 2001, Diet: genetic susceptibility and carcinogenesis, *Publ Health Nutr,* vol. 4. pp. 485-491.

ประวัติผู้นิพนธ์บทที่ 9

ชื่อ : ผศ.ดร.อริศร์ เทียนประเสริฐ

สถานที่ปฏิบัติงาน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
จังหวัดนครปฐม 73000
โทรศัพท์ 0-3425-5797 โทรสาร 0-3425-5820

อีเมล : alicet@su.ac.th

การศึกษา : PhD in Biochemistry University of Vienna Austria

ผลงานทางวิชาการ :

1. ผลงานวิชาที่ตีพิมพ์ในต่างประเทศและในประเทศไม่ต่ำกว่า 35 เรื่อง
2. มีประสบการณ์ในด้านวิจัย เรื่อง Lysine Catabolite, Bioavailability and Pharmacokinetics, Laboratories, Pseudo-One-Pulse Stimulation Utilized, Fatty Acid, *Pasteurella Multocida* Vaccine, Fatty Acids and Lipids-New Findings, Doco sahexaenoic Acid, Omega-3 Fatty, Polyunsaturated Fatty Acids

บทที่ 10
อาหารตามหมู่เลือด
(Blood - Type Diet)

บทนำ

หมู่เลือดคืออะไร

การกระจายของหมู่เลือดในกลุ่มประชากร

วิวัฒนาการของหมู่เลือด

ความเสี่ยงการเกิดพยาธิสภาพหรือโรคของบุคคลตามหมู่เลือดต่างๆ

อาหารตามหมู่เลือดเพื่อสุขภาพ

บทวิจารณ์และสรุป

เอกสารอ้างอิง

บทที่ 10
อาหารตามหมู่เลือด
(Blood - Type Diet)

รศ. ดร.ตรีทิพย์ รัตนวรชัย

บทนำ

การบริโภคอาหารให้พอดีนั้นเป็นหลักการที่ทุกคนชื่นชอบและต้องการ แต่คำว่า “พอดี” นั้นให้คำจำกัดความที่ค่อนข้างยาก ความหลากหลายทั้งด้านร่างกาย จิตใจ เศรษฐานะ ปัจจัยทั้งแหล่งที่อยู่ และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ล้วนทำให้การบริโภคอาหารมีความแตกต่างกัน แต่สิ่งสำคัญประการหนึ่งซึ่งมนุษย์ได้รับติดตัวมาตั้งแต่เริ่มต้นของชีวิต คือ พันธุกรรม มนุษย์มีความหลากหลายในเรื่องของพันธุกรรม เมื่อไม่นานมานี้ มีการศึกษาวิจัยพบว่า การบริโภคอาหารและโภชนาการเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมในแต่ละบุคคลด้วย

ในปี ค.ศ. 1900 นักวิทยาศาสตร์ชาวออสเตรีย ชื่อ คาร์ล แลนด์สไตนเนอร์ (Karl Landsteiner) ได้พบการแบ่งกลุ่มของมนุษย์ตามหมู่เลือดที่เป็นแบบระบบเอบีโอ (ABO system) 3 หมู่ [1] (Karl Landsteiner ได้รับรางวัลโนเบลในปี ค.ศ. 1930) ต่อมาในปี ค.ศ. 1902 เดอคาสเทรลโล และสเตอร์ลี (Decastrello and Sturli) ค้นพบหมู่เลือด AB [2] การค้นคว้าและศึกษาในระยะต่อมาพบได้ว่า กลุ่มประชากรที่มีหมู่เลือดชนิดเดียวกันมีโอกาสที่จะมีลักษณะบุคลิกนิสัยใจคอเป็นไปทำนองเดียวกัน การเกิดพยาธิสภาพหรือโรคต่างๆ มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เนื่องจากเรื่องราวของการแบ่งกลุ่มตามหมู่เลือดนั้น มีปัจจัยสำคัญอยู่ที่ชนิดของสารชีวโมเลกุลที่ผิวของเม็ดเลือดแดง และชนิดของสารชีวโมเลกุลที่อยู่ในซีรัม (ซีรัม เป็นส่วนของเหลวที่มีสีเหลืองที่ได้จากเลือด ที่เอาเม็ดเลือดออกไปแล้ว) ซึ่งสารชีวโมเลกุลเหล่านี้จะมีลักษณะเช่นใดก็ขึ้นอยู่กับการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งเป็นสารชีวโมเลกุลประเภทโปรตีน สารที่เป็นโปรตีนในร่างกายทุกชนิดได้มาจากสารตั้งต้น คือ สารพันธุกรรมดีเอ็นเอ เอนไซม์เหล่านี้ก็เช่นกัน ดังนั้น การแบ่งกลุ่มคนตามหมู่เลือด ส่วนหนึ่งจัดได้ว่าเป็นการแบ่งลักษณะตามพันธุกรรม และเป็นที่น่าสนใจว่าความสามารถในกระบวนการเมตะบอลิสม์ ซึ่งเป็นกลไกของร่างกายที่จะตอบสนองต่ออาหารชนิดต่างๆ ในกลุ่มคนที่มีหมู่เลือดเดียวกัน ก็จะเกิดขึ้นทำนองเดียวกัน

เรื่องของอาหารตามหมู่เลือด ซึ่งปัจจุบันเป็นที่สนใจของกลุ่มชนจำนวนมาก นายแพทย์ชาวอเมริกัน ปีเตอร์ ดาดาโม (Peter D'adamo) ได้แต่งและเรียบเรียงหนังสืออาหารตามหมู่เลือด โดยอาศัยประสบการณ์ในชีวิตจริงมานำเสนอ และได้รับความสนใจไปทั่วโลกทั้งแถบอเมริกา ยุโรป เอชีย และออสเตรเลีย สำหรับเรื่องราวในบทนี้เป็นการนำข้อมูลต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหมู่เลือดมารวบรวมและวิเคราะห์ให้เห็นความสำคัญและสัมพันธ์ของการมีหมู่เลือดนั้นๆ กับการบริโภคอาหารเพื่อให้เกิดสมดุลของร่างกาย ให้ร่างกายมีความสมบูรณ์แข็งแรงและห่างไกลโรค

หมู่เลือดคืออะไร

หมู่เลือด เป็นการแบ่งกลุ่มประชากรโดยอาศัยหลักการของสารจำเพาะที่อยู่บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง การแบ่งกลุ่มของหมู่เลือดมีได้หลายระบบ เช่น การแบ่งหมู่เลือดตามระบบเอบีโอ (ABO system) การแบ่งกลุ่มของหมู่เลือดตามระบบอาร์เอชแฟคเตอร์ (Rh factor) ระบบ ABO เป็นระบบที่มีการศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์มาก โดยเฉพาะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการให้เลือด ซึ่งจำเป็นต้องให้หมู่เลือดที่เข้ากันได้ มิฉะนั้นจะทำให้เม็ดเลือดแดงแตกและเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต ส่วนระบบ Rh นั้นมีบทบาทอย่างมากต่อการมีบุตร หญิงตั้งครรภ์ที่บุตรในท้องมีระบบ Rh ไม่ตรงกัน จะทำให้บุตรเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ เนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตกได้เช่นกัน สำหรับในที่นี้จะเป็นการศึกษาและแบ่งกลุ่มประชากรตามหมู่เลือดระบบ ABO เท่านั้น

หมู่เลือดตามระบบ ABO จำแนกได้เป็น 4 หมู่คือ หมู่เอ หมู่บี หมู่เอบี และหมู่โอ โดยหมู่เอมีสารที่ผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เรียกว่า แอนติเจนชนิดเอ หมู่บีมีแอนติเจนชนิดบี หมู่เอบีมีแอนติเจนชนิดเอและบี ส่วนหมู่โอไม่มีแอนติเจนชนิดเอและบี นอกจากนั้น บุคคลที่มีเลือดหมู่เอในซีรัมจะมีสารต้าน หรือเรียกว่าแอนติบอดีต่อแอนติเจนบี หมู่เลือดบีมีแอนติบอดีต่อแอนติเจนเอ หมู่เลือดเอบีไม่มีแอนติบอดีต่อแอนติเจนเอหรือแอนติเจนบี ส่วนหมู่เลือดโอมีแอนติบอดีต่อแอนติเจนเอและบี ดังนั้น โดยปกติแต่ละคนก็จะมีแอนติเจนและแอนติบอดีไม่ตรงกัน แต่ถ้ามีการให้เลือดแล้ว ทำให้มีผู้ที่มีแอนติเจนและแอนติบอดีตรงกัน ก็จะทำให้เกิดการจับกันระหว่างแอนติเจน และแอนติบอดีแล้วเกิดการตกตะกอน ทำให้เม็ดเลือดแดงแตกได้

หลักการให้เลือดในรูปเม็ดเลือดแดงที่มีความปลอดภัย คือ ให้เลือดแก่ผู้ที่มีเลือดหมู่เดียวกันจะดีที่สุด หรือมิฉะนั้น ตัวเลือกรองลงมาคือ

1. ผู้ที่มีเลือดหมู่เอ สามารถรับเลือดหมู่เอ หรือเลือดหมู่โอได้
2. ผู้ที่มีเลือดหมู่บี รับเลือดหมู่บีหรือเลือดหมู่โอได้
3. ผู้ที่มีเลือดหมู่เอบี รับเลือดจากเลือดหมู่เอบีหรือเอหรือบีหรือโอได้

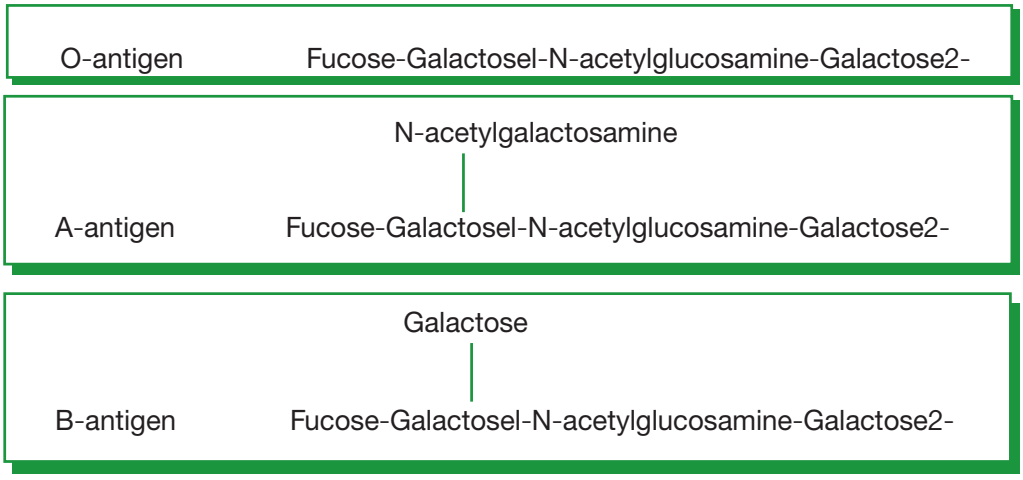
4. ผู้ที่มีเลือดหมู่โอ สามารถรับเลือดได้เฉพาะจากหมู่โอ
   ดังนั้น ผู้ที่มีเลือดหมู่เอบีจึงจัดเป็นผู้รับเลือดทุกหมู่จากผู้อื่นได้ (universal receiver)
5. ผู้ที่มีเลือดหมู่เอ สามารถให้เลือดแก่หมู่เอหรือหมู่เอบีได้
6. ผู้ที่มีเลือดหมู่บี สามารถให้เลือดแก่หมู่บีหรือหมู่เอบีได้
7. ผู้ที่มีเลือดหมู่เอบี ไม่สามารถให้เลือดแก่หมู่อื่น ยกเว้นหมู่เอบีเดียวกันได้
8. ผู้ที่มีเลือดหมู่โอ สามารถให้เลือดกับหมู่อื่นได้ทุกหมู่
   ดังนั้น ผู้ที่มีเลือดหมู่โอจัดเป็นผู้ที่ให้เลือดแก่ผู้อื่นได้ (universal donor)

แต่อย่างไรก็ตาม การให้เลือดต่างหมู่กันยังต้องมีความระมัดระวัง เพราะเลือดหมู่โอนั้น ในซีรัมจะมีแอนติบอดีเอและแอนติบอดีบีอยู่ การทำปฏิกิริยากับแอนติเจนบนเม็ดเลือดแดงที่ตรงกันได้ จึงยังมีโอกาสที่จะเกิดอันตรายจากกรณีนี้ได้

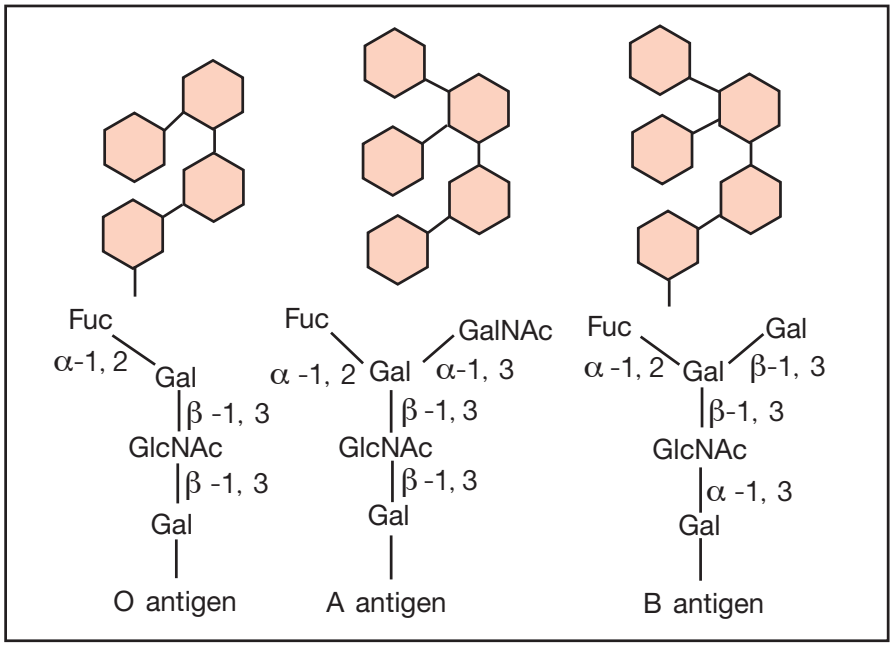
ชนิดของแอนติเจนบนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง

แอนติเจนบนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง มีส่วนสำคัญทำให้เกิดความแตกต่างของหมู่เลือด คือส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว โดยทั่วไปสายคาร์โบไฮเดรตนี้มีลักษณะเฉพาะที่ปลายมีน้ำตาล 4 ตัวเกาะกันคือ น้ำตาลฟูโคส-น้ำตาลกาแลคโตส 1 - น้ำตาลเอ็นอะเซททิล-กลูโคซามีน-น้ำตาลกาแลคโตส 2

1. สำหรับหมู่เลือดเอมีแอนติเจนเอนั้นพบว่าบุคคลกลุ่มนี้มีเอนไซม์เอ็น-อะเซทิล-กาแลคโตซามีน ทรานสเฟอเรส (N-acetylgalactosamine transferase) ทำงานได้ดี จึงทำให้มีการเติมน้ำตาลเอ็นอะเซทิลกาแลคโตซามีนที่ตำแหน่งของน้ำตาลกาแลคโตส 1 ทำให้บุคคลที่มีหมู่เลือดเอมีน้ำตาลเอ็นอะเซทิลกาแลคโตซามีนจับอยู่ที่ปลายสายคาร์โบไฮเดรต
2. สำหรับหมู่เลือดบี มีแอนติเจนบีนั้นพบว่าบุคคลกลุ่มนี้มีเอนไซม์กาแลคโตส ทรานสเฟอเรส (galactose transferase) ทำงานได้ดี จึงทำให้มีการเติมน้ำตาลกาแลคโตสที่ตำแหน่งของน้ำตาลกาแลคโตส 1 ทำให้บุคคลที่มีหมู่เลือดบีมีน้ำตาลกาแลคโตสจับอยู่ที่ปลายสายคาร์โบไฮเดรต
3. สำหรับหมู่เลือดเอบี มีแอนติเจนเอและแอนติเจนบี พบว่าบุคคลกลุ่มนี้มีเอนไซม์เอ็นอะเซทิลกาแลคโตซามีน ทรานสเฟอเรส และเอนไซม์กาแลคโตส ทรานสเฟอเรส ทำงานได้ดี จึงทำให้มีทั้งแอนติเจนเอและบี
4. ส่วนหมู่เลือดโอนั้น ไม่มีแอนติเจนเอและแอนติเจนบี พบว่าบุคคลกลุ่มนี้เอนไซม์ เอนอะเซทิลกาแลคโตซามีน ทรานสเฟอเรสและเอนไซม์กาแลคโตสทรานสเฟอเรสไม่ทำงาน จึงทำให้ไม่มีส่วนแอนติเจนเอและบีบนผิวเซลล์



รูปที่ 1 การจัดตัวของสายคาร์โบไฮเดรตของหมู่เลือดโอ (O-antigen), หมู่เลือดเอ (A-antigen) และหมู่เลือดบี (B-antigen)

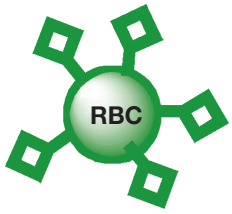
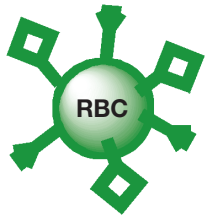
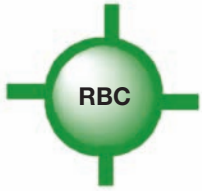
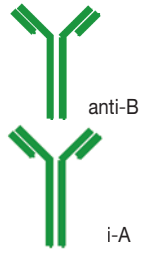


รูปที่ 2 การจัดตัวของแอนติเจนของหมู่เลือดชนิดโอ (O antigen), ชนิดเอ (A antigen) และชนิดบี (B antigen)
คำย่อ : fuc: fucose ฟูโคส, Gal: galactose กาแลคโตส, GalNAc: N-acetylgalactosamine เอ็น-อะเซททิลกาแลคโตซามีน, GLcNAc : N-acetylglucosamine เอ็น-อะเซ็ททิลกลูโคซามีน

ที่มา : http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?rid=stryer.figgrp.1530&book-part-id=1502
(Biochemistry by Berg, J., Tymoczko J., and Stryer L. Fifth edition, 2002)

ตารางที่ 1

แอนติเจนชนิดต่างๆ บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงและแอนติบอดีในซีรัมของหมู่เลือดกรุ๊ปต่างๆ

หมู่เลือด เอ	หมู่เลือด บี	หมู่เลือด เอบี	หมู่เลือด โอ
			
แอนติเจนเอ เอ็น-อะเซทิลกาแลคโตซามีน (N-acetylgalactosamine)	***แอนติเจนบี*** กาแลคโตส (Galactose)	***แอนติเจนเอ และ*** ***แอนติเจนบี***	***ไม่มีแอนติเจน*** ***บนผิวเซลล์***
		no anti-A **no anti-B**	
แอนติบอดีต่อแอนติเจนบี (แอนติ-บี)	แอนติบอดีต่อแอนติเจนเอ (แอนติ-เอ)	ไม่มีแอนติบอดี (ไม่มีแอนติ-เอและแอนติ-บี) ในซีรัม	แอนติ-เอ แอนติ-บี

การถ่ายทอดหมู่เลือดทางพันธุกรรม

หมู่เลือดมีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่รุ่นลูกหลาน โดยผู้ที่มีเลือดกลุ่มเอมีจีโนไทป์เป็น AA หรือ AO ผู้ที่มีเลือดกลุ่มบีมีจีโนไทป์เป็น BB หรือ BO ผู้ที่มีเลือดกลุ่มเอบีมีจีโนไทป์เป็น AB ผู้ที่มีเลือดกลุ่มโอมีจีโนไทป์เป็น OO ดังนั้น เมื่อมีการถ่ายทอดสู่รุ่นลูก จึงมีโอกาสเป็นได้หลายรูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การถ่ายทอดหมู่เลือดจากพ่อแม่สู่รุ่นลูก

การถ่ายทอดหมู่เลือด				
บิดา/มารดา	O	A	B	*AB*
O	O	O, A	O,B	*AB*
A	O, A	O, A	O, A, B, AB	*A, B, AB*
B	O, B	A, B	O, B	*A, B, AB*
AB	*A, B*	*A, B, AB*	*A, B, AB*	*A, B, AB*

การกระจายของหมู่เลือดในกลุ่มประชากร

การศึกษาการกระจายของหมู่เลือดในกลุ่มประชากรไทย พบว่ามีหมู่โอ 43% หมู่บี 31% หมู่เอ 20% และหมู่เอบี 6%[3] ใกล้เคียงกับข้อมูลจากประเทศอินเดียคือ มีหมู่โอ 38.75% หมู่บี 32.69% หมู่เอ 18.85% หมู่เอบี 5.27%[4] นั่นก็คือหมู่เลือดโอจะเป็นหมู่เลือดที่มีมากที่สุด ถัดจากนั้นคือ หมู่บี หมู่เอ และหมู่เอบีมีน้อยที่สุด ส่วนรายงานจากประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศทางยุโรปตะวันตกพบว่ามีหมู่โอ 40-45%, หมู่เอ 35-40% หมู่บี 4-11% และหมู่เอบี 0-2%[5] โดยยังคงมีหมู่โอมากที่สุดและหมู่เอบีน้อยที่สุด ส่วนหมู่บีมีค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับประเทศแถบเอเชีย ในขณะที่หมู่เอมีมากกว่า รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การกระจายของหมู่เลือดในกลุ่มประชากรโลก [6]

ประชากร	O	A	B	AB
1. ชาวพื้นเมืองอเมริกาใต้	100%	-	-	-
2. อังกฤษ	46%	42%	9%	3%
3. ไอริช	52%	35%	10%	3%
4. ฝรั่งเศส	43%	45%	9%	3%
5. ฮ่องกง	40%	26%	27%	7%
6. เวียดนาม	45%	21.4%	29.1%	4.5%
7. ชาวพื้นเมืองออสเตรเลีย	44.4%	55.6%	-	-
8. เยอรมัน	42.8%	41.9%	11%	4.2%

ประชากร	O	A	B	AB
9. ญี่ปุ่น	30%	40%	20%	10%
10. อาฟริกัน-อเมริกัน	49%	27%	20%	4%
11. เคนยา	60%	19%	20%	1%
12. รัสเซีย	33%	36%	23%	8%
ไทย	**43%**	**20%**	**31%**	**6%**

โดยสรุป กลุ่มประชากรทั้งหมดแบ่งเป็นกลุ่มผิวขาวหรือกลุ่มคอเคเซียน กลุ่มผิวดำ และกลุ่มเอเชีย มีเลือดหมู่โอเป็นหลักมากที่สุดและหมู่เอบีน้อยที่สุด ขาวคอเคเซียนและผิวดำมีหมู่เลือดเอสูงกว่าหมู่เลือดบี ส่วนกลุ่มเอเชียมีหมู่เลือดบีสูงกว่าหมู่เลือดเอ ยกเว้นประเทศญี่ปุ่นที่มีหมู่เลือดเอสูงกว่าหมู่เลือดบี

ตารางที่ 4 สัดส่วนหมู่เลือดของประชากรผิวขาว ผิวดำ และเอเชีย [7]

หมู่เลือด				
ประชากร	**หมู่ O**	**หมู่ A**	**หมู่ B**	**หมู่ AB**
คอเคเซียน	44%	43%	9%	4%
ผิวดำ	49%	27%	20%	4%
เอเชีย	43%	27%	25%	5%

วิวัฒนาการของหมู่เลือด

จากการศึกษาประวัติศาสตร์ และรายงานทางวิทยาศาสตร์ [5] กล่าวว่า ยุคโบราณประมาณ 40,000 BC ก่อนคริสตศักราช มนุษย์มีหมู่เลือดโอ โดยยกตัวอย่างชาวอินเดียนอเมริกัน ซึ่งเป็นพื้นเมืองดั้งเดิมมากที่สุดที่มีการค้นคว้าในปัจจุบัน มีหมู่เลือดโอทั้งหมด สมมติฐานเหล่านี้กล่าวไว้ว่า เดิมมนุษย์มีหมู่เลือดโอ ซึ่งจะเป็นพวกมนุษย์ถ้ำ อยู่ในป่าล่าสัตว์เป็นหลัก (The Hunters) จากนั้นเกิดการแพร่ระบาดของเชื้อโรค มีการติดเชื้อต่างๆ รุนแรงมากมาย จึงมีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงให้ปรับตัว แล้วเริ่มมีการเปลี่ยนเป็นหมู่เอมากขึ้น คาดว่าประมาณ 25,000-15,000 BC ก่อนคริสตศักราช ซึ่งตามหลักวิทยาศาสตร์ของหมู่เลือด คือ ร่างกายเริ่มมีกระบวนการผลิตเอนไซม์เอ็น-อะเซ็ททิลกาแลคโตซามีนทรานสเฟอเรสได้มากขึ้น จึงมีการเติมหมู่น้ำตาลเอ็น-อะเซ็ททิลกาแลคโตซามีน ทรานสเฟอเรสในสายคาร์โบไฮเดรตที่ผิวเซลล์ของ

เม็ดเลือดแดง ได้เป็นแอนติเจนเอ (A-antigen) อันน่าจะเริ่มประมาณแสนปีมาแล้ว ซึ่งเป็นการปรับตัวของร่างกาย ปรับผิวเซลล์ระบบทางเดินอาหาร และระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และมีการท่องเที่ยวออกไปตามพื้นที่อื่นๆ พร้อมกับมีการเกษตรมากขึ้น (The Wanderings and agricultural dawning) การกินอาหารจะเข้าสู่อาหารจากการเกษตรซึ่งเป็นพืชผักผลไม้มากขึ้น ปัจจุบันผู้ที่มีหมู่เลือดเอจะมีมากที่สุดแถบยุโรปตะวันตก

จากนั้นมีการเคลื่อนย้ายของกลุ่มคนมาทางแถบเทือกเขาหิมาลัย สู่เอเชียตะวันออก และมีการเปลี่ยนแปลงของหมู่เลือดเป็นหมู่บีมากขึ้น คาดว่าประมาณ 15,000-10,000 BC ก่อนคริสตศักราช บุคคลหมู่เลือดบีจะเป็นบุคคลที่ปรับตัว และรับอาหารทั้งจากเนื้อสัตว์และพืชผัก ซึ่งจะมีความอดทนต่อสภาพสิ่งแวดล้อมที่ยากลำบากได้ดี โดยเฉพาะแถบทะเลทรายที่แห้งแล้ง ตามหลักวิทยาศาสตร์ ผู้ที่มีหมู่เลือดบีนั้นร่างกายเริ่มมีกระบวนการผลิตเอนไซม์กาแลคโตสทรานสเฟอเรสได้มากขึ้น จึงมีการเติมหมู่น้ำตาลกาแลคโตสที่ปลายสายคาร์โบไฮเดรตที่ผิวเซลล์ของเม็ดเลือดแดงได้เป็นแอนติเจนบี (B-antigen) ซึ่งปัจจุบันหมู่เลือดบีจะพบมากทางแถบเอเชีย (แต่ยกเว้นญี่ปุ่น ที่มีหมู่เลือดเอสูงกว่าหมู่เลือดบี) ซึ่งคิดเป็นประชากรประมาณ 10% ทั่วโลก (รายงานโดย คุณไซโตะ ปี ค.ศ. 1997)[18] ศึกษาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ฟิลโลโลจี (philology) พบว่าหมู่เลือดบีน่าจะมีการพัฒนามาจากหมู่เลือดเอด้วย

และในที่สุด พบว่ายังมีบุคคลบางกลุ่มที่มีการปรับตัวโดยมีการผสมกลมกลืนระหว่างหมู่เอ ที่เรียกว่าเป็นกลุ่มคอเคเซียน (Caucasian people) และหมู่บีที่เรียกว่าเป็นกลุ่มมองโกล (Mongolian people) ได้เป็นหมู่เอบีที่สามารถผจญกับความยุ่งยากได้ดี คาดว่าประมาณ 900-1,000 BC ก่อนคริสตศักราช บุคคลหมู่เอบีนั้น ร่างกายสามารถผลิตทั้งเอนไซม์เอ็น-อะเซ็ททิลกา-แลคโตซามีนทรานสเฟอเรส และเอนไซม์กาแลคโตสทรานสเฟอเรสทำให้มีทั้งแอนติเจนเอและแอนติเจนบี ซึ่งอาจจะมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดี ได้แก่มีความสามารถในการปรับตัวและต่อสู้กับเชื้อโรคได้มากกว่า หรืออีกทำนองหนึ่งคือมีภูมิคุ้มกันสูงกว่า ซึ่งพบว่ามีการเกิดโรคจำพวกโรคข้ออักเสบ (arthritis) น้อยกว่า แต่ก็พบว่ามีความเสี่ยงการเป็นมะเร็งสูงเช่นกัน หมู่เลือดเอบีนี้พบน้อยที่สุดในหมู่เลือดทุกชนิด โดยพบประมาณ 5% ของประชากรทั้งหมด

ความเสี่ยงการเกิดพยาธิสภาพหรือโรคของบุคคลตามหมู่เลือดต่าง ๆ

หมู่เลือดโอ มีความเสี่ยงในการเกิดโรคหรือพยาธิสภาพสูง

Henry et al. 2001 [9] รายงานการศึกษา ผิวเซลล์กระเพาะอาหารมีตัวรับรีเซ็บเตอร์ที่จำเพาะ ที่เหมาะสมกับจุลชีพบางชนิด บางสายพันธุ์เท่านั้น เช่น พบว่าบุคคลหมู่เลือดโอนั้นมีผิวเซลล์ที่กระเพาะอาหารเหมาะสม กับ Helicobactor pylori สายพันธุ์เฉพาะ

Aspholm- Hurtig et al. 2004 [10] รายงานพบแบคทีเรีย Helicobactor pylori สายพันธุ์ที่จำเพาะ (South American Amerindian strains) จับกับผิวเซลล์กระเพาะอาหารของบุคคลหมู่เลือดโอ ของชาวอะเมอริเดียนได้ดีกว่าบุคคลกลุ่มอื่น (ชาวอะเมอริเดียนมีหมู่เลือดโอมากที่สุด)

Nikawa H et al. 1991 [11] รายงานพบผู้ที่มีหมู่เลือดโอมีความเสี่ยงในการเกิดปากอักเสบเหตุฟันปลอม (denture stoma-titis) โดยมีหินปูนเกาะที่ฟันปลอมสูงกว่ากลุ่มอื่น

Lester D. 2004 [12] พบว่ากลุ่มหมู่เลือดโอไม่มีความสัมพันธ์กับการฆ่าตัวตาย (suicide) แต่มีความสัมพันธ์กับการมีประวัติฆาตกรรมในบ้าน (homicide)

หมู่เลือดโอ มีความเสี่ยงในการเกิดโรคหรือพยาธิสภาพต่ำ

Dividson, McMurray, Prakash, 1990[13] รายงานการศึกษาว่า หมู่เลือดโอมีความเสี่ยงในการเกิดโรคกระดูกบาง (osteopenia) น้อยที่สุด เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีความหนาแน่นของกระดูก (bone density) สูง และค่านี้ไม่ลดไปตามอายุมากเท่ากลุ่มหมู่เลือดอื่น

Poujoul-Robert et al. 2006 [14] กลุ่มเลือดหมู่โอมีความเสี่ยงน้อยที่สุดในการเกิดภาวะรุนแรงของเนื้อเยื่อที่เป็นพังผืด (severe fibrosis) จากการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบไทป์ซี (chronic hepatitis C infection)

Nozoe et al. 2004[15] รายงานว่า บุคคลหมู่เลือดโอมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งหลอดอาหารน้อยที่สุด ในขณะที่หมู่เลือดเอบีนั้นพบความรุนแรงในการเกิดโรคมากที่สุด

Choi and Pai 2004[16] ทำการศึกษาในหญิงวัยหมดประจำเดือน พบว่าหญิงที่มีหมู่เลือดโอมีมวลกระดูกมากที่สุด มีโอกาสเสี่ยงการเป็นโรคกระดูกพรุนน้อยที่สุด

หมู่เลือดเอ มีความเสี่ยงในการเกิดโรคหรือพยาธิสภาพสูง

Erikssen et al. 1980 [17] รายงานว่าผู้มีหมู่เลือดเอ มีการอุดตันลิ่มเลือดของหลอดเลือด (thrombotic plaque) ทำให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ (coronary heart disease) ได้สูงกว่าบุคคลหมู่เลือดโอ

Asano et al. 1987[18] และ Lee et al. 1990 [19] รายงานว่าผู้มีหมู่เลือดเอมีความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งกระเพาะอาหารสูงสุด (stomach cancer) กว่าหมู่เลือดอื่น

Shrara et al. 2006 [20] รายงานพบความสัมพันธ์การเกิด gastric malignancy กับกลุ่มหมู่เลือดเอ โดยคาดว่าน่าจะเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อ *Helicobactor pylori* ที่มี virulence factor ชนิด cytotoxin' associated gene A and vacuolating cytotoxin gene A ซึ่งน่าจะเกาะบนผิวลำไส้บุคคลกลุ่มเลือดเอ

Uchida et al. 2006[14] รายงานการศึกษา lactoacid bacteria และพบชนิดที่สามารถจับ binding to human blood type-A antigen [GalNAcalpha1-3 (Fucalpha1-2) Gal-: A-trisaccharide] expressed in the intestinal mucosa.

Kvist et al. 1988[22] พบว่าผู้มีหมู่เลือดเอ มีความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งทางเดินปัสสาวะส่วนบน upper urinary tract มากกว่ากลุ่มอื่น

Getahun et al. 2002[23] พบว่าบุคคลกลุ่มเลือดเอ เมื่อรับอาหารประเภท grass pea (Lathyrus sativus) ที่ปรุงด้วยการต้ม (boil) หรือย่าง (roast) มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรค neurolathyrism อย่างมีนัยสำคัญ

Vioque and Walker, 1991[24] พบว่าผู้มีหมู่เลือดเอมีความเสี่ยง (ปานกลาง) ต่อการเป็นตับอ่อนอักเสบ

Nozoe et al 2004[15] รายงานว่า บุคคลหมู่เลือดเอ มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งหลอดอาหาร (esophagealsquamous cell carcinoma) ที่มีการบุกรุกเข้าหลอดเลือดดำ (venous evasion) มากที่สุด

Jia D 1991[25] พบว่าหมู่เลือดเอมีความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งกระดูกขั้นแพร่กระจาย (metastatic bone tumor) มากกว่ากลุ่มอื่นๆ

Sipetic et al. 2005[26] เกี่ยวกับหมู่เลือดเอ มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งกระเพาะอาหาร แต่หากบุคคลผู้นั้นไม่สูบบุหรี่และรับประทานอาหารประเภทผัก ผลไม้ และลดอาหารเค็มจะสามารถลดความเสี่ยงการเกิดโรคได้ถึง 65-75%

Whincup et al, 1990[31] รายงานพบบุคคลที่มีหมู่เลือดเอและเอบีมีแนวโน้มในการเป็นโรคหัวใจสูงมากกว่ากลุ่มอื่น

หมู่เลือดบี มีความเสี่ยงในการเกิดโรคหรือพยาธิสภาพต่ำ

Shimizu et al 2004[27] ศึกษากลุ่มอายุร้อยปีขึ้นไป ชาวญี่ปุ่น (centenarian) พบว่า มีความสัมพันธ์กับกลุ่มหมู่เลือดบี มากที่สุด

หมู่เลือดเอบี มีความเสี่ยงในการเกิดโรคหรือพยาธิสภาพสูง

Nozoe et al 2004[15] รายงานว่าบุคคลหมู่เลือดเอบีนั้นพบความรุนแรงในการเกิดโรคมะเร็งหลอดอาหาร (esophageal squamous cell carcinoma) ขั้นรุนแรงมากที่สุด

Choi and Pai 2004[16] ทำการศึกษาในหญิงวัยหมดประจำเดือนพบว่าหญิงที่มีหมู่เลือดเอบี มีมวลกระดูกน้อยที่สุด มีโอกาสเสี่ยงการเป็นโรคกระดูกพรุนสูงที่สุด

Whincup et al, 1990[31] รายงานพบบุคคลที่มีหมู่เลือดเอบีมีแนวโน้มในการเป็นโรคหัวใจสูงมากกว่ากลุ่มอื่น

นอกจากผิวเซลล์เม็ดเลือดแดงมีแอนติเจนเอ บี โอ แล้ว เซลล์อื่นๆ ก็พบแอนติเจนเหล่านี้เช่นกัน

Lee et al. 1991 [21] รายงานการศึกษาผู้ป่วยมะเร็งปอดที่เป็นชนิด non-smallcell lung cancer ที่รับการรักษาโดยการผ่าตัดเซลล์มะเร็งออก พบว่าผู้ป่วยที่มีเซลล์มะเร็งที่มีแอนติเจนเอของหมู่เลือดเอ (blood group antigen A) สามารถรอดชีวิตนานกว่าผู้ป่วยที่เซลล์มะเร็งไม่มีแอนติเจนเอ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาโรคหรือพยาธิสภาพบางชนิดก็ไม่พบการเกี่ยวข้องกับการมีกลุ่มเลือดต่างกันแต่อย่างใด เช่น รายงานโดย Lurie et. al. 1991[29] ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการมีกลุ่มเลือดต่างกันกับการเกิด recurrence pelvic inflammatory disease และ Oishi et al. 1989[30] ก็ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการมีกลุ่มเลือดต่างกันกับการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมาก

อาหารตามหมู่เลือดเพื่อสุขภาพ

ที่มาของอาหารตามหมู่เลือดที่มาโด่งดังในขณะนี้ มีส่วนหนึ่งได้มาจากการนำเสนอรายงานของ Dr. Peter D'Adamo ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านธรรมชาติบำบัด a naturopathic physician (จากเว็บไซต์ http://www.dadamo.com/typebase4/recipes.htm) ได้นำเสนอการรับประทานอาหารตามหมู่เลือด และจัดพิมพ์ในหนังสือที่ชื่อว่า "Eat right for your type" (1996) และ "Cook right for your type" (1998) (G.P. Putnam's Sons) โดยอาศัยประสบการณ์จากการทำงานและได้ผลสำเร็จ ซึ่งได้รับความนิยมและเผยแพร่ไปอย่างกว้างขวางในประเทศ

ต่างๆ มีเนื้อหาสรุปจากบางส่วนได้ว่า การที่บุคคลมีหมู่เลือดต่างกันนี้ ทำให้ความสามารถของเม็ดเลือดที่จับกับสารที่ชื่อว่าเลคติน (lectin) ต่างกันด้วย หากมีการจับกันระหว่างเม็ดเลือดและเลคตินมากเกินไปก็จะมีผลต่อการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย ได้แก่ ระบบย่อยอาหาร ระบบการเผาผลาญพลังงาน ระบบต่อมไร้ท่อ เป็นต้น เช่น เมื่อเลคตินหลุดรอดจากการสูญสลายเนื่องจากการปรุงอาหารและกระบวนการย่อยอาหารแล้ว ผ่านเข้าสู่ระบบเลือดและจับกับเซลล์ได้ ทำให้รบกวนระบบการดูดซึมอาหาร ทำลายผนังกระเพาะอาหารและลำไส้ และในที่สุดส่งผลให้ร่างกายสูญเสียสมดุล ก่อให้เกิดพยาธิสภาพและโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ

ความหมายและตัวอย่างของเลคติน

เลคติน เป็นโปรตีนที่จับกับคาร์โบไฮเดรตได้จำเพาะ (carbohydrate-binding protein) ได้จากพืชเป็นหลัก โดยเฉพาะพืชจำพวกถั่ว ตัวอย่างของเลคตินได้แก่

1. คอนคานาวาลินเอ (concanavalin A) พบมากในถั่วพร้า (jackbean) การทำงานของคอนคานาวาลินเอ คือ สามารถจับกับสายคาร์โบไฮเดรตที่มีปลายเป็นน้ำตาลแมนโนสที่จัดตัวเป็น nonreducing terminal

2. วีทเจอร์มแอกกลูตินิน (wheat-germ agglutinin) พบมากในจมูกข้าวสาลี การทำงานของวีทเจอร์มแอกกลูตินิน คือ สามารถจับกับสายคาร์โบไฮเดรตที่มีปลายเป็นน้ำตาลเอ็น-อะเซ็ททิลกลูโคซามีน (N-acetylglucosamine; GlcNAc)

3. พีนัทเลคติน (peanut lectin) พบมากในถั่วลิสง การทำงานของพีนัทเลคตินคือสามารถจับกับสายคาร์โบไฮเดรตที่มีปลายเป็นน้ำตาลกาแลคโตสจับกับน้ำตาลเอ็น-อะเซ็ททิลกาแลคโตซามีน

4. ไฟโตฮีแมกกลูตินิน (phytohaemagglutinin) พบมากในถั่วแดงหลวง (red kidney bean) การทำงานของไฟโตฮีแมกกลูตินิน คือ สามารถจับกับสายคาร์โบไฮเดรตที่มีปลายเป็นน้ำตาลแมนโนสจับกับน้ำตาลเอ็น-อะเซ็ททิลกลูโคซามีนและกาแลคโตส นายแพทย์ดาดาโม ได้แนะนำให้หลีกเลี่ยงอาหารบางประเภท และแนะนำอาหารบางประเภทโดยคำนึงถึงผลต่อหมู่เลือดเป็นสำคัญ

อาหารตามหมู่เลือดที่คุณหมอดาดาโมแนะนำเป็นดังนี้ [5, 31, 32]

บุคคลที่มีหมู่เลือดโอ บุคคลหมู่เลือดนี้เป็นหมู่เลือดดั้งเดิมที่มีมากที่สุด เป็นกลุ่มที่จัดอยู่ในประเภทนักล่าสัตว์-มนุษย์ถ้ำ (hunter-caveman) อาหารที่ควรหลีกเลี่ยงได้แก่ ข้าวโพด ข้าวสาลี ขนมปัง ถั่วเลนทิล ถั่วแดง กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก สำหรับอาหารที่ควรรับประทานให้มากจะเป็นอาหารประเภทเนื้อสัตว์ อาหารผักที่ได้มาจากการปลูกในที่มีแสงแดด

ผักผลไม้ที่มีสี เช่น มะเขือเทศ พลัม ลูกพรุน อาหารประเภทสาหร่ายทะเล จำกัดอาหารจำพวกนมและผลิตภัณฑ์จากนม กาแฟ น้ำอัดลม ชาดำ แต่ให้ดื่มชาอย่างอื่นได้ หลีกเลี่ยงผลไม้พวกแตงโมและแคนตาลูป รวมถึงให้ออกกำลังกายมากๆ

ผู้ที่มีหมู่เลือดโอจะมีระบบย่อยอาหารไม่ดี เป็นโรคกระเพาะได้ง่าย กระเพาะมักมีความเป็นกรดสูง จึงย่อยอาหารพวกเนื้อสัตว์ได้ดีกว่าหมู่เลือดกรุ๊ปอื่น นอกจากนี้มักจะเป็นโรคระดับฮอร์โมนไทรอยด์ต่ำ จึงควรหลีกเลี่ยงอาหารที่ขัดขวางการทำงานของต่อมไทรอยด์ เช่น กะหล่ำปลีและกะหล่ำดอก ผู้ที่มีหมู่เลือดนี้จึงเน้นกินอาหารพวกโปรตีนและออกกำลังให้มาก การออกกำลังกายควรเป็นแบบแอโรบิก อย่างน้อยครั้งละ 30-40 นาที สัปดาห์ละ 3 ครั้ง

บุคคลที่มีหมู่เลือดบี บุคคลหมู่เลือดนี้เป็นหมู่เลือดที่มีในประชากรแถบเอเชีย จัดเป็นกลุ่มกลางๆ (dairy-eating omnivores) รับประทานได้ทั้งนม เนื้อ และผัก อาหารที่ควรหลีกเลี่ยง ได้แก่ ลูกพลับ ทับทิม ลูกแพร์ มะเขือเทศ ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วแดง งา เมล็ดทานตะวัน ข้าวโพด ข้าวไรน์ ข้าวสาลี อาหารทะเล เช่น ปู กุ้ง หอยนางรม ปลาหมึก สัตว์ปีก เช่น ไก่ เป็ด ห่าน นก แต่รับประทานอาหารโปรตีนเนื้อสัตว์อื่นได้ เช่น วัว แกะ ไก่งวง กระต่าย เนื้อปลาทะเลลึก เช่น ปลาจาระเม็ด ปลาตาเดียว นมและผลิตภัณฑ์จากนม ไข่ ข้าวโอ๊ต ข้าวกล้อง ผักใบเขียว บุคคลที่มีหมู่เลือดบีมีระบบย่อยอาหารและการตอบสนองต่อความเครียดดี การออกกำลังกายไม่ต้องหนักแบบหมู่เลือดโอ เช่น การออกกำลังกายรำมวยจีน เดินทางไกล ตีกอล์ฟ ปั่นจักรยาน หากเกิดความเครียดก็ใช้วิธีนั่งสมาธิ หรือฟังเพลงที่ใช้จินตนาการหรือฟังแล้วผ่อนคลาย

บุคคลที่มีหมู่เลือดเอ บุคคลกลุ่มนี้มีมากแถบยุโรป เป็นกลุ่มมังสวิรัติ (vegetarians) ไม่ควรกินเนื้อสัตว์ เนื่องจากมีกรดในกระเพาะน้อย อาหารที่ควรหลีกเลี่ยง ได้แก่ มะเขือเทศ มันฝรั่ง พริกไทย เห็ด กะหล่ำ มะกอก มะม่วง มะละกอ ส้ม ชาดำ เบียร์ โซดา น้ำอัดลม ควรรับประทานอาหารพวกปลา ถั่ว ข้าว (แต่สำหรับข้าวสาลีไม่ให้มากเกินไป) กระเทียม ฟักทอง แครอท ผักโขม บร็อคโคลี่ และผลไม้คือสับปะรด เชอรี่ ส้มโอ มะนาว ชาเขียว ไวน์แดง กาแฟและน้ำขิง ช่วยกระตุ้นการหลั่งกรดมากขึ้น ออกกำลังกายชนิดที่ไม่หักโหมมาก เช่น ตีกอล์ฟ ปีนเขา ว่ายน้ำ เต้นรำ ควรนั่งสมาธิ โยคะ และรำมวยจีน

บุคคลที่มีหมู่เลือดเอบี มีลักษณะผสมระหว่างเอและบี อาหารที่ควรหลีกเลี่ยง ได้แก่ ผลไม้เขตร้อน เช่น มะม่วง ฝรั่ง มะพร้าว กล้วย ส้ม แต่ควรรับประทานสับปะรด น้ำอุ่นผสมมะนาว องุ่น พลัม เบอร์รี เชอรี อาหารพวกเต้าหู้ กระเทียม หัวไชเท้า นม นมหมัก นมเปรี้ยว ถั่วต่างๆ ปลาทะเล ปลาทูนา ซาร์ดีน ออกกำลังกายประเภทที่สงบนิ่งแต่ใช้แรง เช่น โยคะ รำมวยจีน หรือว่ายน้ำ ปั่นจักรยาน ตีกอล์ฟ

อย่างไรก็ตาม หนังสือที่ได้จัดพิมพ์โดยนายแพทย์ปีเตอร์ ดาดาโม นี้ มีทั้งกลุ่มที่สนับสนุนและกลุ่มที่คัดค้าน

กลุ่มที่คัดค้านได้แก่ Klaper M [33] มีเหตุผลว่า การนำเสนอของนายแพทย์ปีเตอร์ ดาดาโมนั้นไม่มีหลักฐานยืนยันทางวิทยาศาสตร์ชัดเจน ยังไม่มีงานวิจัยที่มีการศึกษาในคนที่มีกลุ่มทดสอบและกลุ่มควบคุมแล้วศึกษาผล โดยผลสรุปมีความเชื่อมั่นทางสถิติชัดเจน นอกจากนั้นยังมีรายละเอียดปลีกย่อยของการแนะนำที่ไม่น่าเชื่อถือและไม่น่าปฏิบัติตาม เช่น การแนะนำให้บุคคลที่มีหมู่เลือดบีรับประทานอาหารประเภทนม หากบุคคลนั้นอยู่ในประเภทแพ้นม (lactose intolerance) หรือให้บุคคลรับประทานอาหารเนื้อสัตว์มาก ซึ่งจะทำให้อิ่มมากและลดการรับประทานอาหารอื่น เช่น ผัก ผลไม้ที่เป็นประโยชน์ Mangles R. 1996[34] คัดค้านนายแพทย์ปีเตอร์ ดาดาโม ที่ไม่มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และคัดค้านการให้รับประทานเนื้อสัตว์มาก เนื่องจากงานวิจัยที่สนับสนุนว่าบุคคลที่รับประทานอาหารเจหรือผักผลไม้จะมีอายุยืนกว่าบุคคลที่รับประทานเนื้อสัตว์ โดยไม่เกี่ยวข้องกับหมู่เลือด

ส่วนกลุ่มที่สนับสนุนได้แก่ Martin S, 1999 [35], Martin S. 2000 [36] และ Branner et.al, 2000 [37] ได้ทำการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม และมีผลงานวิจัยสอดคล้องกับการนำเสนอของนายแพทย์ดาดาโม เช่น Martin S, 1999 [35] ศึกษาผลของเล็คตินกลูเต็น (gluten lectin) ที่อยู่ในข้าวสาลี ขนมปังเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคลำไส้ (coeliac disease) โดยเลคตินสามารถทนต่อกระบวนการย่อยอาหาร ผ่านจากกระเพาะอาหารเข้าสู่ลำไส้เล็ก และออกฤทธิ์ทำให้เอนไซม์ที่จำเป็นในกระบวนการย่อยและดูดซึมอาหารไม่ทำงาน

นอกจากนี้ยังมีการสนับสนุนจาก Branner et. al, 2000 [37] พบว่าบุคคลที่มีหมู่เลือดโอมีโอกาสเสี่ยงสูงในการเป็นโรคกระเพาะอาหาร สำหรับสาเหตุหนึ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดโรคกระเพาะอาหารคือสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรียที่ชื่อเฮลิโคแบคเตอร์ไพลอไร *(Helicobacter pylori: H.pylori)* มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคกระเพาะอย่างมีนัยสำคัญ เป็นที่น่าสนใจว่า Falik et al., 1993[38] และ Garratty G, 1995[39] มีการศึกษาพบว่าบุคคลที่มีหมู่เลือดโอนั้นมีน้ำตาลฟูโคส (fucose) เป็นส่วนของไกลโคโปรตีนที่เป็นแอนติเจนบนผิวเซลล์ที่สำคัญ และเป็นส่วนที่ทำให้แบคทีเรีย *H. pylori* เข้าเกาะได้ดีกว่าเซลล์ของหมู่เลือดอื่น

สำหรับบุคคลที่มีหมู่เลือดเอและเอบีนั้น Whincup et al, 1990 [40] รายงานพบบุคคลที่มีหมู่เลือดเอและเอบีมีแนวโน้มในการเป็นโรคหัวใจสูงมากกว่ากลุ่มอื่น นอกจากนี้ Gillum RF, 1991[41], Meade et al, 1994[42] มีรายงานวิจัยพบว่าคนหมู่เลือดเอจะมีระดับคอเลสเตอรอลและระดับแฟคเตอร์ VIII สูงกว่ากลุ่มหมู่เลือดอื่น Greenwell P, 1997[43] โดยพบว่าคนที่มีหมู่เลือดเอนั้นมีแนวโน้มการเป็นมะเร็งสูงด้วย เช่น มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งเต้านม มะเร็งปากมดลูก มะเร็งรังไข่ มะเร็งตับอ่อน และมะเร็งเม็ดเลือดขาวลูคีเมีย Telen M, 1996[44] มีรายงานศึกษาพบว่าหมู่เลือดเอมีตัวรับจำเพาะของเชื้อยีสต์แคนดิดา อัลบิแคน *(Candida albican)*

ที่ก่อโรคติดเชื้อในช่องปากและช่องคลอด นอกจากนี้ Kinane et al., 1982[45] รายงานถึงบุคคลที่มีหมู่เลือดบีว่ามักติดเชื้อทางเดินปัสสาวะซ้ำซ้อนอีกด้วย

บทวิจารณ์และสรุป

การแบ่งกลุ่มบุคคลตามหมู่เลือด แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของสารที่เป็นแอนติเจนบนผิวของเม็ดเลือดแดง เป็นสารคาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้จากการทำงานของเอนไซม์ที่บทบาทและความสามารถในการทำงาน ขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำงานของกลไกระดับดีเอ็นเอหรือระดับพันธุกรรมอีกต่อหนึ่ง กลุ่มหมู่เลือดเอมีความสามารถของเอนไซม์ที่ผลิตแอนติเจนเอ กลุ่มหมู่เลือดบีมีความสามารถของเอนไซม์ที่ผลิตแอนติเจนบี กลุ่มหมู่เลือดเอบีมีความสามารถของเอนไซม์ทั้งสองชนิดที่ผลิตได้ทั้งแอนติเจนเอและบี ส่วนกลุ่มหมู่เลือดโอไม่มีการทำงานของเอนไซม์ทั้งสองกลุ่มที่ผลิตแอนติเจนเอ และแอนติเจนบี ทำให้กลุ่มหมู่เลือดนั้นไม่มีแอนติเจนเอและบี การที่มีแอนติเจนต่างๆ เหล่านี้นอกจากจะพบว่ามีขึ้นที่ผิวของเม็ดเลือดแดงแล้ว ยังพบแอนติเจนจำเพาะเหล่านี้ที่เซลล์อื่นๆ ได้เช่นกัน เช่น เซลล์ที่ผิวกระเพาะอาหาร เซลล์มะเร็งบางชนิด เป็นต้นเหตุการณ์ต่างๆ เหล่านี้ส่งเสริมให้เกิดการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของแอนติเจน ในหลายรูปแบบ ได้แก่ การที่แอนติเจนจับกับแอนติบอดีอย่างจำเพาะ แล้วมีการกระตุ้นให้เซลล์เม็ดเลือดแดงตกตะกอน การที่มีแอนติเจนจำเพาะที่ผิวเซลล์ส่งเสริมให้จุลชีพบางชนิดที่จำเพาะจับอยู่กับผิวเซลล์ได้ดีขึ้น และกระตุ้นการเกิดโรคง่ายขึ้น และที่น่าสนใจ คือ สมมุติฐานที่เกี่ยวกับอาหารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติคล้ายกับเป็นแอนติเจนได้ด้วย และเป็นส่วนให้มีการจัดกลุ่มแอนติเจนจากอาหารที่เข้ากันหรือไม่เข้ากันกับแอนติเจนจากหมู่เลือด โดยเฉพาะสมมติฐานเกี่ยวกับสารอาหารประเภทเลคตินอินมีบทบาทในการจับกับสารคาร์โบไฮเดรตที่จำเพาะ หรือเป็นการเข้ากันหรือไม่เข้ากันกับแอนติเจนที่จำเพาะ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้มีการศึกษามากขึ้น ตลอดจนมีรายงานเกี่ยวกับการรับประทานอาหารตามหมู่เลือดแล้วเป็นผลดีต่อสุขภาพ โดยเฉพาะรายงานและอ้างอิงจากการศึกษาของนายแพทย์อเมริกัน ปีเตอร์ ดาดาโม อย่างไรก็ตาม เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มที่คัดค้านและกลุ่มสนับสนุนเรื่องอาหารตามหมู่เลือดแล้ว เรื่องราวเหล่านี้แม้จะเป็นเรื่องที่น่าสนใจ และเป็นไปได้จริงในการพิจารณาและศึกษาโดยรวม แต่ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปอีก โดยเฉพาะการศึกษาวิจัยในรายละเอียดถึงผลของอาหารชนิดต่างๆ ที่บริโภคในกลุ่มบุคคลที่มีหมู่เลือดแตกต่างกัน จึงจะสามารถเชื่อถือข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างจริงจัง โดยบุคคลที่จะกระทำตามคำแนะนำของอาหารตามหมู่เลือดนี้ ควรจะต้องพิจารณาข้อจำกัดของแต่ละบุคคลด้วย พยาธิสภาพของโรคที่มีในแต่ละบุคคล ก็เป็นปัจจัย

สำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณาอย่างถี่ถ้วน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นภัยน้อยที่สุดแก่ผู้บริโภค ซึ่งอันตรายที่เกิดจากการเชื่อถือข้อมูลเหล่านี้มากเกินไป โดยมิได้พิจารณาในรายละเอียดอีกครั้งหนึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ดังเช่นที่มีคำบอกเล่าที่กล่าวถึงบุคคลบางคน ซึ่งเมื่อรับประทานอาหารตามหมู่เลือดแล้วกลับมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น มีอาการปวดตามข้อ และมีระดับคอเลสเตอรอลสูง อีกประการหนึ่งคือ การที่บุคคลนั้นๆ มีพยาธิสภาพของร่างกายที่จำเป็นต้องงดอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เช่น มีรายงานว่ากลุ่มผู้ป่วยมาเลเรีย หากรับประทานอาหารที่มีโปรตีนต่ำจะช่วยให้หายจากโรคเร็วกว่า[46] แต่หากผู้ป่วยเหล่านี้มีเลือดหมู่โอ ก็มีการแนะนำให้รับประทานอาหารประเภทเนื้อสัตว์สูง ดังนั้นหากมีการเชื่อถือและปฏิบัติตาม โดยมิได้คำนึงถึงพยาธิสภาพและข้อเสียในการรับประทานอาหารประเภทดังกล่าว ก็อาจเป็นอันตรายได้เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

1. Landsteiner K (1900). “Zur Kenntnis der antifermentativen, lytischen und agglutinierenden Wirkungen des Blutserums und der Lymphe”. *Zentralblatt Bakteriologie* 27: 357-62. or http://en.wikipedia.org/wiki/ABO__blood__group__system#History__of __discoveries
2. von Decastello A, Sturli A (1902). “Ueber die Isoagglutinine im Serum gesunder und krankerMenschen”. *MfinchmedWschr* 49:1090-5.or http://en.wikipedia.org/wiki/ABO__blood__group__system#History__of__discoveries
3. ผู้มารับบริการของงานบริการวิชาการชุมชน คณะเทคนิคการแพทย์ มช. ปี 2546 ; http://www.ams.cmu.ac.th/depts/amscenter/amscenter/article__bloodgroup.html โดย อ.สุรภา เดชะ แขนงวิชาภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)
4. Das P, Nair S., Harris V., Rose D., Mammen J., Bose Y.,and Sudarsanam A. (2001) Distribution of ABO and Rh-D blood groups among blood donors in a tertiary care centre in South India.Tropical doctor (Trop. doct.) vol.31, no.1, pp. 47-48 (9 ref.)
5. http://www.dadamo.com/napharm/store3/template2/encyclopedia.html

6. Mourant, A. E.; Ada C. KopeĆ, Kazimiera Domaniewska-Sobczak (1976). *The distribution of the human blood groups, and other polymorphisms.* London: Oxford UniversityPress.ISBN0-19-264167-. http://en.wikipedia.org/wiki/ABO__blood__ group__system login 5-10-2007
7. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/bv.fcgi?rid=rbcantigen.chapter.ch05ABO
8. Saitou N, Yamamoto F. Evolution of primate ABO blood group genes and their homologous genes. *Mol Biol Evol* 1997;14(4):399-411.
9. Henry SM. Molecular diversity in the biosynthesis of GI tract glycoconjugates. A blood-group-related chart of microorganism receptors.*Transfus Clin Biol* 2001; 8(3) : 226-30.
10. Aspholm-Hurtig M, Dailide G, Lahmann M, et al. Functional adaptation of BabA, the H. pylori ABO blood group antigen binding adhesin. *Science* 2004; 305 (5683): 519-22.
11. Nikawa H, Kotani H, Sadamori S, Hamada T. Denture stomatitis and ABO blood types. *J Prosthet Dent* 1991;66(3):391-4.
12. Lester D. Blood types and national suicide rates. *Crisis* 2004;25(3):140.
13. Davidson BJ, MacMurray JP, Prakash V. ABO blood group differences in bone mineral density of recovering alcoholic males. *Alcohol Clin Exp Res* 1990; 14(6): 906.
14. Poujol-Robert A, Boelle PY, Wendum D, Poupon R, Robert A. Association between ABO blood group and fibrosis severity in chronic hepatitis C infection. *Dig Dis Sci* 2006; 51(9):1633-6.
15. Nozoe T, Ezaki T, Baba H, Kakeji Y, Maehara Y. Correlation of ABO blood group with clinicopathologic characteristics of patients with esophageal squamous cell carcinoma. *Dis Esophagus* 2004;17(2):146-9.
16. Choi JW, Pai SH. Associations between ABO blood groups and osteoporosis in postmenopausal women. *Ann Clin Lab Sci* 2004;34(2):150-3.
17. Erikssen J, Thaulow E, Stormorken H, Brendemoen O, Hellem A. ABO blood groups and coronary heart disease (CHD). A study in subjects with severe and latent CHD. *Thromb Haemost* 1980; 43(2):137-40.

18. Asano A, Mizuno S, Sasaki R, Aoki K. [Family study of cancer among gastrectomized patients]. *Gan No Rinsho* 1987;33(5 Suppl):463-8.
19. Lee HH, Wu HY, Chuang YC, et al. Epidemiologic characteristics and multiple risk factors of stomach cancer in Taiwan. *Anticancer Res* 1990;10(4):875-81.
20. Sharara AI, Abdul-Baki H, ElHajj I, Kreidieh N, Kfoury Baz EM. Association of gastroduodenal disease phenotype with ABO blood group and Helicobacter pylori virulence-specific serotypes. *Dig Liver Dis* 2006; 38(11): 829-33.
21. Uchida H, Kinoshita H, Kawai Y, et al. Lactobacilli binding human A-antigen expressed in intestinal mucosa. *Res Microbiol* 2006;157(7):659-65.
22. Kvist E, Lauritzen AF, Bredesen J, Luke M. Relationship between blood groups and tumors of the upper urinary tract. *Scand J Urol Nephrol* 1988;22(4): 289-91.
23. Getahun H, Lambein F, Van der Stuyft P. ABO blood groups, grass pea preparation, and neurolathyrism in Ethiopia. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2002; 96(6): 700-3.
24. Vioque J, Walker AM. [Pancreatic cancer and ABO blood types: a study of cases and controls]. *Med Clin (Barc)* 1991; 96(20) : 761-4.
25. Jia DX. [Bone tumor and ABO blood type]. *Zhonghua Zhong Liu Za Zhi* 1991;13(3): 220-2.
26. Sipetic S, Tomic-Kundakovic S, Vlajinac H, Maksimovic N, Knezevic A, Kisic D. [Epidemiological characteristics of gastric cancer]. *Med Pregl* 2005; 58 (5-6):265-70.
27. Shimizu K, Hirose N, Ebihara Y, et al. Blood type B might imply longevity. *Exp Gerontol* 2004; 39(10):1563-5.
28. Lee JS, Ro JY, Sahin AA, et al. Expression of blood-group antigen A'a favorable prognostic factor in non-small-cell lung cancer. *N Engl J Med* 1991;324(16): 1084-90.
29. Lurie S, Sigler E, Fenakel K. The ABO, Lewis or P blood group phenotypes are not associated with recurrent pelvic inflammatory disease. *Gynecol Obstet Invest* 1991;31(3):158-60.

30. Oishi K, Okada K, Yoshida O, et al. Case-control study of prostatic cancer in Kyoto, Japan: demographic and some lifestyle risk factors. *Prostate* 1989;14(2): 117-22.

31. D'Adamo, PJ & Whitney, C. Eat Right 4 Your Type (GP Putnam's Sons Publishers); http://ez-weightloss.com;http://www.acu-cell.com/btd.html; http://www.drlam.com/blood__type__diet/index.cfm; http://www.quackwatch.org/04consumerEducation/NegativeBR/ d'adamo.html

32. http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/pep_6_2548_blood_type_diets.pdf - (อาหารตามหมู่เลือด โดย กัญญา ม่วงแก้ว)

33. Klaper M http://www.health 101.org/art__blood__type__diet.htm

34. Mangels R 1996 http://www.webmed.com/content/article/11/1671__50888. login 12/12/2006

35. Martin S (1999) An introduction to lectins. Nutrition Practitioner 1(3):21-22

36. Martin S (2000) Eating for your type : Review of D'Adamo's recommendations. Nutrition Practitioner 2(1): 47-49.

37. Branner et.al (2000) *Helicobacter pyroli* infection among offsprings of patients with stomach cancer. Gastroenterology 118(1): 31-5.

38. Falik P et a; (1993) An invitro adherence assay reveals that Helicobacter pyroli exhibits cell lineage-specific tropism in the human gastric epithelium. Proc. *Natl Acad. Sci.* U.S.A. 90(5): 2035-9.

39. Garratty G (1995) Blood group antigens as tumor markers, parasitic/bacteril/viral receptors, and their association with immunologically important proteins. Immunol Invest 24(1-2):213-32.

40. Whincup PH et al (1990) ABO blood group and ischemic heart disease in British men. Brit Med J 300(6741): 1679-82.

41. Gillum RF (1991) Blood group, serum cholesterol, serum uric acid, blood pressure, and obesity in adolescents. J Natl Med Assoc 83(8): 682-8.

42. Meade et al (1994) Factor VIII, ABO blood group and the incidence of ischemic heart disease. Br, J. Haematol 88(3): 601-7.

43. Greenwell P (1997) Blood group antigens: molecules seeking a function? Glycoconj 14(2) : 159-73.

44. Telen M (1996) Erythrocyte blood group antigens: poilymorphisms of functionally important molecules. Sem Hematol 33(4): 302-314.

45. Kinane DF et al (1982) ABO blood group, secretor state, and susceptibility to tecurrent 6urinary tract infection in women. Brit Med J 285 (Jul 3): 7-14.

46. Ariyasinghe A, Morshed SR, Mannoor MK, et al. Protection against malaria due to innate immunity enhanced by low-protein diet. *J Parasitol* 2006;92(3): 531-8.

ประวัติผู้นิพนธ์บทที่ 10

ชื่อ : รศ. ดร.ตรีทิพย์ รัตนวรชัย (เชี่ยวชาญวิทย์)

สถานที่ปฏิบัติงาน : สาขาชีวเคมี สถานวิทยาศาสตร์พรีคลีนิก
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121
โทรศัพท์ 02-926-9710 โทรสาร 02-926-9711

อีเมล : treetip2000@hotmail.com

การศึกษา : วทม. สาขาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ Ph.D. Department of Preventive Medicine and Community Health, Division of Environmental Toxicology, University of Texas Medical Branch Galveston, Texas, U.S.A.

ผลงานทางวิชาการ :

1. บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในต่างประเทศและในประเทศไม่ต่ำกว่า 15 เรื่อง
2. ผลงานทางด้านงานแต่ง เรียบเรียงเกี่ยวกับเรื่องชีวเคมีของฮอร์โมนเชิงบูรณาการและมหัศจรรย์ของดีเอ็นเอ
3. ประสบการณ์ในด้านวิจัย เรื่อง lipid-Soluble antioxidants, cytogenetic effects, Toxicological interactions between nickel and radiation, genotoxicity, Mutagenicity and cytotoxicity, chromosome damage and repair, Royal Jelly, Glutathione-S-transferases Semen and FISH analyses of sperm

บทที่ 11
การอดอาหารและการจำกัดแคลอรี
(Fasting and Caloric Restriction)

บทนำ

พลังงานและหน่วยของพลังงาน

สารอาหารที่ให้พลังงาน

ฮอร์โมนและการเปลี่ยนแปลงของสารอาหาร

ผลของการอดอาหารและการจำกัดแคลอรีต่อการทำงานของร่างกาย

ผลของการอดอาหารและการจำกัดแคลอรีต่อการชะลอความชรา

โรคและความผิดปกติที่อาจป้องกันหรือรักษาได้

ข้อจำกัดของการศึกษาที่ผ่านมา

การอดอาหารและการจำกัดแคลอรีที่ปฏิบัติในปัจจุบัน

แนวทางการอดอาหารและการจำกัดแคลอรี

บทสรุป

เอกสารอ้างอิง

บทที่ 11
การอดอาหารและการจำกัดแคลอรี
(Fasting and Caloric Restriction)

ดร. ไชยยง รุจจนเวท

บทนำ

การอดอาหาร (Fasting) หมายถึงการงดบริโภคอาหารเป็นระยะสลับกับการบริโภคอาหาร (Intermittent fasting, IF) สำหรับการจำกัดแคลอรี (Caloric restriction, CR) หมายถึงการจำกัดปริมาณพลังงานที่บริโภค แต่ยังคงบริโภคสารอาหารอื่นๆ เช่น วิตามินและเกลือแร่ต่างๆ ทั้งการอดอาหารและการจำกัดแคลอรีล้วนมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการมีช่วงอายุสุขภาพดีที่ยืนยาว (long health span) และมีอายุรวมยืนยาว (long life span)

มนุษย์ได้สังเกตว่า ขณะที่สัตว์ไม่สบาย มันจะไม่กินอาหาร ซึ่งเป็นไปตามสัญชาตญาณของสิ่งมีชีวิตที่ต้องการสงวนพลังงานที่ใช้ในการย่อยอาหารเพื่อไว้ใช้ต่อสู้กับความเจ็บป่วย โดยธรรมชาติ การได้มาซึ่งอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญมากประการหนึ่งในการกำหนดพฤติกรรมต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต การได้รับอาหารในปริมาณที่ไม่เพียงพอเป็นพลังขับดันที่สำคัญ ทำให้สิ่งมีชีวิตมีกิจกรรมที่เคลื่อนไหวอยู่เสมอ ไม่เฉื่อยชา นับแต่อดีตกาล การอดอาหารยังถือเป็นการบำเพ็ญสมาธิชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอยู่ในวิถีปฏิบัติของทุกศาสนา (ตารางที่ 1) เชื่อกันว่าการอดอาหารมิได้เป็นแต่เพียงแค่การล้างพิษออกจากร่างกาย (body detoxification) และยังชำระล้างจิตใจอีกด้วย เพราะต้องลดกิเลสความยาก ความโลภลงด้วย

การอดอาหารจึงถือว่าเป็นขั้นตอนแรกของการดูแลสุขภาพแบบองค์รวมทางธรรมชาติ (natural holistic medicine) เพื่อที่จะให้ร่างกายได้รับอาหารที่ดีกว่าเข้าสู่ร่างกาย และสร้างความสมดุลทางโภชนาการ เป็นผลดีต่อสุขภาพอย่างสมบูรณ์ต่อไป

ตารางที่ 1 การอดอาหารในวิถีปฏิบัติของศาสนาต่างๆ

ศาสนา	วาระและข้อปฏิบัติ	จุดมุ่งหมาย
บาไฮ	งดการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มในเทศกาล Ala (2-20 มีนาคม) จากตะวันขึ้น จนตะวันตกดิน	เพื่อความรักในพระเจ้าและเหตุผลทางจิตวิญญาณ
ศาสนาพุทธ	ขึ้นกับนิกาย ส่วนใหญ่อาจเป็นการงดอาหารบางอย่าง ยังสามารถบริโภคเครื่องดื่มบางชนิดได้ นิยมปฏิบัติในหมู่นักบวชนิกายมหายานและวชิระยาน	เพื่อเป็นการฝึกฝนตนเองให้สำรวมและลดละกิเลส
ศาสนาคริสต์ แคธอลิค	แต่เดิมคริสตศาสนิกชนแคธอลิคงดบริโภคเนื้อสัตว์ในวัน Ash Wednesday และ Good Friday ปัจจุบันในวันดังกล่าว บริโภคมื้ออาหารปกติ 1 มื้อ และมื้อเล็กๆ อีกเพียง 2 มื้อ	เพื่อเป็นการรำลึกถึงการเสียสละของพระเยซูคริสต์
ศาสนาคริสต์ อีสเทอร์น ออร์โธดอกซ์	งดการบริโภคเนื้อสัตว์ ไข่ และผลิตภัณฑ์จากนมในหลายเทศกาล ส่วนปลาสามารถบริโภคได้เป็นบางวัน	เชื่อกันว่าการปฏิบัติเช่นนี้ช่วยลดละ ความละโมภ ตะกละ และนำไปสู่ดินแดนของพระเจ้า

การศึกษาเกี่ยวกับผลของการอดอาหารและการจำกัดแคลอรีที่เป็นวิทยาศาสตร์ มีการตีพิมพ์เป็นครั้งแรกในวารสารโภชนาการ เมื่อปี ค.ศ.1935[1] ในบทความนี้ ผู้เขียนได้แสดงผลการทดลองที่ชี้ว่า หนูทดลองที่ได้รับอาหารและมีใยอาหารที่ย่อยไม่ได้นั้นสามารถมีอายุเฉลี่ยและอายุยาวนานที่สุดมากกว่าหนูที่ได้รับอาหารปกติ ต่อมาได้มีการศึกษาในทำนองนี้อีกมากมาย ล้วนแต่ให้ผลการทดลองที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งการศึกษาดังกล่าวยังได้ทำในสัตว์ชนิดอื่นๆ เช่น หนูถีบจักร[2] แมลงผลไม้[3] ไส้เดือน[4] ไรน้ำ แมงมุมและปลา[2] ในการศึกษาโดยละเอียดยังได้พบว่าหนูทดลอง ที่ได้รับอาหารที่มีแคลอรีจำกัดมีความปราดเปรียวมากกว่า มีไขมันน้อยกว่า และมีอวัยวะภายในขนาดเล็กกว่าหนูที่ได้รับอาหารปกติเต็มที่[5] ความปราดเปรียวว่องไวนี้อาจเนื่องมาจากความต้องการอาหารเพิ่ม ซึ่งเป็นการตอบสนองโดยธรรมชาติ[6]

เพื่อความเข้าใจกระบวนการที่เกิดขึ้นในร่างกายเมื่อมีการอดอาหารและการจำกัดแคลอรี จำเป็นต้องทราบถึงความหมายของศัพท์อันจำเป็นที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่ หน่วยของพลังงาน สารอาหารที่ให้พลังงาน และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสารอาหารเหล่านี้

พลังงานและหน่วยของพลังงาน

พลังงาน หมายถึงสิ่งที่ใช้เพื่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ หรือทำให้มีการเคลื่อนที่ของมวลสารจากสภาพหนึ่งไปสู่อีกสภาพหนึ่ง สิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนต้องใช้พลังงานเพื่อการดำรงชีวิตและทำกิจกรรมต่างๆ

แคลอรี เป็นหน่วยของพลังงานในระบบหน่วยสากล (SI units หรือ Systeme Internationale d'Unites) หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 14.5 องศาเซลเซียส เป็น 15.5 องศาเซลเซียส คำว่า แคลอรี ดังกล่าว เขียนเป็นภาษาอังกฤษว่า calorie แต่แคลอรีในทางโภชนาการ หมายถึง กิโลแคลอรี (kilocalories) และนิยมเขียนเป็นภาษาอังกฤษว่า Calorie โดยใช้ C ตัวใหญ่เพื่อให้แตกต่างจากแคลอรีทั่วไป

โดยทั่วไป น้ำหนักตัวและกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์มีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับพลังงานที่บริโภค การนอนหลับ การดูโทรทัศน์ การเดิน และการวิ่ง ล้วนต้องการพลังงานต่างกัน กล่าวคือ จากน้อยไปมากตามลำดับ และในกิจกรรมอย่างเดียวกัน ผู้ที่มีน้ำหนักตัวมากก็ย่อมต้องการพลังงานในการทำกิจกรรมนั้นๆ มากกว่าด้วย ในแต่ละวันร่างกายต้องใช้พลังงานจากอัตราเมตะบอลิกพื้นฐาน (resting metabolic rate) เช่น การหายใจ การเต้นของหัวใจ การรักษาอุณหภูมิร่างกาย ฯลฯ ประมาณร้อยละ 60-70 ของพลังงานที่บริโภค และใช้อีกประมาณร้อยละ 10 เพื่อการย่อย การดูดซึม และการเปลี่ยนแปลงสารอาหาร พลังงานที่เหลือประมาณร้อยละ 15-30 จึงใช้ไปในกิจกรรมอื่นๆ

สารอาหารที่ให้พลังงาน

สารอาหารให้พลังงานที่สำคัญ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนสำหรับคาร์โบไฮเดรตนั้นเป็นสารอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล ได้แก่ **น้ำตาลเชิงเดี่ยว** (monosaccharide) ซึ่งมีน้ำตาลชนิดเดียวหนึ่งโมเลกุล ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส แมนโนส แกแลคโตส **น้ำตาลเชิงคู่** (disaccharide) ซึ่งมีน้ำตาลสองชนิดในหนึ่งโมเลกุล เช่น ซูโครส แลคโตส และ มาลโตส ส่วนพวกแป้ง (starch หรือ polysaccharide) เป็นสายโซ่ที่มีน้ำตาลเชิงเดี่ยวหลายโมเลกุลมาต่อกัน ทั้งแป้งและน้ำตาลเชิงคู่ ต้องถูกย่อยโดยเอนไซม์ในลำไส้จนได้เป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว ก่อนที่จะสามารถถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตเพื่อให้ร่างกายนำไปใช้ได้

เซลลูโลส จัดเป็นสายโซ่ของน้ำตาลกลูโคส แต่เอนไซม์ของมนุษย์ไม่สามารถตัดพันธะที่เชื่อมระหว่างโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสเหล่านี้ได้ ดังนั้น เซลลูโลสจึงจัดเป็นใยอาหารที่มนุษย์ไม่สามารถย่อยได้

สารอาหารจำพวกแป้ง พบได้มากภายในเซลล์ของพืชอาหาร การปรุงอาหารให้สุก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีน้ำหรือไอน้ำร่วมด้วย ทำให้เกิดการฉีกขาดของผนังเซลล์ และทำให้อาหารนั้นถูกย่อยได้ง่ายขึ้น แป้งจากพืชบางชนิด (ร้อยละ 20 ของถั่วเมล็ดแห้ง และร้อยละ 7-10 ของคาร์โบไฮเดรตจากข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และมันฝรั่ง) มีความทนต่อการย่อยของเอนไซม์ ดังนั้น จึงสามารถผ่านไปสู่ลำไส้ใหญ่ ซึ่งแป้งเหล่านี้จะถูกแปรสภาพโดยการหมักจากแบคทีเรียให้เป็น กรดไขมัน คาร์บอนไดออกไซด์และแก๊ซมีเทน

น้ำตาลกลูโคส จัดเป็นหน่วยพลังงานพื้นฐานของคาร์โบไฮเดรต กลูโคสจะรวมกับออกซิเจนเกิดเป็นน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และพลังงาน ขั้นตอนแรกของกระบวนการเผาผลาญกลูโคสเรียกว่า ไกลโคไลซิส (glycolysis) ซึ่งโมเลกุลของกลูโคสอันประกอบด้วยคาร์บอน 6 อะตอม เปลี่ยนเป็น 2 โมเลกุลของไพรูเวท ซึ่งแต่ละโมเลกุลประกอบไปด้วย คาร์บอน 3 อะตอม และเกิด ATP ที่มีพลังงานสูง 2 โมเลกุล ในขั้นตอนนี้ยังไม่มีการใช้ออกซิเจน สำหรับน้ำตาลฟรุคโตส แมนโนส และแกแลคโตสถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของกลูโคสที่ตับ ก่อนจะเปลี่ยนเป็นไพรูเวท ถัดจากขั้นตอนนี้ เมื่อมีออกซิเจน ไพรูเวทจะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำอย่างสมบูรณ์โดย citric acid cycle ซึ่งเป็นกระบวนการสลายกลูโคสแบบใช้ออกซิเจน (aerobic glycolysis) การเกิดไพรูเวทนั้นอยู่นอกไมโตคอนเดรีย ในขณะที่ citric acid cycle นั้นเกิดขึ้นภายในไมโตคอนเดรียโดยกระบวนการที่เรียกว่า oxidative phosphorylation ก่อนเข้าสู่ citric acid cycle ไพรูเวทที่มีคาร์บอน 3 อะตอม สูญเสียคาร์บอนไป 1 อะตอม ในปฏิกิริยาที่ให้พลังงานและคาร์บอนไดออกไซด์ กลุ่มอะเซทิลที่มีคาร์บอน 2 อะตอมที่เหลือก็รวมกับ Coenzyme A เกิดเป็น acetyl CoA ซึ่งจะเข้าสู่ citric acid cycle เพื่อเปลี่ยนเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์

ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ไพรูเวทจะถูกเปลี่ยนเป็นแลคเตทโดยกระบวนการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anerobic glycolysis) ซึ่งสามารถให้พลังงานในรูปของโมเลกุล ATP มากกว่ากระบวนการที่ใช้ออกซิเจนถึง 19 เท่า กระบวนการดังกล่าวจำเป็นสำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งต้องใช้พลังงานปริมาณมากในเวลาอันจำกัดที่ไม่มีออกซิเจนแลกเปลี่ยนเพียงพอ เช่น พลังงานที่ใช้ในการวิ่งระยะ 100 เมตร ใน 10 วินาที เป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจนถึงร้อยละ 85 ขณะที่พลังงานที่ใช้ในการวิ่งระยะทางไกล 60 นาทีกลับเป็นแบบใช้ออกซิเจนร้อยละ 95 คาร์โบไฮเดรตถูกสะสมในร่างกายในรูปแบบของ glucose polymer ที่เรียกว่า glycogen ในคนที่หนัก 70 กิโลกรัมมี glycogen สะสมที่ตับประมาณ 100 กรัม และที่กล้ามเนื้ออีกประมาณ 400 กรัม ซึ่งรวมแล้วได้พลังงานประมาณ 2,000 แคลอรี่ ในทางกลับกัน ชายคนนี้อาจมีพลังงานสะสมเพิ่มเป็น 50 เท่าในรูปของไขมัน โดยปกติประมาณครึ่งหนึ่งของกลูโคสที่บริโภคถูกออกซิไดซ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ร้อยละ 30-40 เปลี่ยนเป็นไขมัน และประมาณ

ร้อยละ 5 ถูกสะสมในรูปของ glycogen คาร์โบไฮเดรตจากอาหารลดระดับของ HDL cholesterol ในซีรั่ม และน้ำตาลซูโครสยิ่งลดระดับ HDL มากยิ่งไปกว่ากลูโคส

ไขมันที่บริโภคได้ (dietary fat) ประกอบไปด้วย ไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) เป็นส่วนใหญ่ และยังอาจมีสารพวกฟอสฟอไลปิดส์ (phospholipids) เช่น lecithin และ sphingolipids หรือ sterol เช่น cholesterol อยู่บ้าง ไตรกลีเซอไรด์ประกอบไปด้วย glycerol หนึ่งโมเลกุล เกาะกับกรดไขมัน 3 โมเลกุล กรดไขมันที่อยู่ในอาหารมักมีสายโซ่ที่ประกอบด้วย carbpon atom 16-18 ตัว ยกเว้นไขมันจากนม น้ำมันมะพร้าวหรือน้ำมันปาล์ม ซึ่งมีไขมันสายโซ่สั้นในสัดส่วนที่มาก กรดไขมันที่มี carbon atom ในสายโซ่น้อยกว่า 14 ตัวจะจับกับโปรตีน albumin และถูกนำพาไปยังตับ ซึ่งไขมันเหล่านี้จะไม่ถูกสะสม phospholipids, cholesterol และ long-chain triglyceride ถูกขนส่งจากเยื่อบุลำไส้เล็กในรูปของ chilomicrons วิตามินและโปรวิตามินที่ละลายในไขมัน อันได้แก่ beta-carotene, วิตามิน A, D, E และ K รวมทั้งกรด lenolenic, lenoleic และ arachidonic ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นก็ถูกดูดซึมไปพร้อมกับไขมันชนิดอื่นๆ ด้วย

กรดไขมันที่มีในธรรมชาติมีจำนวนคาร์บอนอะตอมเป็นเลขคู่ กรดไขมันสายโซ่ยาวที่อยู่นอกไมโตคอนเดรียต้องเชื่อมกับ carnitine ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดอะมิโน lysine เพื่อผ่านเมมเบรนของไมโตคอนเดรีย จากนั้น แต่ละช่วงที่มี 2 คาร์บอนอะตอมก็แยกออกเพื่อรวมกับ Coenzyme A เกิดเป็น acetyl-CoA ซึ่งจะเข้าสู่ citric acid cycle การสังเคราะห์กรดทั้งหมดเกิดขึ้นในไมโครโซม ซึ่งอยู่นอกไมโตคอนเดรีย เริ่มจาก acetyl-CoA รวมกับ glycerol เป็น triglyceride โดยพื้นฐานแล้วการสังเคราะห์กรดไขมันเกิดที่ตับ แต่ก็มีบ้างที่เนื้อเยื่อไขมัน ไขมันที่สะสมทั้งหมดมาจากไขมันจากอาหาร ราวร้อยละ 23 ของพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเสียไปในกระบวนการเปลี่ยนเป็นไขมันสะสม ขณะที่เพียงร้อยละ 2 ของพลังงานจากอาหารไขมันเท่านั้นที่ใช้ไปในการสะสมไขมัน

โปรตีน เป็นสายโซ่ของกรดอะมิโน ซึ่งเมื่อบริโภคเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ให้เป็นกรดอะมิโนอิสระ และถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตไปยังตับเป็นอันดับแรก ณ ที่นี้กรดอะมิโนจะถูกสลาย ตัวอย่างเช่น โปรตีนจากเนื้อสัตว์ประกอบด้วยกรดอะมิโนแบบสายโซ่แยก (branch-chain) ราวร้อยละ 20 แต่กรดอะมิโนที่ออกจากตับกลับเป็นแบบสายโซ่แยกถึงร้อยละ 70 ความสัมพันธ์ของพื้นฐานของกรดอะมิโนในอาหารมนุษย์คือเป็นหน่วยย่อยสำหรับสังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทารกและเด็กซึ่งต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็นซึ่งร่างกายสังเคราะห์ไม่ได้ในสัดส่วนที่มากกว่าผู้ใหญ่ กรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ผู้ใหญ่คือ isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, theonine, tryptophan และ valine สำหรับทารกยังต้องการ histidine และในสัตว์ชนิดอื่นๆ ในวัยเยาว์ยังต้องการ arginine อีกด้วยสาร purine และpyrimidine ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของ DNA และ RNA สังเคราะห์มาจากกรดอะมิโนในตับ

กรดอะมิโน alanine, glycine, serine และ threonine สามารถเปลี่ยนเป็น pyruvate และกลูโคส ในลำดับต่อมาได้ กระบวนการสังเคราะห์กลูโคสจากสารที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรตนี้เรียกว่า gluconeogenesis เอนไซม์ที่ใช้ในการกลับทิศทางของ glycolysis (สร้างกลูโคสจาก pyruvate) พบได้ในตับและไต และที่นี่เองที่เกิดกระบวนการ gluconeogenesis กรดอะมิโนอื่นๆ สามารถให้พลังงานได้โดยการเข้าไปใน citric acid cycle ณ จุดต่างๆ กัน หรือถูกย่อยสลายเป็นกรด glutamic ซึ่งสามารถเข้าสู่ citric acid cycle ได้ แม้ว่ากลูโคสสามารถเปลี่ยนเป็นไขมันได้ (โดยผ่าน acetyl-CoA) แต่โดยส่วนใหญ่แล้วไขมันไม่สามารถเปลี่ยนเป็นกลูโคสได้ สมองต้องการสารอาหารที่ละลายน้ำได้ และไม่สามารถสร้างกลูโคสจากกระบวนการ gluconeogenesis ดังนั้นกลูโคสจึงเป็นแหล่งพลังงานของสมอง อวัยวะอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัวใจจะออกซิไดซ์กรดไขมันอิสระในฐานะพลังงานอีกแหล่งหนึ่ง กล้ามเนื้อลายนอกจากมี glycogen สะสมไว้อยู่แล้วยังสะสมพลังงานในรูปของ phosphocreatine อีกด้วย กล้ามเนื้อลายจะใช้กรดอะมิโนแบบมีสายโซ่แยก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง leucine เป็นพลังงานก็ต่อเมื่อ glycogen มีระดับต่ำ

ฮอร์โมนและการเปลี่ยนแปลงของสารอาหาร

อินซูลิน (insulin) เป็นฮอร์โมนที่ประกอบไปด้วย polypeptide ของกรดอะมิโน 21 ตัว เชื่อมกับ polypeptide ของกรดอะมิโนอีก 30 ตัว อินซูลินของมนุษย์มี half-life ประมาณ 5 นาที (ลดปริมาณลงครึ่งหนึ่งทุกๆ 5 นาที) อินซูลินหลั่งมาจากตับอ่อน เมื่อกลูโคสในเลือดมีระดับสูง แม้ว่ากรดอะมิโนบางชนิด กรดคีโต glucagon ฮอร์โมนจากลำไส้ acetylcholine และการกระตุ้นประสาท vagus สามารถกระตุ้นการหลั่งอินซูลินได้ ในทางกลับกัน ระดับอินซูลินในเลือดที่สูง norepinephrine, epinephrine และการกระตุ้นตับอ่อนโดย sympathetic nerve สามารถยับยั้งการหลั่งอินซูลินได้

อินซูลินช่วยให้กลูโคสเข้าสู่เซลล์ของทุกๆ เนื้อเยื่อ ยกเว้นสมอง ตับ และตับอ่อน โดยปกติ อินซูลินเพิ่มการนำกลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อลายมากกว่า 3 เท่า แต่การนำกลูโคสเข้าสู่กล้ามเนื้อลายก็ยังเพิ่มขึ้นได้ในภาวะไม่ใช้ออกซิเจนของการออกกำลังกายโดยไม่พึ่งอินซูลิน นอกเหนือไปจากช่วยนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์แล้ว อินซูลินยังกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนจากกรดอะมิโน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกล้ามเนื้อ และยังกระตุ้นการสังเคราะห์และการสะสมไขมัน และเพิ่มการสังเคราะห์ glycogen

อาการง่วงนอนหลังจากมื้ออาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตมาก เป็นตัวชี้ถึงฤทธิ์ของอินซูลิน กลูโคสจากคาร์โบไฮเดรตกระตุ้นการหลั่งอินซูลิน ซึ่งทำให้มีการนำกรดอะมิโนที่มีสายโซ่แยกเข้าสู่

เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อมากขึ้น สัดส่วนของกรดอะมิโน tryptophan ในเลือดที่เพิ่มขึ้นทำให้ กรดอะมิโนตัวอื่นแข่งเข้าสู่สมองได้น้อยลง ระดับของกรดอะมิโน tryptophan ในสมองจึงเพิ่มขึ้นและเกิดการสังเคราะห์ serotonin มากขึ้น ซึ่ง serotonin นี้เองทำให้เกิดอาการง่วงนอน

กลูคากอน (glucagon) เป็น polypeptide ที่มีกรดอะมิโน 29 ตัว มี half-life ในกระแสโลหิต ประมาณ 5-10 นาที หลั่งมาจากตับอ่อนเมื่อระดับกลูโคสในเลือดต่ำและโดยการกระตุ้นตับอ่อนโดยตรงจากประสาท sympathetic นอกจากนี้อาหารที่มีโปรตีนสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีกรดอะมิโน alanine, serine, glycine, cysteine, และ threonine ที่สามารถเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับยังกระตุ้นการหลั่ง glucagon ได้อีกด้วย glucagon ไม่เพียงช่วยส่งเสริมกระบวนการ gluconeogenesis แต่ยังช่วยย่อยสลาย glycogen และปล่อยกรดไขมันอิสระ และ glycerol จากเนื้อเยื่อไขมัน ประมาณร้อยละ 60-70 ของการสร้างกลูโคสที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการออกกำลังกายเกิดขึ้นโดยผ่านการหลั่ง glucagon ที่เพิ่มขึ้นพร้อมๆ กับการยับยั้งการหลั่งอินซูลิน และที่เหลืออีกร้อยละ 30-40 เนื่องมาจาก epinephrine

ฮอร์โมนหลายชนิด เช่น epinephrine, thyroid hormones, prostaglandins, sex hormones, intestinal hormones และฮอร์โมนอื่นๆ ล้วนมีผลต่อกระบวนการเมตะบอลิสม์ของสารอาหารต่างๆ Growth hormones เคลื่อนย้ายกรดไขมันอิสระจากเนื้อเยื่อไขมันและช่วยส่งเสริมการนำกรดอะมิโนเข้าสู่กล้ามเนื้อเพื่อสังเคราะห์โปรตีน ในระหว่าง 2 ชั่วโมงแรกหลังจากได้รับ growth hormones เสริมฤทธิ์ของอินซูลินโดยช่วยเร่งการหลั่งอินซูลิน แต่ฤทธิ์ในระยะยาวกลับเป็นแบบต้านอินซูลิน เนื่องจากมันลดการนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ในเนื้อเยื่อบางชนิดและยับยั้ง glucose phosphorylation ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการสลายกลูโคส

กลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoids) เป็นสเตียรอยด์จาก adrenal cortex มีผลอย่างกว้างขวางต่อเมตะบอลิสม์ของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต glucocorticoids ที่มีฤทธิ์แรงที่สุด คือ cortisol ตามด้วย cortisone, corticosterone และ aldosterone สารเหล่านี้เพิ่มการสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อลาย เพิ่มการนำกรดอะมิโนเข้าสู่เซลล์ที่ตับมาหลั่งกลูโคสเพิ่มจากตับเข้าสู่ระบบไหลเวียน เพิ่มปริมาณกรดไขมันอิสระในพลาสมา ลดการสังเคราะห์ไขมันในตับ และเพิ่มไขมันของร่างกาย

ผลของการอดอาหารและการจำกัดแคลอรีต่อการทำงานของร่างกาย

ในวันแรกๆ ของการอดอาหาร พบว่าระดับของฮอร์โมนอินซูลินค่อยๆ ลดลงในขณะที่ระดับของกลูคากอนค่อยๆ เพิ่มขึ้น ในไม่ช้าไกลโคเจนที่สะสมไว้ก็หมดไปและระดับของกลูคากอนก็ขึ้นสู่ระดับสูงสุดในวันที่สาม เมื่อกระบวนการ gluconeogenesis ดำเนินไปอย่างเต็มที่

เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อปล่อยกรดอะมิโนจำนวนมาก (ส่วนใหญ่เป็น alanine และ glutamine) ราววันละ 50 กรัม ในคนที่มีน้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม glutamine ส่วนใหญ่ถูกเปลี่ยนเป็น alanine ที่ลำไส้ ซึ่งจะถูกตับเปลี่ยนเป็นกลูโคสต่อไป ในระหว่างการอดอาหารนี้ กรดไขมันอิสระทั้งหมดในกระแสโลหิตเกิดจากการสลาย triglyceride ใน adipose tissue มากกว่าที่เกิดจากการ hydrolysis ของ chylomicron และ VLDL ในภาวะบริโภคอาหารเป็นปกติ โดยทั่วไปกรดไขมันสลายเป็น acetyl-CoA ซึ่งเข้าสู่ citric acid cycle แต่เมื่อร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าวันละ 150-180 กรัม ก็จะกดการเข้าสู่ สู่ citric acid cycle ของ acetyl-CoA และเกิดการสะสมของ acetoacetyl-CoA ซึ่งจะถูกตับเปลี่ยนเป็น ketone body acetoacetate ซึ่งทำปฏิกิริยากับกรดเกิดเป็น beta-hydroxybutyrate และ acetone (ในเนื้อเยื่ออื่นๆ ภายนอกตับ) ketone body เหล่านี้กลายเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับกล้ามเนื้อขณะที่กล้ามเนื้อป้อนกลูโคสให้กับสมองโดยการสูญเสียโปรตีน

เมื่อการอดอาหารดำเนินไปเกิน 3 วัน สมองก็สามารถปรับตัวไปใช้ ketone body เป็นแหล่งพลังงานมากกว่ากลูโคส ประสิทธิภาพของไตในการรักษา ketone body เพิ่มมากขึ้น กล้ามเนื้อเริ่มใช้กรดไขมันอิสระเป็นแหล่งพลังงานมากขึ้นแทนที่ ketone body และการสูญเสียโปรตีนของกล้ามเนื้อก็ลดลงอย่างเห็นได้ชัด เช่นเดียวกับการเกิด gluconeogenesis ในตับ

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีกลไกพื้นฐานสองอย่างที่ควบคุมการบริโภคอาหาร กล่าวคือ กลไกระยะสั้นและกลไกระยะยาว **กลไกระยะสั้น**หรือความหิวแบบปัจจุบันทันด่วนจะควบคุมการบริโภคอาหารในแต่ละวัน ในคนปกติดูเหมือนว่าระดับของกลูโคสในเลือดจะเป็นตัวควบคุมความอยากอาหารมากกว่าความอิ่มที่กระเพาะอาหาร แต่ในคนที่มีภาวะเบาหวานอาจมีระดับกลูโคสในเลือดที่สูงในขณะที่ยังต้องการบริโภคอาหารหรือแคลอรี่ เนื่องจากการขาดอินซูลิน ทำให้เซลล์ไม่สามารถใช้กลูโคสได้ ดังนั้นความต่างระหว่างระดับของกลูโคสในหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ จึงเป็นดัชนีวัดความหิวได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้น ยังมีสัญญาณโดยตรงจากลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) ที่ส่งไปยังศูนย์ควบคุมความหิวและความอิ่มใน hypothalamus เพื่อกด หรือเพิ่ม activity ในการตอบสนองต่อปริมาณของอาหารที่อยู่ในลำไส้

สำหรับกลไกระยะยาว เป็นการจัดสมดุลของกระบวนการต่างๆ ที่ทำให้ร่างกายมีชีวิตอยู่ได้อย่างเหมาะสม ที่สำคัญคือการรักษาน้ำหนักของร่างกายให้อยู่ที่ระดับที่กำหนดไว้ ถ้าร่างกายบริโภคอาหารมากเกินไปในวันหนึ่ง ร่างกายก็มีแนวโน้มที่จะลดการบริโภคอาหารในวันรุ่งขึ้น ถ้าร่างกายได้รับอาหารน้อยกว่าปริมาณที่เหมาะสม ที่จะสามารถรักษาน้ำหนักของร่างกายให้อยู่ที่ระดับที่กำหนดไว้ ร่างกายก็จะรู้สึกหิวอยู่เสมอ กระบวนการ metabolism จะลดลง แต่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักตัวไม่ลดลงอย่างรวดเร็ว มีข้อสมมติฐานว่าในคนอ้วน

จำนวนมาก น้ำหนักของร่างกายถูกกำหนดไว้โดยปัจจัยทางพันธุกรรม ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะทำให้พวกเขาลดน้ำหนักได้ นอกจากนี้ยังเชื่อกันว่าไขมันที่สะสมไว้ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมน้ำหนักร่างกายที่กำหนดไว้ และเมื่อระดับของกรดไขมันอิสระในระบบไหลเวียนโลหิตสูงขึ้น เนื่องจากมีการสลายไขมันที่สะสม การบริโภคอาหารก็จะลดลง

ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการบริโภคอาหาร ฮอร์โมน glucagon และ calcitonin จากตับอ่อน และ cholecsystokinin จากลำไส้เล็กก็สามารถลดความอยากอาหารลงได้ จำนวนของเซลล์ไขมันสามารถเพิ่มได้เมื่อร่างกายมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัยเด็ก แต่จำนวนเซลล์นี้ไม่สามารถลดลงได้ ปัจจัยทางจิตวิทยาก็มีความสำคัญ มีการศึกษาพบว่ามื้ออาหารดีๆ ที่บ้านเป็นความความพึงพอใจอย่างยิ่งสิ่งหนึ่งในชีวิต รองจากวันหยุดงาน กิจกรรมทางเพศ และกิจกรรมในครอบครัว

ผลของการอดอาหารและการจำกัดแคลอรีต่อการชะลอความชรา

เมื่อเข้าสู่วัยชรา สิ่งหนึ่งที่มนุษย์ต้องประสบ คือ โรคภัยไข้เจ็บอันเกี่ยวเนื่องกับความเสื่อมของร่างกาย เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด เบาหวานชนิดที่สอง (ไม่พึ่งอินซูลิน) และมะเร็ง เป็นต้น มีปัจจัยเสี่ยงมากมายที่ทำให้เกิดโรคเหล่านี้ เช่น การบริโภคอาหารที่มีแคลอรีมากเกินไป การได้รับสารวิตามินไม่เพียงพอ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดโฟลิกและสารต้านอนุมูลอิสระ) และการขาดการออกกำลังกาย

นับแต่อดีต มีงานวิจัยจำนวนมากที่สนับสนุนผลอันเป็นคุณของการอดอาหารและการจำกัดแคลอรี งานวิจัยส่วนใหญ่ทำในสัตว์ทดลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น หนูขาว หนูถีบจักร และ ลิง เป็นต้น งานวิจัยในสัตว์ทดลองเหล่านี้ส่วนใหญ่ศึกษาผลของการจำกัดแคลอรี ต่อความมีอายุยืนยาวของสัตว์ทดลอง และกลไกที่ทำให้เกิดผลเช่นนี้ (ตารางที่ 2) อาจสรุปได้ว่า การอดอาหารและการจำกัดแคลอรีในสัตว์ทดลองมีผลต่อการควบคุมระดับกลูโคสและไขมันในเลือด นอกจากนี้ ยังมีผลต่อปริมาณไขมันในร่างกาย การตอบสนองต่ออินซูลิน การสร้างสเตียรอยด์ ฮอร์โมน และฮอร์โมนที่กระตุ้นต่อมไทรอยด์ ทั้งหมดนี้ทำให้อัตราการเกิดโรคจากความเสื่อม เช่น เบาหวาน หลอดเลือด และความจำเสื่อมเกิดขึ้นน้อยลง ผลรวมก็คือการมีอายุยืนยาวมากขึ้น

ตารางที่ 2 การศึกษาผลของการอดอาหารและการจำกัดแคลอรีในสัตว์ทดลอง นับแต่ ปี ค.ศ. 1996 - 2005

สัตว์ทดลอง	ผลการศึกษา	เอกสารอ้างอิง
ลิง	การจำกัดแคลอรีชะลอความชราในลิงได้	Proc Natl Acad Sci U S A. 1996 Apr 30;93(9):4159-64
หนูขาว	หนูเพศเมียที่ได้รับอาหารจำกัดแคลอรี มีการเสื่อมของระบบสืบพันธุ์อันเนื่องมาจากสเตียรอยด์ฮอร์โมนช้าลง	Age Ageing. 1996 May; 25(3): 250-5
ลิง	การจำกัดแคลอรีชะลอการลดลงของ adrenal steroids ที่มีบทบาทต่อต้านความชรา	J Clin Endocrinol Metab. 1997 Jul; 82(7): 2093-6
ลิง	การจำกัดแคลอรีเพิ่มการเคลื่อนไหว ทำให้สัตว์ทดลองกระฉับกระเฉงมากขึ้น	Physiol Behav. 1997 Jul;62(1):97-103
หนูถีบจักร	หนูอายุมากที่ได้รับอาหารจำกัดแคลอรี มีระดับ cytokines TNF-alpha และ IL-6 ไม่ต่างจากหนูอายุน้อยที่ได้รับอาหารปกติ	Mech Ageing Dev. 1997 Feb;93(1-3):87-94
หนูขาว	การจำกัดแคลอรีมีผลทำให้ภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้น ลดโอกาสเป็นโรคที่เกี่ยวเนื่องกับความชรา	J Clin Immunol. 1997 Jan;17(1):85-95
หนูถีบจักร และหนูขาว	การจำกัดแคลอรีมีผลเปลี่ยนแปลงสุขภาพในทางที่ดี ซึ่งควบคุมโดย hypothalamic-pituitary-adrenal axis ผ่านทางระบบฮอร์โมน	Environ Res. 1997;73(1-2):242-8
ลิง	การจำกัดแคลอรีสามารถลดอัตราการเกิดพยาธิสภาพของหลอดเลือดแดง	Toxicol Sci.1999 Dec;52(2 Suppl):49-55
ลิง	การจำกัดแคลอรีเป็นระยะเวลานานทำให้มีการเปลี่ยนแปลง metabolism ของพลังงาน และทำให้สัตว์ทดลองไม่อ้วน	J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 1999 Jan;54(1):B5-11; discussion B12-3

สัตว์ทดลอง	ผลการศึกษา	เอกสารอ้างอิง
หนูถีบจักร	การจำกัดแคลอรีชะลอการเกิดมะเร็งในหนูทดสอบและทำให้อายุยืนยาวขึ้น	Cancer Res. 1999 Apr 1;59(7):1642-8
หนูขาว	การจำกัดแคลอรีเพิ่มการไหลเวียนโลหิตในหลอดเลือดฝอยของสมองของหนูทดสอบ	Neurobiol Aging. 1999 Mar-Apr;20(2):191-200
ลิง	การจำกัดแคลอรีทำให้ระดับของน้ำตาลและอินซูลินในเลือดลดลง	Toxicol Sci. 1999 Dec;52(2 Suppl):35-40
หนูขาว	การจำกัดแคลอรีมีผลลดความดันโลหิต ลดไขมันของร่างกาย ลดระดับไตรกลีเซอไรด์และคอเลสเตอรอล ในขณะที่เพิ่มระดับ HDL ในเลือด	Toxicol Sci. 1999 Dec;52(2 Suppl):41-8
หนูขาว	การจำกัดแคลอรีทำให้เซลล์หลอดเลือดของหนูทดสอบเสื่อมช้าลง	Connect Tissue Res. 1999;40(2):131-43
หนูขาว	เมื่อถูกชักนำให้เป็นมะเร็งตับ หนูทดสอบที่ได้รับอาหารจำกัดแคลอรีเกิดรอยโรคที่ตับน้อยลงกว่าหนูปกติ	Toxicol Sci. 1999 Dec;52(2 Suppl):17-23
ลิง	การอดอาหารทำให้สัตว์ทดลองมีไขมันน้อย ยับยั้งปัจจัยหลายอย่างที่ก่อให้เกิดความชรา	Eur J Clin Nutr. 2000 Jun;54 Suppl 3:S15-20
ลิง	การจำกัดแคลอรีในสัตว์อายุมาก ยับยั้งปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เกิดภาวะเบาหวานและโรคหลอดเลือดหัวใจ	Mech Ageing Dev. 2000 Jan 10;112(3):185-96
หนูถีบจักร	การงดอาหารในบางช่วงทำให้หนูทดสอบมีชีวิตยืนยาวขึ้น	Mech Ageing Dev. 2000 May 18; 115 (1-2):61-71
ลิง	การจำกัดแคลอรี มีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีระหลายประการที่ทำให้เกิดความชรา	Exp Gerontol. 2000 Dec;35(9-10):1131-49
หนูถีบจักร	การจำกัดแคลอรีสามารถระงับอาการความจำเสื่อมที่เกิดในหนูอายุมาก	J Nutr Health Aging. 2000;4(3): 182-6

สัตว์ทดลอง	ผลการศึกษา	เอกสารอ้างอิง
ลิง	การจำกัดแคลอรียับยั้งการลดลงของ plasma melatonin ซึ่งเป็น marker ที่สัมพันธ์กับความชรา	J Clin Endocrinol Metab. 2001 Jul; 86(7):3292-5
หนูถีบจักร	การจำกัดแคลอรีมีผลในการควบคุมระดับน้ำตาลและป้องกันภาวะต้านอินซูลิน parameters compared with those of otherwise normoinsulinemic monkeys.	Am J Physiol Endocrinol Metab. 2001 Oct; 281(4):E757-65
หนูขาว	การจำกัดแคลอรีมีผลทำให้หนูทดสอบมีการเสื่อมของเซลล์ผิวหนังช้าลง	Laryngoscope. 2005 Mar; 115(3): 405-11.
ลิง	การจำกัดแคลอรีมีผลต้านการลดลงของ thyroid stimulating hormones ในสัตว์ที่มีอายุมากขึ้น	Horm Metab Res. 2002 Jul; 34(7):378-82
หนูขาว	หนูอ้วนที่ได้รับอาหารจำกัดแคลอรีมีน้ำหนักลดลงและมีชีวิตยืนยาวขึ้น	Obes Res. 2005 Apr; 13(4):693-702.

โรคและความผิดปกติที่อาจป้องกันหรือรักษาได้โดยการอดอาหารและการจำกัดแคลอรี

มีหลักฐานจากผลงานวิจัยจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่าการอดอาหารและการจำกัดแคลอรี สามารถป้องกันและบำบัดรักษาโรค และความผิดปกติของร่างกายหลายๆ อย่างได้ งานวิจัยเหล่านี้กระทำในสัตว์ทดลองเป็นส่วนใหญ่ แม้กระนั้นก็ยังชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ที่จะได้ผลเช่นเดียวกันในมนุษย์ โรคและความผิดปกติเหล่านี้ได้แก่

โรคอ้วน (Obesity)

โรคอ้วน เป็นกลุ่มอาการที่เกิดจากหลายสาเหตุ แม้ว่าความสมดุลของการเผาผลาญ พลังงานและปัจจัยทางพันธุกรรมจะต่างกันไปในแต่ละคน แต่การบริโภคอาหารมากเกินไปผนวกกับการขาดการออกกำลังกาย ก็ยังเป็นปัจจัยชี้ขาดที่ทำให้เกิดไขมันส่วนเกินในร่างกาย[8] การศึกษาวิจัยทางคลินิกหลายครั้งพบว่า วิธีการที่ดีที่สุดในการลดและควบคุมน้ำหนัก คือ การบริโภคอาหารที่มีแคลอรีต่ำร่วมกับการออกกำลังกาย และการปรับพฤติกรรม ซึ่งนอกจากช่วยลดมวลของร่างกาย (body mass) แล้ว ยังเพิ่มการเผาผลาญไขมันและลดระดับของไขมันในเลือดอีกด้วย[9-13]

ภาวะเบาหวาน (Diabetes)

การศึกษาในหนูทดลองพบว่า การให้อาหารเป็นช่วงๆ สลับกับการงดอาหาร สามารถลดอุบัติการณ์ของภาวะเบาหวานได้[14] และการศึกษาในคนอ้วนที่มีภาวะเบาหวานแบบที่ 2 การบริโภคอาหารที่มีแคลอรีน้อยมากเป็นเวลา 8 สัปดาห์ อันเป็นภาวะที่ผู้เข้ารับการทดลองยอมรับได้ ทำให้ระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด รวมทั้งความดันโลหิตลดลง และคงอยู่เช่นนั้นได้อีกประมาณ 1 ปี[15] นอกจากนี้ การบริโภคอาหารที่มีแคลอรีต่ำยังสามารถลดระดับกลูโคสในเลือดได้ แม้จะหยุดการรักษาด้วยวิธีอื่นๆ รวมทั้งอินซูลิน[16] แต่สามารถลด oxidative stress ลงได้เพียงบางส่วน[16] และยังพบต่อไปว่า การบริโภคอาหารที่มีทั้งแคลอรีและคาร์โบไฮเดรตต่ำสามารถลดปริมาณไขมันภายในร่างกาย เพิ่มความไวต่ออินซูลิน และเพิ่มระดับของ HDL ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าอาหารที่มีแคลอรีต่ำเพียงอย่างเดียว[17]

ความดันโลหิตสูง

ในคนอ้วนที่มีภาวะความดันโลหิตสูง การบริโภคอาหารที่มีแคลอรีต่ำช่วยเสริมฤทธิ์ของ atrial natriuretic peptide (ANP) ในการควบคุมความดันโลหิต[19] ปรับการทำงานของระบบประสาท vagus และลดความต้านทานอินซูลิน[20] การศึกษาที่น่าสนใจครั้งหนึ่งซึ่งให้ผู้ที่มีภาวะความดันโลหิตสูงบริโภคเฉพาะผักและผลไม้เป็นเวลา 1-2 วัน ตามด้วยการงดอาหารโดยยอมให้บริโภคน้ำอย่างเดียว เป็นเวลาเฉลี่ย 13.6 วัน แล้วจึงให้บริโภคอาหารมังสวิรัติที่มีไขมันและโซเดียมต่ำอีก 6 วัน ก่อนกลับมาสู่การบริโภคอาหารปกติ พบว่าเป็นวิธีที่ปลอดภัยและสามารถลดความดันโลหิตอย่างได้ผล ซึ่งยังอาจส่งผลให้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคต่อไปอีกด้วย [21]

โรคหลอดเลือดแข็งตัว (atherosclerosis)

รายงานทางคลินิกชี้ให้เห็นว่า การบริโภคอาหารที่มีแคลอรีน้อยมาก นอกจากช่วยลดน้ำหนักแล้ว ยังลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ ลด myocardial oxidative stress และลด post ischemic inflammatory response[22-25] การศึกษาความหนาของผนังหลอดเลือดแดงแคโรติด (carotid artery intimae-media thickness, IMT) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ภาวะหลอดเลือดแข็งตัวระยะเริ่มแรกพบว่า การบริโภคอาหารจำกัดแคลอรีในระยะยาวมีผลป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดแข็งตัวได้ [26]

โรคลมชัก

การศึกษาในหนูถีบจักรพบว่า glycolysis ในสมอง และระดับของ plasma glucose มีผลต่อความไวในการเกิดลมชัก และการบริโภคอาหารจำกัดแคลอรี (ร้อยละ 15) สามารถลดอัตราการชักได้อย่างมีนัยสำคัญ [27, 28]

ความผิดปกติที่ผิวหนัง (Skin disorders)

ในผู้ป่วยรายหนึ่งซึ่งเป็น chronic urticaria ต้องรักษาด้วยการฉีด glucocorticosteroids พบว่า เมื่อทำการรักษาร่วมกับการอดอาหาร รอยผื่นแดงเริ่มลดลงในวันที่ 3 ของการรักษาและไม่ปรากฏเลยในวันที่ 11[29] การศึกษาในผู้ป่วยโรคผิวหนังแบบอื่นๆ ได้แก่ pustulosis palmaris et plantaris และ atopic eczema พบว่า การอดอาหารทำให้ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับระดับของ lactoferrin (glycoprotein ที่หลั่งจากเม็ดเลือดขาวในขณะที่เกิดการอักเสบ) และการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดขาว [30] นอกจากนี้ การศึกษาในสัตว์ทดลองยังพบว่าหนูถีบจักรที่ถูกชักนำให้เป็น contact dermatitis (ด้วย 2, 4-dinitrofluorobenzene, DNFB) เมื่ออดอาหารในระยะเวลาสั้น คือ 24 ชั่วโมงก่อนและหลังการชักนำ มีการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อ พยาธิวิทยาหลายอย่างในทางที่ดีขึ้น [31]

โรคภูมิแพ้และโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์

การศึกษาในกลุ่มผู้ที่มีระดับไขมันในเลือดสูงวัยกลางคนพบว่า การบริโภคอาหารที่มีไขมันต่ำ (ให้พลังงานร้อยละ 15) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำให้น้ำหนักตัวลดลงได้ และไม่เพียงแต่ไม่ลด แต่ยังเพิ่มการตอบสนองในระบบภูมิคุ้มกันอีกด้วย[32] นอกจากนี้การกำหนดชนิดของอาหารและปริมาณพลังงานที่ได้รับยังช่วยควบคุมระดับของ tumour necrosis factor-alpha (TNF-alpha) และ interleukin-1beta (IL-1beta) ในผู้ป่วยที่เป็นโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ (rheumatoid arthritis) อีกด้วย [33]

โรคมะเร็ง

การศึกษาในหนูขาวพบว่า การจำกัดแคลอรีในระดับปานกลางสามารถลดอัตราการเกิดเนื้องอกของ pituitary, adrenal glands, pancreas และ mammary glands[34] ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อให้หนูถีบจักรกินอาหารจำกัดแคลอรี 10 เดือน พบว่า สามารถขจัด oxidative damage ที่เกิดจาก clofibrate ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งได้อย่างสมบูรณ์ [35]

นอกจากนี้การศึกษาในหนูถีบจักรยังพบว่า อาหารจำกัดแคลอรีมีผลอย่างยิ่งต่อเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวมากกว่าเซลล์ที่แบ่งตัวแล้ว ดังนั้นจึงลดอัตราการเติบโตของเนื้องอกได้ [36]

การนอนหลับไม่ปกติ

ในคนที่เป็นโรคอ้วน การสะสมของไขมันบริเวณด้านข้างของทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดการอุดตันและเกิดการหยุดหายใจเป็นช่วงๆ ในระหว่างการนอนหลับ (obstructive sleep apnoea) การลดปริมาณแคลอรีในอาหาร ซึ่งมีผลลดการสะสมไขมันสามารถแก้ไขภาวะนี้ได้

และทำให้นอนหลับได้สนิทและนานขึ้น ในขณะที่ความดันโลหิตก็อยู่ในระดับที่น่าพอใจ[37] อย่างไรก็ตาม การศึกษาในสัตว์ทดลองในเวลาต่อมา ได้ชี้ว่าการบริโภคอาหารที่มีแคลอรีต่ำไม่มีผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการนอนที่เปลี่ยนไปเมื่ออายุมากขึ้น[38]

ความผิดปกติอื่นๆ

การศึกษาในหนูถีบจักรพบว่า การจำกัดแคลอรีร้อยละ 40 ในอาหารช่วยลดความผิดปกติที่เกี่ยวเนื่องจากการหลงลืมในสัตว์อายุมากได้อย่างมีนัยสำคัญ[39] และการศึกษาในหนูถีบจักรบางสายพันธุ์ (AU/Ss inbred) พบว่าการอดอาหารวันเว้นวัน นอกจากทำให้สัตว์ทดลองมีอายุยืนขึ้นราวร้อยละ 40 แล้ว ยังช่วยลดการเสื่อมของ cohlear ซึ่งเป็นอวัยวะช่วยในการได้ยินอีกด้วย[40] เป็นที่น่าสังเกตว่า ผลเช่นนี้ไม่เกิดในหนูถีบจักรสายพันธุ์อื่น (AKR inbred และ CBA/J)[41] แม้กระนั้น การศึกษาในหนูขาวก็ชี้ว่า อาการหูตึงในผู้สูงอายุอาจชะลอการเกิดได้ โดยการบริโภคอาหารจำกัดแคลอรี ซึ่งมีผลลดการเกิดอนุมูลอิสระที่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออวัยวะเกี่ยวกับการได้ยิน[42]

การให้อาหารน้อยลงยังมีผลชะลอการเสื่อมของวงจรสืบพันธุ์ในหนูเพศเมีย และยังสามารถฟื้นฟู estrous cycles ในหนูอายุมากได้อีกด้วย[43] มีกรณีศึกษาในสตรีผู้หนึ่ง ซึ่งนอกจากภาวะเบาหวานแบบที่ 2 แล้ว เธอยังอ้วนและมีความดันโลหิตสูงอีกด้วย เธอได้รับการรักษาด้วยยาลดความดันโลหิตและอินซูลิน แต่ภาวะเบาหวานก็ยังไม่สามารถควบคุมได้ดี แพทย์จึงไม่แนะนำให้มีการตั้งครรภ์ อย่างไรก็ดี หลังจากการบริโภคอาหารที่มีแคลอรีน้อยมาก จนเธอสามารถลดน้ำหนักลงได้ ความดันโลหิตและภาวะเบาหวานก็สามารถควบคุมได้ เธอจึงสามารถตั้งครรภ์โดยวิธี intrauterine insemination และให้กำเนิดบุตรสาวที่ปกติได้ในเวลาต่อมา [44]

ข้อจำกัดของการศึกษาที่ผ่านมา

เห็นได้ชัดว่า การศึกษาเกี่ยวกับผลของการอดอาหารและการจำกัดแคลอรี ที่ผ่านมาทำในสัตว์ทดลองเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหนูขาวและหนูถีบจักร เนื่องจากเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และมีช่วงอายุที่ไม่นานนัก ผลการศึกษาชี้ว่า การอดอาหารและการจำกัดแคลอรีน่าจะลดอัตราการเกิดของโรคที่เกิดจากความเสื่อมของร่างกาย และทำให้มีชีวิตยืนยาวขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ยังคงมีคำถามว่าผลดังกล่าวจะเป็นเช่นเดียวกันในคนหรือไม่ จนถึงปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาวิจัยเรื่องนี้ในคนโดยตรง มีเพียงการศึกษาแบบย้อนหลัง (retrospective study) ในผู้ที่อดอาหารแบบต่างๆ เช่น ตามความเชื่อของศาสนา หรือในผู้ที่มีภาวะเบาหวาน เป็นต้น[7] การศึกษาในผู้ที่มีภาวะเบาหวานเปรียบเทียบกับคนปกติพบว่า ในคนอ้วนที่ไม่มีภาวะเบาหวาน

เมื่อให้บริโภคอาหารที่มีแคลอรีต่ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้ววัด serum cholesterol, triglycerides, non-esterified fatty acids (NEFA), beta-hydroxybutyrate (B-HB), ascorbic acid (AA), alpha-tocopherol (AT), plasma malondialdehyde (MDA) และ superoxide dismutase (SOD) activity ปรากฏว่าสามารถลด oxidative stress ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ในผู้มีภาวะเบาหวาน oxidative stress ลดลงได้เป็นบางส่วนเท่านั้น[17] ผลการศึกษานี้ชี้ว่า การจำกัดแคลอรีอาจไม่ได้ผลที่ดีนักในผู้ที่มีภาวะเบาหวาน

การอดอาหารและการจำกัดแคลอรีที่ปฏิบัติในปัจจุบัน

ความเครียด และวิถีชีวิตในโลกที่เจริญทางวัตถุในปัจจุบัน ทำให้เกิดกระแสความตื่นตัวในการดูแลสุขภาพเพิ่มขึ้น การให้บริการส่งเสริมสุขภาพที่ดีกลายเป็นธุรกิจชนิดหนึ่ง เช่น กิจการสปา หรือสโมสรสุขภาพต่างๆ แม้ว่าการอดอาหารและการจำกัดแคลอรีเป็นสิ่งที่สามารถปฏิบัติได้โดยตนเอง แต่ในความเป็นจริง คนจำนวนมากยังขาดความรู้ในการปฏิบัติอย่างถูกต้องและเหมาะสม ดังนั้น ธุรกิจสถานบริการเพื่อสุขภาพจำนวนมากจึงได้เสนอหลักสูตรระยะสั้นสำหรับการอดอาหารเพื่อส่งเสริมสุขภาพ โดยทั่วไปแล้วหลักสูตรเหล่านี้ประกอบด้วย

- การบรรยายให้ความรู้เกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแนวทางของการแพทย์ทางเลือกต่างๆ
- การเตรียมตัวเพื่อการอดอาหาร อันประกอบด้วย การบริโภคอาหารสุขภาพที่อุดมด้วยใยอาหาร และการล้างพิษ (colon wash)
- การอดอาหาร โดยสามารถดื่มน้ำหรือน้ำผักผลไม้ได้บ้าง และมักรวมเอาการทำสมาธิ (meditation) การนวดแบบต่างๆ หรือการกดจุดเข้าไว้ด้วย ระยะเวลาในการอดอาหารอาจมีตั้งแต่ 1-3 วัน
- การเตรียมตัวเพื่อเลิกการอดอาหาร ประกอบด้วยการรับประทานอาหารที่ย่อยง่าย และผัก ผลไม้สด การออกกำลังกายอย่างเหมาะสม เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารหลากหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ที่บริโภคอาหารจำกัดแคลอรี ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่ acetyl L-carnitine, R-dihydro-lipoic acid, fish oil (eicosapentaenoic acid และ docosahexaenoic acid), coenzyme Q10, DHEA, ผลิตภัณฑ์จากกระเทียม แปะก๊วย *(Ginkgo biloba)* โสม L-glutathione, cysteine, vitamin C, melatonin, vitamin E, aspirin (ขนาดต่ำ คือไม่เกิน 120 มก/วัน) และเอนไซม์ต่างๆ เพื่อช่วยย่อยอาหาร เป็นต้น การใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ควรพิจารณาให้เหมาะกับผู้ปฏิบัติเฉพาะราย

ทั้งในแง่ของชนิดและขนาดของผลิตภัณฑ์ในแต่ละสถานบริการ ซึ่งมีรายละเอียดของการปฏิบัติและระยะเวลาของหลักสูตรแตกต่างกันไป สถานที่ให้บริการมักเป็นสถานที่พักผ่อนตากอากาศที่สงบ สวยงาม ซึ่งนอกจากจะเอื้ออำนวยต่อการพักผ่อนและสร้างเสริมสุขภาพที่ดีแล้ว ยังสามารถคิดค่าบริการในราคาที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินธุรกิจได้เป็นอย่างดีอีกด้วย ตัวอย่างขั้นตอนการอดอาหารของสถาบันต่างๆ เช่น

การอดอาหารของศูนย์ธรรมชาติบำบัด บัลวี ประเทศไทย

จำแนกตามระยะเวลาในการล้างพิษดังนี้

1. การล้างพิษ 10 วัน เป็นการอดด้วยผลไม้และผักสด เกิดผลในการรักษาโรคบางอย่างให้เห็นผลภายใน 10 วัน

2. การล้างพิษ 5 วัน เป็นการอดด้วยผลไม้และน้ำผลไม้ เป็นการย่นย่อหลักสูตร 10 วัน ใช้ได้กับผู้ที่ไม่มีปัญหาสุขภาพมากนัก เช่น ต้องการลดความเครียด หลบจากความเร่งรัดในการงานมาพักผ่อนและเพิ่มพูนความรู้เรื่องสุขภาพไปด้วย เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักที่ไม่มากนัก

3. การล้างพิษ 1 วัน เป็นการทยอยล้างพิษทีละน้อย ค่อยๆ ปฏิบัติ ซึ่งยังจำแนกออกเป็น 4 ระดับดังนี้

ระดับ 1 การกินผลไม้ชนิดเดียวตลอดวัน
ระดับ 2 การอดด้วยน้ำผลไม้
ระดับ 3 การอดด้วยน้ำเปล่า
ระดับ 4 การอดแห้ง

ขั้นแรกของการอดเพื่อสุขภาพ : เตรียมอด โดยเลือกวันที่จะทำการอดอาหาร ควรจะเป็นวันขึ้นหรือแรม 11 ค่ำ แต่ถ้าไม่สะดวก ก็ควรจะเลือกตามสะดวก เช่น วันหยุดก็ได้

ในตอนเช้าของวัน ให้เตรียมอดโดยดื่มน้ำส้มและกินผลไม้เป็นอาหารเช้า

ขั้นที่สองในการอดอาหาร : วันอด หลังจากอาหารเช้าที่เตรียมอดแล้ว ก็จำกัดอาหารตามแต่ละระดับของการอดอาหารที่กำหนดไว้ ในช่วงระหว่างวันควรจะมีการทำกิจกรรมต่างๆ และการสวนกาแฟเสริมด้วย ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการล้างพิษ เนื่องจากช่วยกระตุ้นตับในการใช้เอนไซม์ขจัดอนุมูลอิสระ เลือกกิจกรรมที่ช่วยในการพักผ่อนร่างกายและจิตใจ เช่น อ่านหนังสือที่ชอบ การวาดรูป การฝีมือ การฟังเพลง การทำสมาธิ กิจกรรมออกกำลังกายบางอย่าง เช่น โยคะ ชี่กง ไท้เก๊ก ก็สามารถทำเพื่อเสริมการล้างพิษด้วย การออกกำลังกายเหล่านี้จะเน้นการทำสมาธิกับลมหายใจ ช่วยขจัดสารพิษออกทางลมหายใจ และทำให้จิตใจสงบ

ลดอาการอ่อนเพลียอีกด้วย ส่วนซาวน่าและการอบสมุนไพรอย่างถูกต้องก็จะช่วยขจัดสารพิษออกทางเหงื่อ

ขั้นตอนที่สาม : วันเลิกอด ในวันต่อมา ดื่มน้ำผสมน้ำมะนาวในตอนเช้า วิธีผสมน้ำมะนาว มีสูตรดังนี้ คือ ใช้น้ำ 2 ขวด ขวดละ 800 มล. บีบมะนาวขวดละ 2 ลูก ใส่เกลือทะเลขวดละ 1 ช้อนชาครึ่ง ผสมแล้วดื่มให้หมดในตอนเช้าวันนั้น จะทำให้เกิดการถ่ายอุจจาระ

การอดอาหารและล้างพิษของ St. Carlos Group of Health Services ประเทศไทย

มีการปฏิบัติติดต่อกัน 7 วัน ดังต่อไปนี้

วันที่หนึ่ง	บริโภคน้ำและชาสำหรับล้างพิษเท่านั้น	
วันที่สอง	บริโภคน้ำแตงโมทุก 3 ชั่วโมง	
วันที่สาม	มื้อเช้า	น้ำแตงโม น้ำสับปะรด และน้ำมะละกอ
	มื้อกลางวัน	น้ำแครอท
	17.00 น.	ชาล้างพิษและน้ำผลไม้สด
	19.00 น.	น้ำผักและชาล้างพิษ
วันที่สี่	มื้อเช้า	ข้าวโอ๊ตกับน้ำนมถั่วเหลือง น้ำผึ้งสดกับอัลมอนด์ เมล็ดงา
	มื้อกลางวัน	น้ำแครอท
	17.00 น.	น้ำแตงโม
	19.00 น.	น้ำผักและชาล้างพิษ
วันที่ห้า	มื้อเช้า	-
	11.00 น.	น้ำผลไม้สด
	13.00 น.	ผักสลัดจานใหญ่กับพาร์สลี่ย์และมันฝรั่งเผาทั้งเปลือก
	15.00 น.	ชาล้างพิษและน้ำแครอท
	17.00 น.	น้ำผลไม้
	19.00 น.	ซุปเต้าเจี้ยว (miso soup) ใส่สาหร่ายโนริและต้นหอม ข้าวกล้องและผักนึ่ง 2 ชนิด
วันที่หก	มื้อเช้า	น้ำผลไม้ ข้าวโอ๊ตกับเมล็ดพืชและน้ำนมถั่วเหลือง น้ำผึ้งสด
	11.00 น.	น้ำผลไม้สด
	13.00 น.	ผักสลัดกับพาร์สลี่ย์และมันฝรั่งเผาทั้งเปลือก 1 ลูก
	15.00 น.	ชาล้างพิษ
	17.00 น.	น้ำผลไม้
	19.00 น.	ซุปผัก ข้าวกล้องและผักนึ่ง 2 ชนิด ผักสลัดจานเล็ก

วันที่เจ็ด	มื้อเช้า	น้ำผลไม้ ผลไม้รวม และชาล้างพิษ
	11.00 น.	ผลไม้สด
	13.00 น.	ผักสลัดจานใหญ่ มันฝรั่งเผาทั้งเปลือก 1 ลูก และหน่อไม้ฝรั่งนึ่ง
	17.00 น.	น้ำผลไม้
	19.00 น.	ซุปฟักทอง ข้าวกล้องและผักนึ่ง 2 ชนิด

การอดอาหารและล้างพิษของ Sivananda Yoga Vedanta Dhanwantari Ashram ประเทศอินเดีย

ดำเนินกิจวัตรประจำวันดังนี้

5.30 น.	ตื่นนอน
5.45 น.	สวนล้างจมูก (nasal irrigation หรือ neti)
6.00 น.	ทำสมาธิ หรือสนทนาธรรม
7.30 น.	ดื่มน้ำผลไม้
8.00 น.	ปฏิบัติโยคะ
10.00 น.	สวนล้างลำไส้
12.00 น.	ดื่มน้ำผลไม้
13.30 น.	บริโภคผักสมุนไพร
15.00 น.	ดื่มน้ำผลไม้
16.00 น.	ปฏิบัติโยคะ
18.00 น.	บริโภคซุป
19.00 น.	สวนล้างลำไส้
20.00 น.	ทำสมาธิ
22.00 น.	ปิดไฟ เข้านอน

แนวทางการอดอาหารและการจำกัดแคลอรี

ก่อนทำการอดอาหารหรือจำกัดแคลอรี เพื่อให้เกิดผลที่เป็นคุณมากที่สุด ควรตรวจสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องตรวจค่าเคมีต่างๆ ของเลือด (bloodchemistry profile) การตรวจเช่นนี้ไม่เพียงแต่ประกันความปลอดภัยของการปฏิบัติ หากแต่ยังทำให้สามารถติดตามความก้าวหน้าของการอดอาหารหรือการจำกัดแคลอรีได้อีกด้วย ในระหว่างการอดอาหารหรือการจำกัดแคลอรี ระดับน้ำตาลในเลือด (fasting blood glucose) และ insulin-like growth factor-I (IGF-I) ก็ควรลดลงเช่นกันด้วย ไขมันชนิด HDL ควรเพิ่มขึ้น และความดันโลหิตควรลดลง ถ้าเป็นไปได้ควรทำการอดอาหารหรือการจำกัดแคลอรีภายใต้การแนะนำหรือควบคุมของผู้เชี่ยวชาญ

ทั้งนี้ เราควรเตรียมพร้อมก่อนการอดอาหาร โดยการกินอาหารมังสวิรัติและอาหารสดอย่างน้อย 2 วันก่อนอดอาหาร หลีกเลี่ยงอาหารจำพวกแป้งและไขมัน และอาจใช้ยาระบายหรือทำการล้างพิษ (colon wash) เพื่อขจัดของเสียที่ตกค้าง ควรดื่มน้ำสะอาดให้มากเพื่อล้างไต และให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังและอวัยวะอื่นๆ สามารถทำกิจกรรมเบาๆ เช่น การเดินและอ่านหนังสือ เพื่อกระตุ้นให้ร่างกายและจิตใจตื่นตัวอยู่เสมอ

ถ้าอดอาหารเพียง 2-3 วัน ก็งดอาหาร และดื่มแต่น้ำเปล่าที่สะอาดได้ แต่ถ้าเป็นการกระทำที่ยาวกว่านั้น ควรดื่มน้ำมะนาวเจือจาง หรือชาสมุนไพรที่ไม่มีน้ำตาลร่วมด้วย และในระหว่างการอดอาหาร ให้หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายอย่างหนัก แต่สามารถออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมเบาๆ เพื่อกระตุ้นการไหลเวียนของเลือดและน้ำเหลือง เช่น การเดิน การนวด และยังต้องพักผ่อนให้เพียงพอ เช่น เลือกทำในวันที่ไม่ต้องเร่งรีบหรือทำงานมากนัก นอกจากนี้ยังควรทำจิตใจให้บริสุทธิ์ด้วยการทำสมาธิ หรือหลีกเลี่ยงสิ่งที่ทำให้เกิดความไม่สงบแก่จิตใจ

ระยะเวลาในการอดอาหาร ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขทางสุขภาพของแต่ละคน การอดอาหาร 3 วัน สามารถช่วยขจัดพิษออกจากร่างกาย ในขณะที่การอดอาหาร 5 วัน ช่วยบำบัดความบกพร่องและเสริมสร้างภูมิต้านทานของร่างกาย ควรทำการอดอาหารเป็นระยะๆ อย่างสม่ำเสมอ เช่น ปีละ 2 - 4 ครั้ง หรือตามการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล

เมื่อสิ้นสุดการอดอาหาร ควรปฏิบัติเช่นเดียวกับในช่วงที่เตรียมตัวอดอาหาร คือการบริโภคอาหารปกติแบบค่อยเป็นค่อยไป ควรบริโภคอาหารอ่อนหรือผักผลไม้ที่ย่อยง่าย และยังคงต้องดื่มน้ำสะอาดมากๆ

โดยทั่วไป การอดอาหารสามารถปฏิบัติได้ทุกคน แม้ในคนที่มีน้ำตาลในเลือดต่ำหรือมีภาวะเบาหวานที่ไม่รุนแรง แต่ในบางกรณีการอดอาหารอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ที่ขาดสารอาหาร หญิงตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร ผู้ที่เป็นโรคหัวใจ มะเร็ง หรือเบาหวานระยะรุนแรง เพราะบุคคลเหล่านี้ยังต้องการอาหารที่เพียงพอสำหรับแก้ไขซ่อมแซมพยาธิสภาพที่ดำรงอยู่

มีข้อสังเกตประการหนึ่ง คือ จากการศึกษาในลิง (rhesus monkeys) ไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในส่วนของ metabolism ของแร่ธาตุที่เกี่ยวข้องกับกระดูก [45,46] แต่ก็มีหลักฐานบางอย่างชี้ว่าในภาวะที่มีการอดอาหาร ร่างกายอาจมีสภาพ acidosis และมีการละลายของแร่ธาตุออกจากกระดูก ส่งผลให้กระบวนการสร้างกระดูกลดลง[47] ดังนั้นจึงควรเสริมด้วยการบริโภคด่างหรือน้ำที่มี carbonate ในช่วงที่มีการอดอาหาร

ส่วนการจำกัดแคลอรีนั้น นิยมลดปริมาณแคลอรีในอาหารลงร้อยละ 30-40 ซึ่งยังต้องทดแทนด้วยการบริโภคอาหารที่อุดมไปด้วยใยอาหาร เพื่อบรรเทาความหิวและชะลอการ

ดูดซึมของน้ำตาลเชิงเดี่ยว รวมทั้งช่วยลดการหลั่งอย่างรวดเร็วของอินซูลิน ภายหลังการบริโภคอาหารอีกด้วย การบริโภคผลิตภัณฑ์เสริมอาหารควรพิจารณาให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติแต่ละราย

บทสรุป

การที่มนุษย์เราจะมีชีวิตที่มีสุขภาพดียืนยาวเท่าไร ไม่ได้กำหนดจากชนิดและคุณภาพของอาหารที่เราบริโภคแต่เพียงอย่างเดียว หากแต่ยังกำหนดด้วยสิ่งที่สำคัญยิ่งกว่า คือ ปริมาณของอาหารนั้นด้วย งานวิจัยจำนวนมากชี้ให้เห็นแนวโน้มที่ว่า การบริโภคอาหารที่เหมาะสมและจำกัดปริมาณแคลอรีสามารถลดอัตราการเกิดของโรคที่เกิดจากความเสื่อมได้ นอกจากนี้ การงดบริโภคอาหาร ไม่ว่าจะแบบติดต่อกันระยะหนึ่งหรือแบบเป็นครั้งคราว ก็ล้วนมีส่วนช่วยส่งเสริมสุขภาพที่ดีทั้งทางกายและจิตใจ

ในปัจจุบัน การแพทย์ตะวันตกสมัยใหม่กำลังเริ่มพิจารณาลักษณะเฉพาะของผู้ป่วยแต่ละราย เพื่อให้การบำบัดรักษาที่เป็นแบบเฉพาะราย (personalized medicine) ดังเช่นการใช้เทคนิค DNA microarray ตรวจ genome ของผู้ป่วยเพื่อดูความสามารถในการ metabolize ยา อันเป็นแนวทางหนึ่ง ในการกำหนดชนิดและขนาดของยาที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยรายนั้นได้ แต่สำหรับการแพทย์พื้นบ้านของโลกตะวันออกแล้ว นับแต่อดีต ล้วนมีจุดประสงค์เพื่อรักษาคน ไม่ใช่รักษาโรค และได้ใช้วิธีการมองผู้ป่วยแบบองค์รวม โดยให้การบำบัดรักษาความเจ็บไข้อย่างหนึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละคน ตามลักษณะของธาตุต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นคนๆ นั้น ในทำนองเดียวกัน การอดอาหารและการจำกัดแคลอรีแม้จะมีศักยภาพในการส่งเสริมสุขภาพที่ดี และลดอุบัติการณ์ของโรคที่เกิดจากความเสื่อมของร่างกาย แต่ก็เป็นเช่นเดียวกับวิธีการดูแลสุขภาพอื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้ในแบบเดียวกันอย่างได้ผลกับทุกคน ความพยายามในการรับเอาวิธีปฏิบัติต่างๆ มา โดยไม่ปรับแต่งให้เหมาะกับแต่ละบุคคล ก็เปรียบเสมือนใส่เสื้อผ้าสำเร็จรูปที่ทำไว้สำหรับคนเป็นกลุ่มๆ ย่อมไม่พอดีตัวเหมือนกับการวัดตัวเพื่อตัดเสื้อผ้าให้กับเฉพาะราย หลักปฏิบัติเบื้องต้นที่สำคัญ คือ ต้องทำความรู้จักตนเองให้มากที่สุด เสมือนกับรู้จักสัดส่วนของร่างกายเพื่อการตัดเสื้อผ้าที่เหมาะสม นั่นก็คือการปรับแต่งวิธีการอดอาหารและจำกัดแคลอรีให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติเป็นรายๆ ไป

ในท้ายที่สุด แม้ว่าการอดอาหารและจำกัดแคลอรีทำให้ภายในร่างกายของเราสะอาดขึ้น แต่การมีสุขภาพดีก็ยังคงต้องคำนึงถึงการทำจิตใจให้บริสุทธิ์อีกด้วย โดยปฏิบัติตามวิถีทางแห่งศาสนาที่มีในแต่ละสังคม ซึ่งแม้จะแตกต่างกัน แต่ก็ล้วนเป็นไปเพื่อชำระจิตใจให้สะอาดและบริสุทธิ์ อันจะทำให้การอดอาหารและจำกัดแคลอรีแสดงศักยภาพได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. McCay, C.M., Crowell, M.F., Maynard, L.A., 1935. The effect of retarded growth upon the length of life-span and upon the ultimate body size. J. Nutr. 10, 63-79.
2. Weindruch, R., Walford, R.L., 1988. In: Thomas, Charles, C. (Ed.), The Retardation of Aging and Disease by Dietary Restriction. Springfield, IL.Sprott, R.L., 1997. Diet and calorie restriction. Exp. Gerontol. 32, 205-214.
3. Chapman, T., Partridge, L., 1996. Female fitness in Drosophila melanogaster and interaction between the effect of nutrition and of encounter rate with males. Proc. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci. 263, 755-759.
4. Houthoofd, K., Braeckman, B.P., Lenaerts, I., Brys, K., De Vreese, A., V an Eygen, S., Vanfleteren, J.R., 2002. Axonic growth up-regulates mass-specific metabolic rate, stress resistance, and extends life-span in Caenorhabditis elegans. Exp. Gerontol. 37, 1371-1378.
5. Weindruch, R., Sohal, R.S., 1997. Seminars in medicine of the Beth Israel Deaconess Medical Center: caloric intake and aging. N. Engl. J. Med. 337, 986-994.
6. Hart, R.W.,Turturro, A.,1998. Evolution and dietary restriction. Exp. Gerontol.33, 53-60.
7. Skrha J, Kunesova M, Hilgertova J, Weiserova H, Krizova J, Kotrlikova E. 2005. Short-term very low calorie diet reduces oxidative stress in obese type 2 diabetic patients. Physiol Res. 54(1):33-9.
8. Gustaviani R, Soewondo P, Semiardji G, Sudoyo AW., 2004. The influence of calorie restriction during the Ramadan fast on serum fructosamine and the formation of beta hydroxybutirate in type 2 diabetes mellitus patients. Acta Med Indones. Jul-Sep;36(3):136-41.
9. Johnstone AM, Faber P, Andrew R, Gibney ER, Elia M, Lobley G, Stubbs RJ, Walker BR. 2004. The pathophysiology of obesity, Gac Med Mex. Jul-Aug;140 Suppl 2: S27-32.
10. Williamson DA, Stewart TM. 2005. Behavior and lifestyle: approaches to treatment of obesity, J La State Med Soc. ;157 Spec No 1:S50-5.

11. Raymond NC, de Zwaan M, Mitchell JE, Ackard D, Thuras P. 2002. Effect of a very low calorie diet on the diagnostic category of individuals with binge eating disorder, Int J Eat Disord. 31(1):49-56
12. Ivkovic-Lazar T. 2001. Treatment of extreme obesity with a very low calorie diet. Med Pregl. 54(11-12):534-8
13. Anderson JW, Vichitbandra S, Qian W, Kryscio RJ. 1999. Long-term weight maintenance after an intensive weight-loss program. J Am Coll Nutr. 18(6):620-7
14. Pedersen CR; Hagemann I; Bock T; Buschard K, 1999. Intermittent feeding and fasting reduces diabetes incidence in BB rats. Autoimmunity 30(4): 243-50.
15. Dhindsa P; Scott AR; Donnelly R, 2003. Metabolic and cardiovascular effects of very-low-calorie diet therapy in obese patients with Type 2 diabetes in secondary failure: outcomes after 1 year. Diabetic Medicine 20 (4), 319-324.
16. Molokhia M. 1998. Obesity wars: a pilot study of very low calorie diets in obese patients in general practice. Br J Gen Pract. 48(430):1251-2
17. Jazet IM, Pijl H, Frolich M, Romijn JA, Meinders AE. 2005. Two days of a very low calorie diet reduces endogenous glucose production in obese type 2 diabetic patients despite the withdrawal of blood glucose-lowering therapies including insulin. Metabolism. 54(6):705-12.
18. Skrha J, Kunesova M, Hilgertova J, Weiserova H, Krizova J, Kotrlikova E.2005. Short-term very low calorie diet reduces oxidative stress in obese type 2 diabetic patients. Physiol Res. 54(1):33-9.
19. Miyashita Y, Koide N, Ohtsuka M, Ozaki H, Itoh Y, Oyama T, Uetake T, Ariga K, Shirai K. 2004. Beneficial effect of low carbohydrate in low calorie diets on visceral fat reduction in type 2 diabetic patients with obesity. Diabetes Res Clin Pract. 65(3):235-41.
20. Dessi-Fulgheri P, Sarzani R, Serenelli M, Tamburrini P, Spagnolo D, Giantomassi L, Espinosa E, Rappelli A.1999. Low calorie diet enhances renal, hemodynamic, and humoral effects of exogenous atrial natriuretic peptide in obese hypertensives. Hypertension. 33(2):658-62

21. Nakano Y, Oshima T, Sasaki S, Higashi Y, Ozono R, Takenaka S, Miura F, Hirao H, Matsuura H, Chayama K, Kambe M.2001. Calorie restriction reduced blood pressure in obesity hypertensives by improvement of autonomic nerve activity and insulin sensitivity. J Cardiovasc Pharmacol. 38 Suppl 1:S69-74
22. Goldhamer AC, Lisle DJ, Sultana P, Anderson SV, Parpia B, Hughes B, Campbell TC.2002. Medically supervised water-only fasting in the treatment of borderline hypertension. J Altern Complement Med 8(5):643-50
23. Pekkarinen T; Takala I; Mustajoki P. 1998. Weight loss with very-low-calorie diet and cardiovascular risk factors in moderately obese women: one-year follow-up study including ambulatory blood pressure monitoring. Int J Obes Relat Metab Disord. 22(7):661-6
24. Colcombe SJ, Erickson KI, Raz N, Webb AG, Cohen NJ, McAuley E, Kramer AF. 2001.Calorie restriction attenuates inflammatory responses to myocardial ischemia-reperfusion injury. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 280(5): H2094-102
25. Akehi Y, Yoshimatsu H, Kurokawa M, Sakata T, Eto H, Ito S, Ono J. 2001. VLCD-induced weight loss improves heart rate variability in moderately obese Japanese. CExp Biol Med (Maywood) ;226(5):440-5
26. Brehm BJ, Seeley RJ, Daniels SR, D'Alessio DA. 2003. A randomized trial comparing a very low carbohydrate diet and a calorie-restricted low fat diet on body weight and cardiovascular risk factors in healthy womeny. J Clin Endocrinol Metab.88(4): 1617-23
27. Fontana L, Meyer TE, Klein S, Holloszy JO. 2004. Long-term calorie restriction is highly effective in reducing the risk for atherosclerosis in humans.Proc Natl Acad Sci U S A. 101(17): 6659-63.
28. Greene AE, Todorova MT, McGowan R, Seyfried TN. 2001. Caloric restriction inhibits seizure susceptibility in epileptic EL mice by reducing blood glucose. Epilepsia 42(11):1371-8
29. Mantis JG, Centeno NA, Todorova MT, McGowan R, Seyfried TN. 2004. Management of multifactorial idiopathic epilepsy in EL mice with caloric restriction and the ketogenic diet: role of glucose and ketone bodies. Nutr Metab (Lond). 19;1(1):11.

30. Okamoto O, Murakami I, Itami S, Takayasu S.1992. Fasting diet therapy for chronic urticaria: report of a case. J Dermatol. 19(7):428-31

31. Lithell H, Bruce A, Gustafsson IB, Hoglund NJ, Karlstrom B, Ljunghall K, Sjolin K, Venge P, Werner I, Vessby B. 1983. A fasting and vegetarian diet treatmenttrial on chronic inflammatory disorders. Acta Derm Venereol 63(5):397-403

32. Nakamura H, Kouda K, Fan W, Watanabe T, Takeuchi H. 2001. Suppressive effects on allergic contact dermatitis by short-term fasting. 2001.Toxicol Pathol.;29(2): 200-7

33. Santos MS, Lichtenstein AH, Leka LS, Goldin B, Schaefer EJ, Meydani SN. 2003. Immunological effects of low-fat diets with and without weight loss, J Am Coll Nutr. 22(2):174-82.

34. Karatay S, Erdem T, Yildirim K, Melikoglu MA, Ugur M, Cakir E, Akcay F, Senel K. 2004. The effect of individualized diet challenges consisting of allergenic foods on TNF-alpha and IL-1beta levels in patients with rheumatoid arthritis. Rheumatology (Oxford). 43(11):1429-33.

35. R. Dixit, J. B. Coleman, B. Mattson, G. C. Ballam and K. P. Keenan, 1998. The effects of uncontrolled excess caloric intake, and moderate to marked caloric restriction (CR) on obesity, spontaneous diseases and cancers in Sprague-Dawley (SD) rats, Toxicology Letters,95, Suppl (1)182

36. Bin Qu, Barry Halliwell, Choon Nam Ong, Bee Lan Lee and Qiu-Tian Li. 2000. Caloric restriction prevents oxidative damage induced by the carcinogen clofibrate in mouse liver, FEBS Letters, 473 (1) 85-88

37. Stephen R. Spindler. 2005. Rapid and reversible induction of the longevity, anticancer and genomic effects of caloric restriction. Mechanisms of Ageing and Development. 126 (9) 960-966

38. Choi J, Kim D. 2004. Effects of Age and Dietary Restriction on Lifespan and Oxidative Stress of SAMP8 Mice with Learning and Memory impairments. J Nutr Health Aging. 4(3):182-186.

39. Sweet RJ, Price JM, Henry KR. 1988. Dietary restriction and presbyacusis: periods of restriction and auditory threshold losses in the CBA/J mouse. Audiology. 27(6):305-12

40. Henry KR. 1986. Effects of dietary restriction on presbyacusis in the mouse. Audiology. 25(6):329-37.

41. Seidman MD. 2000. Effects of dietary restriction and antioxidants on presbyacusis. Laryngoscope 110(5 Pt 1):727-38.

42. Quigley K; Goya R; Meites J. 1987. Rejuvenating effects of 10-week underfeeding period on estrous cycles in young and old rats. Neurobiol Aging 8(3):225-32.

43. Katsuki A, Sumida Y, Ito K, Murashima S, Gabazza EC, Furuta M, Yano Y, Sugiyama T, Toyoda N, Adachi Y. 2000. A case of obesity, diabetes and hypertension treated with very low calorie diet (VLCD) followed by successful pregnancy with intrauterine insemination (IUI). Endocr J. 47(6):787-91.

44. Grinspoon SK; Baum HB; Kim V; Coggins C, 1995. Klibanski A.Decreased bone formation and increased mineral dissolution during acute fasting in young women. Clin Endocrinol Metab. 80(12):3628-33.

45. Lane MA, Black A, Handy AM, Shapses SA, Tilmont EM, Kiefer TL, Ingram DK, Roth GS. 2001. Energy restriction does not alter bone mineral metabolism or reproductive cycling and hormones in female rhesus monkeys. J Nutr. 131(3): 820-7.

46. Black A, Allison DB, Shapses SA, Tilmont EM, Handy AM, Ingram DK, Roth GS, Lane MA. 2001. Calorie restriction and skeletal mass in rhesus monkeys (Macaca mulatta): evidence for an effect mediated through changes in body size. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 56(3):B98-107.

47. Salin-Pascual RJ, Upadhyay U, Shiromani PJ. 2002. Effects of hypocaloric diet on sleep in young and old rats. Neurobiol Aging. 23(5):771-6.

48. Kansanen M, Vanninen E, Tuunainen A, Pesonen P, Tuononen V, Hartikainen J, Mussalo H, Uusitupa M. 1998. The effect of a very low-calorie diet-induced weight loss on the severity of obstructive sleep apnoea and autonomic nervous function in obese patients with obstructive sleep apnoea syndrome. Clin Physiol. 18(4):377-85

ประวัติผู้นิพนธ์ บทที่ 11

ชื่อ : ดร. ไชยยง รุจจนเวท

สถานที่ปฏิบัติงาน : อาจารย์สำนักวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
333 หมู่ 1 ตำบลท่าสุด อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100
โทรศัพท์ 089-755-6711

อีเมล : chaiyong@mfu.ac.th

การศึกษา : สาขาเภสัชวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลงานวิชาการ :

1. ผลงานวิชาที่ตีพิมพ์ในต่างประเทศและในประเทศไม่ต่ำกว่า 14 เรื่อง
2. มีประสบการณ์ในด้านวิจัย เรื่องพิเคราะห์ตำรายาพื้นบ้านล้านนา, เหล้าล้านนา, Thai propolis, Thai roselle mucilage, Gelsemium elegans, Toxicity tests of RangJert (Thunbergia laurifolia Linn.), Toxicity of crude rhizome extract, Gynostemma pentaphyllum, Sapindus rarak Pericarp, Kaempferia parviflor, Microspora floccosa, macroalgae

บทที่ 12
อาหารปลอดจากสารพิษ
(Toxin - Safe Foods)

บทนำ

สารปนเปื้อนในอาหารที่เกิดจากกระบวนการปรุงอาหารด้วยความร้อน

- โพลีซัยคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน
- เฮตเตอร์ซัยคลิกแอมมีน
- อะครีลาไมด์
- สารประกอบเอ็น-ไนโตรโซ
- กรดไขมันในรูปทรานส์

โลหะหนักปนเปื้อนในอาหาร

สารพิษโบทูลินัม (Botulinumtoxin) จากเชื้อแบคทีเรีย

โปรโตซัวปนเปื้อนในอาหาร

เชื้อราปนเปื้อนในอาหาร

อันตรายและความเสี่ยงของอาหารที่มีการปนเปื้อนจากสารกำจัดศัตรูพืช

อาหารเป็นพิษจากเห็ด

อาหารเป็นพิษจากสัตว์ทะเล

บทสรุป

เอกสารอ้างอิง

บทที่ 12
อาหารปลอดจากสารพิษ
(Toxin - Safe Foods)

รศ. ดร. วงศ์วิวัฒน์ ทัศนียกุล
ผศ. ดร. สุพัตรา ปรศุพัฒนา

บทนำ

ปัจจุบันความสำคัญด้านอาหารปลอดภัย (food safety) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่า มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการรณรงค์และแนวปฏิบัติต่างๆ ด้านสาธารณสุข โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ต่อการป้องกันหรือลดอุบัติการณ์การเกิดโรคหรือได้รับสารพิษจากการรับประทานอาหารหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ระดับโลก ระดับประเทศ หรือแม้แต่หน่วยงานอื่นๆ ได้ทุ่มเทความพยายามมากมายเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการบริโภคอาหาร ซึ่งความพยายามในรูปแบบต่างๆ เหล่านี้ เป็นผลมาจากความตระหนักในความปลอดภัยจากอาหารที่รับประทาน ทั้งนี้เพื่อให้ประชากรปลอดจากความเจ็บป่วยที่เกิดจากอาหาร (foodborne illness) นั่นเอง

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ได้ให้นิยามของความเจ็บป่วยที่เกิดจากอาหาร หมายถึง *"ความเจ็บป่วยใดๆ ที่อาจเกิดจากการติดเชื้อหรือการได้รับสารพิษซึ่งเข้าสู่ร่างกายจากการรับประทานอาหาร"*

ความเจ็บป่วยที่เกิดจากอาหารรวมทั้งที่สัมพันธ์กับการบริโภคอาหาร จัดเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่สำคัญต่อทุกภูมิภาคในโลกนี้ ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา นับตั้งแต่เชื้อก่อโรคที่ปนเปื้อนในอาหาร (foodborne pathogens) ไปจนถึงสารพิษปนเปื้อนในอาหารทั้งจากสิ่งแวดล้อมและสารพิษที่เกิดจากกระบวนการปรุงอาหาร สาเหตุเหล่านี้ล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความเจ็บป่วยในรูปแบบต่างๆ ตั้งแต่ปัญหาการติดเชื้อที่ไม่รุนแรงไปจนถึงโรคมะเร็งที่เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่ามีสาเหตุส่วนหนึ่งที่สัมพันธ์กับการรับประทานอาหาร นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าแม้ว่าเทคโนโลยีของโลกมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย ปัญหาด้านความเจ็บป่วยที่เกิดจากอาหารกลับไม่ได้ลดลงแต่ยังคงเป็นปัญหาสำคัญเสมอมา

สำหรับประเทศไทย ปัญหาอาหารเป็นพิษหรือโรคอาหารเป็นพิษ (foodborne-illness) นับเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่บั่นทอนความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชนไทยมาช้านาน โรคอาหารเป็นพิษตามที่มีรายงานล่าสุด โดยกลุ่มเฝ้าระวังและสอบสวนโรค สำนักระบาดวิทยา กองควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2548 (กลุ่มเฝ้าระวังและสอบสวนโรค, 2548) ได้รับรายงานทั้งสิ้น 140,949 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 226.62 ต่อประชากรแสนคน ที่น่าสังเกตคืออัตราป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา โดยเพิ่มจาก 136.87 ต่อประชากรแสนคนในปี 2539 เป็น 226.62 ต่อประชากรแสนคนในปี 2548 และจัดเป็นอันดับต้นๆ ของโรคที่มีการเฝ้าระวังในประเทศไทย ตัวเลขที่เพิ่มขึ้นนี้นอกจากอาจจะหมายถึงระบบการรายงานและรวบรวมข้อมูลที่ดีขึ้น ทำให้การรายงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังอาจอนุมานได้ถึงสภาพความเป็นอยู่ของคนไทยที่ยังคงมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษก็ได้

ดังนั้น การบริโภคอย่างปลอดภัย จึงไม่ใช่เรื่องไกลตัวที่ควรถูกมองข้าม ประชาชนทุกคนในฐานะทั้งเป็นผู้บริโภคหรือมีความเกี่ยวข้องกับการผลิตอาหาร จึงควรมีความตระหนักและมีความรู้เพื่อการจัดการด้านอาหารปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื้อหาในบทนี้จึงมีความครอบคลุมถึงความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอาหารปลอดภัย สารปนเปื้อนต่างๆ ที่พบ และมีรายงานว่ามีการปนเปื้อนและทำให้เกิดโทษแก่ผู้ที่บริโภคเข้าไป ไม่ว่าจะเป็นสารปนเปื้อนที่เกิดจากกระบวนการปรุงอาหาร สารพิษทางชีวภาพจากเชื้อรา โลหะหนักปนเปื้อนในอาหาร สารปราบศัตรูพืชตกค้าง ตลอดจนถึงการเลือกรับประทานอย่างปลอดภัยในประชากรกลุ่มต่างๆ ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาหารและโรค

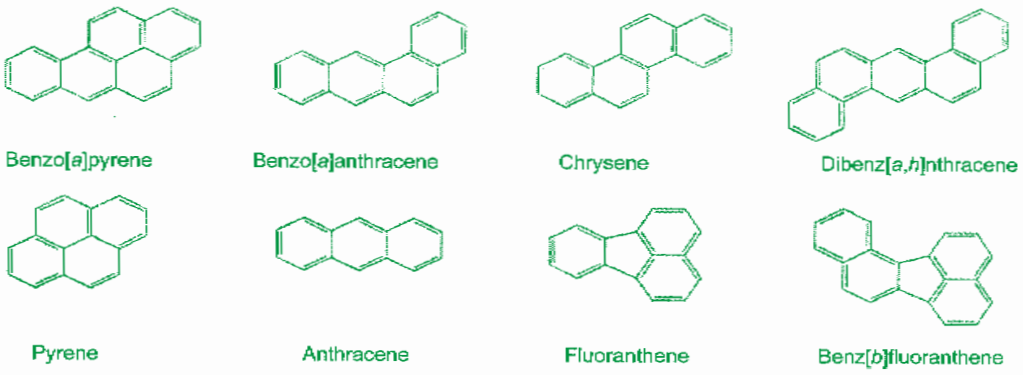
สารปนเปื้อนในอาหารที่เกิดจากกระบวนการปรุงอาหารด้วยความร้อน

นอกเหนือจากการปนเปื้อนของสารต่างๆ ในอาหาร ที่มีที่มาจากสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังพบว่ากระบวนการปรุงอาหารเองก็เป็นแหล่งก่อสารปนเปื้อนที่มีโทษต่อร่างกายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรุงอาหารโดยใช้ความร้อน เหตุที่สารปนเปื้อนเหล่านี้ได้รับความสนใจเป็นพิเศษก็เนื่องด้วยว่าสารบางตัวมีความเป็นพิษในรูปแบบที่สัมพันธ์กับการเกิดมะเร็ง ทำให้ดูเหมือนว่าการรับสัมผัสสารเหล่านี้เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก เนื่องจากรูปแบบการปรุงอาหารยังคงต้องอาศัยความร้อน โดยเฉพาะรูปแบบการปรุงอาหารไทยที่มีความหลายหลาก ไม่ว่าจะเป็นการปิ้ง การย่าง หรือการทอด ในบรรดาสารปนเปื้อนในอาหารที่เกิดจากการปรุงอาหารด้วยความร้อนที่ได้รับความสนใจและมีการศึกษามากที่สุด 3 ชนิดแรก ได้แก่ polycyclic aromatic hydrocarbons heterocyclic amines และ acryl amide

โพลีซัยคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

โพลีซัยคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbons /PAHS) จัดเป็นกลุ่มสารเคมีที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ (incomplete combustion) ของถ่านหิน น้ำมัน แก๊ส ไม้และวัตถุอินทรีย์ต่างๆ สารกลุ่ม PAHs อาจถูกสังเคราะห์ขึ้นหรือเกิดได้เองในธรรมชาติ การปนเปื้อนของสารกลุ่ม PAHs สามารถพบได้ทั่วไปทั้งจากน้ำ ดิน อากาศ ไปจนถึงการพบสะสมในพืชผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ไขมันสัตว์ อาหารทะเล รวมถึงการสะสมในอาหารเนื่องจากกระบวนการขนส่งและการเก็บอาหาร (Janszka, B., และคณะ, 2004) อย่างไรก็ตาม สาเหตุหลักของการปนเปื้อนของสารกลุ่ม PAHs พบว่าเกิดจากการปรุงอาหารโดยใช้ความร้อนเป็นส่วนใหญ่

เมื่อมีการปรุงอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อสัตว์และปลา ไม่ว่าจะเป็นการปรุงด้วยความร้อนโดยการปิ้ง ย่าง หรือรมควัน พบว่ามีการสร้างสารกลุ่ม PAHs จากปฏิกิริยาการสลายตัวด้วยความร้อนของสารประกอบอินทรีย์ หรือที่เรียกว่าปฏิกิริยาไพโรไลซิส (pyrolysis reaction) เนื่องจากเมื่อสารอินทรีย์โดยเฉพาะไขมันสัตว์เมื่อได้รับความร้อนสูง จะละลาย และหยดลงบนถ่านร้อน ทำให้มีการเปลี่ยนรูปของสารประกอบอินทรีย์ของไขมันจนอยู่ในรูปของ PAHs ซึ่งประกอบด้วยวงแหวนตั้งแต่ 4-6 วง เรียงตัวต่อกัน (รูปที่ 1) และเคลือบติดบนผิวชิ้นอาหาร การเกิดขึ้นของสารกลุ่ม PAHs นี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไขมันในอาหารและระดับความร้อนที่ใช้ นั่นคือ ยิ่งมีปริมาณไขมันละลายหยดลงบนถ่านร้อนมาก และยิ่งใช้อุณหภูมิสูง โดยเฉพาะในช่วงระหว่าง 400-1,000 องศาเซลเซียส ปริมาณ PAHs ที่เกิดขึ้นก็สูงตามไปด้วย ดังนั้น การใช้เตาย่างแบบมีระบบป้องกันการเกิดปฏิกิริยาไพโรไลซิส จะสามารถลดปริมาณ PAHs บนชิ้นอาหารได้มาก (Jagerstad, M., และคณะ, 2005) ในกรณีของอาหารรมควัน การสะสมของ PAHs ในอาหารมาจาก PAHs ในควันที่เกาะเคลือบบนอาหารนั้นๆ



รูปที่ 1 ตัวอย่างโครงสร้างสารกลุ่ม Polycyclic aromatic hydrocarbons ที่พบในสิ่งแวดล้อมและตรวจพบในอาหาร (ที่มา : Phillips, D.H.,1999)

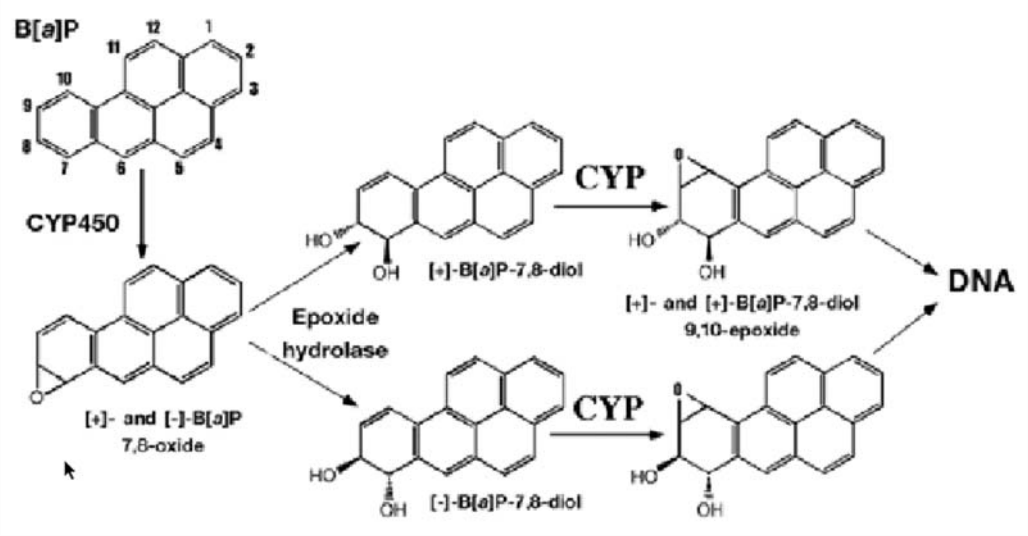
1) การเปลี่ยนแปลงสารกลุ่ม PAHs ในร่างกายให้อยู่ในรูปสารก่อมะเร็ง (Metabolic bioactivation of PAHs to carcinogens)

สารกลุ่ม PAHs เท่าที่ทราบโครงสร้างแน่ชัดปัจจุบันมีมากกว่า 100 ชนิด ในจำนวนนี้มีประมาณ 54 ชนิดที่มีรายงานว่ามีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต และมี 11 ชนิดที่มีฤทธิ์ก่อมะเร็งที่ชัดเจนในสัตว์ทดลองและคาดว่าสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้เช่นกัน (Monograph, 1983) คุณสมบัติโดยทั่วไปของสารกลุ่ม PAHs พบว่ามีความคงตัวสูง ละลายน้ำได้น้อยและเข้าทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอื่นได้น้อย อย่างไรก็ตามจากคุณสมบัติที่ละลายในไขมันได้ดี เมื่อเข้าสู่ร่างกายสารกลุ่ม PAHs จะถูกดูดซึมได้อย่างรวดเร็วและสะสมตามเนื้อเยื่อต่างๆ

สารกลุ่ม PAHs ยังคงมีคุณสมบัติคล้ายสารก่อมะเร็งส่วนใหญ่คือมักอยู่ในสภาพเฉื่อยในธรรมชาติแต่เมื่อเข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นสัตว์หรือมนุษย์ต้องอาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงโดยใช้เอนไซม์ cytochrome P-450 (CYP) ในร่างกายเพื่อให้อยู่ในรูปของสารก่อมะเร็งที่ออกฤทธิ์ได้ เดิมทีเชื่อกันว่าเฉพาะเอนไซม์ CYP1A1 เท่านั้นที่ทำงานเพื่อเปลี่ยน PAHs ให้อยู่ในรูปที่มีความไวสูง (reactive nucleophiles) ในมนุษย์และสัตว์ชนิดต่างๆ แต่ต่อมาพบว่า CYP1B1 สามารถทำงานได้เช่นเดียวกัน ทั้ง CYP1A1 และ CYP1B1 พบได้ในอวัยวะต่างๆ นอกเหนือจากตับ (extrahepatic organs) จึงเป็นเหตุให้สามารถเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัสสารกลุ่ม PAHs ในสัตว์ทดลองในหลายอวัยวะ

การเปลี่ยนแปลงสารกลุ่ม PAHs จึงเกิดขึ้นได้ตามเนื้อเยื่อทั่วไปโดยมีหลายกระบวนการที่เกี่ยวข้อง เมตาบอไลท์ที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงสารในกลุ่มนี้ ได้แก่ epoxide intermediates dihydrodiols phenols quinones และอื่นๆ สารกลุ่ม phenols quinones และ dihydrodiols จะการรวมตัว (conjugation) กับกลูคิวโรไนด์ (glucuronides) และซัลเฟตเอสเทอร์ (sulfate esters) ส่วนควิโนนจะรวมตัวกับกลูตาไธโอนได้เป็นกลูตาไธโอนคอนจูเกต (glutathione conjugate) ซึ่งละลายน้ำได้ดีและถูกขับออกนอกร่างกาย โดยบางส่วนจะเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงโดย CYP ต่อไป ในกรณีตัวอย่างของสารในกลุ่ม PAHs ที่สำคัญตัวหนึ่งคือ เบนโซเอไพรีน (benzo[*a*]pyrene; B[*a*]P) พบว่านอกจาก dihydrodiols จะเกิดการรวมตัวเพื่อขับออกนอกร่างกายแล้ว บางส่วนยังอาจมีการเปลี่ยนแปลงต่อไปอีกโดย CYP ได้แก่เอนไซม์ CYP1A1 และ CYP1B1 ได้สารกลุ่ม epoxides คือ (+)- และ (-)-B[*a*]P-7,8-oxide จากนั้นจะถูกเปลี่ยนแปลงต่อด้วยเอนไซม์ epoxide hydrolase ที่อยู่ภายในไมโครโซมได้เป็น (+)- และ (-)-B[*a*]P-7 8-diol ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ยังไม่จัดว่ามีฤทธิ์เป็นสารก่อมะเร็ง แต่หลังจากถูกเปลี่ยนแปลงอีกครั้งด้วย CYP จะได้ (+)-B[*a*]P-7 8-diol-9 10-epoxide-1 (+)-B[*a*]P-7 8-diol-9,10-epoxide-2 (-)-B[*a*]P-7 8-diol-9 10-epoxide-1 และ (-)-B[*a*]P-7 8-diol-9

10-epoxide-2 (รูปที่ 2) ซึ่ง diol-epoxide ที่เกิดขึ้นทั้ง 4 ตัวนี้ให้ผลเหนี่ยวนำการก่อกลายพันธุ์จากการทดสอบด้วยวิธีเอมส์ (Ames test) ทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังพบว่า (+)-B[*a*]P-78-diol-9 10-epoxide-2 สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งในหนูที่เกิดใหม่ (Tang, และคณะ, 2000) โดยฤทธิ์ก่อมะเร็งเกิดจากการที่สารเหล่านี้สามารถจับกับดีเอ็นเอซึ่งเป็นหน่วยพันธุกรรมของร่างกายได้ดี ทำให้เกิด benzo[*a*]pyrene-adduct ผ่านทางปฏิกิริยาการเติมหมู่อัลคีล (alkylation reaction) ที่ตำแหน่ง exocyclic nitrogen (N-2) deoxyguanosine ได้เป็น benzo[*a*]pyrene epoxide-deoxyguanosine และสามารถส่งผลให้เซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านความผิดปกติในการแบ่งตัวของเซลล์จนกลายเป็นเซลล์มะเร็งในที่สุด



รูปที่ 2 กระบวนการเปลี่ยนแปลง Benzo[*a*]pyrene (B[*a*]P) ในร่างกายให้อยู่ในรูป epoxide โดย CYP450 และเอนไซม์ epoxide hydrolase (ที่มา : Shimada, T., และคณะ, 2004)

จากข้อมูลที่ยืนยันถึงบทบาทของ CYP1A1 และ CYP1B1 ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารกลุ่ม PAHs ให้อยู่ในรูปที่สามารถก่อมะเร็งเมื่อเข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตได้นั้น ได้มีการศึกษาเพิ่มเติมในระดับพันธุกรรมถึงการพบความผิดแผกทางพันธุกรรม (genetic polymorphism) ของเอนไซม์ทั้งสองตัวนี้ แต่ในแง่ของความสัมพันธ์ระหว่างความผิดแผกทางพันธุกรรมของ CYP1A1 และ CYP1B1 กับการเกิดมะเร็งในคนแล้วนั้น ยังไม่เป็นที่สรุปแน่ชัดว่าความผิดแผกของเอนไซม์ทั้งสองตัวนี้เป็นสาเหตุให้แต่ละบุคคลมีความพร้อม (susceptibility) ต่อการเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัสสารกลุ่ม PAHs ได้ต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเกิดมะเร็งเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงยังต้องอาศัยการศึกษาและข้อมูลเพิ่มเติมอีกต่อไป

2) ความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสารกลุ่ม PAHs ในอาหารกับการเกิดมะเร็ง

การศึกษาในสัตว์ทดลองและข้อมูลทางระบาดวิทยาแสดงให้เห็นว่าสารกลุ่ม PAHs สามารถทำให้เกิดมะเร็งเมื่อเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตในวิถีทางต่างๆ ได้ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการหายใจ การรับประทาน หรือการสัมผัสทางผิวหนัง โดยการหายใจพบว่าเบนโซเอไพรีนทำให้เกิดมะเร็งปอดและมะเร็งในระบบทางเดินหายใจ รวมถึงมะเร็งหลอดอาหารในสัตว์ทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการศึกษาทางระบาดวิทยาที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างการรับสัมผัสสารกลุ่ม PAHs ทางการหายใจกับการเกิดมะเร็งปอดในคนงานโรงงานและผู้สูบบุหรี่ ในแง่ของการปนเปื้อนในอาหารพบว่าสารกลุ่ม PAHs หลักสามชนิดที่มีรายงานการพบในอาหารได้แก่ benzo[*a*]pyrene, banzo[*a*]anthracene และ dibenz[*a,h*]anthracene ซึ่งทั้งหมดนี้ได้รับการพิจารณาให้เป็น “สารที่อาจมีฤทธิ์ก่อมะเร็ง” (*probably* carcinogen) หรือจัดอยู่ในกลุ่ม 2A ตามเกณฑ์การจัดประเภทสารก่อมะเร็งโดย International Agency for Research on Cancer (IARC) โดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาในสัตว์ทดลองและการเก็บข้อมูลทางระบาดวิทยา แม้ว่าจะยังไม่มีข้อมูลใดที่แสดงชัดเจนว่าการบริโภคสารกลุ่ม PAHs ทำให้เกิดมะเร็งในคน เนื่องจากไม่สามารถทำการศึกษาฤทธิ์ก่อมะเร็งโดยตรงในคนได้รวมทั้งการดำเรงชีวิตประจำวันของคนเราก็มีโอกาสการรับสัมผัสสารต่างๆ ได้พร้อมกันหลายตัวอยู่แล้ว แต่ก็มีรายงานที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างการเพิ่มขึ้นของอุบัติการณ์การเกิดมะเร็งกับการบริโภคอาหารที่มีปริมาณ PAHs สูง

3) การศึกษาสารกลุ่ม PAHs ในน้ำมันทอดซ้ำและความสัมพันธ์กับการเกิดอันตรายจากการบริโภคน้ำมันทอดซ้ำ

ในการกำหนดค่าความปลอดภัยของการรับสัมผัสสารกลุ่ม PAHs จากอาหารได้มีการกำหนดไว้ชัดเจนโดย Commission regulation แห่งคณะกรรมาธิการยุโรป (European Commission) ในข้อกำหนดที่ 208/2005 ถึงปริมาณสูงสุดของเบนโซเอไพรีนในน้ำมันหรือไขมันที่ใช้ในวัตถุประสงค์ของการบริโภคโดยตรงและเป็นส่วนประกอบของอาหารที่ไม่เกิน 2 ppb (European Commission, 2005) การกำหนดปริมาณดังกล่าวนี้มีประเด็นการเชื่อมโยงไปถึงการเกิดขึ้นของสารกลุ่ม PAHs จากการใช้น้ำมันในการทอดอาหาร จากการศึกษาทางระบาดวิทยาโดยเฉพาะการศึกษาในทวีปเอเชียพบว่าสตรีชาวเอเชียถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่มีการเกิดมะเร็งปอดสูงที่สุดในโลก คาดว่าน่าจะสัมพันธ์กับการได้รับควันจากการปรุงอาหาร นักวิจัยหลายท่านให้ความเห็นว่าความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งในผู้ที่รับสัมผัสควันอาหารเพิ่มขึ้นและสัมพันธ์กับการมีสารกลุ่ม PAHs ในควันที่เกิดจากน้ำมันทอด ผลการศึกษาหลายชิ้นนำมาสู่ประเด็นคำถามว่า สารกลุ่ม PAHs ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งพบได้เฉพาะในควันจากน้ำมันทอดหรือไม่และพบได้ในน้ำมันทอดด้วยหรือไม่ ในการนี้มีนักวิจัยหลายคณะแสดงให้เห็นว่าแม้อุณหภูมิที่เหมาะสมของการเกิดสารกลุ่ม PAHs

จะอยู่ที่ 660-740 องศาเซลเซียส ยังพบว่าเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนแก่น้ำมันทอดที่อุณหภูมิประมาณ 180-270 องศาเซลเซียสก็สามารถเกิดสารกลุ่ม PAHs ในน้ำมันทอดได้ (Moret, S., และคณะ 2000, Purcaro, G., และคณะ, 2006) แต่ปริมาณที่เกิดขึ้นในน้ำมันทอดมีปริมาณน้อยกว่าที่พบในควันที่เกิดจากน้ำมันทอด (Siegmann และคณะ, 1996) นอกจากนี้ยังมีรายงานที่แสดงให้เห็นถึงความเป็นพิษที่เหนี่ยวนำโดยสารสกัดที่ได้จากน้ำมันทอดซ้ำ โดยพบว่าสารสกัดจากน้ำมันทอดซ้ำยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ ทำให้เซลล์ตายทั้งนี้เนื่องจากสารสกัดมีคุณสมบัติเหนี่ยวนำการแสดงออกของเอนไซม์ CYP1A1 และ CYP3A1 ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกระบวนการเปลี่ยนสารกลุ่ม PAHs ในอยู่ในรูปพร้อมก่อมะเร็งได้ (Pandey, และคณะ, 2006)

ดังนั้นในแง่ของการลดการรับสัมผัสสารกลุ่ม PAHs เพื่อลดโอกาสการเกิดมะเร็ง จึงเป็นเรื่องที่สามารถกระทำได้โดยการลดหรือเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีการปนเปื้อนของสารกลุ่ม PAHs ได้แก่อาหารที่ผ่านการปรุงด้วยความร้อนโดยการปิ้ง ย่าง รมควันหรือการทอดในน้ำมันใช้ซ้ำหลายครั้ง

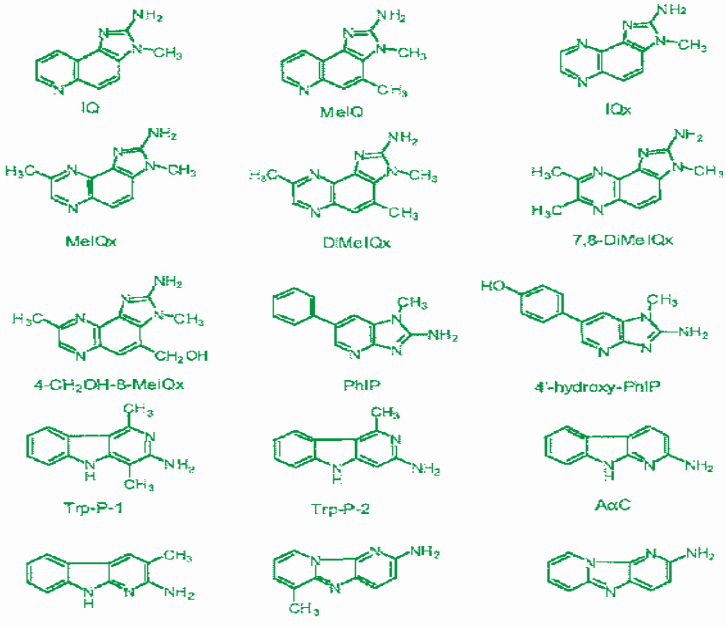
เฮกเตอโรซัยคลิกแอมมีน

เฮกเตอโรซัยคลิกแอมมีน (Heterocyclic amines/HCAs) จัดเป็นสารก่อมะเร็งที่พบในอาหารอีกตัวหนึ่งที่มีผู้ให้ความสนใจศึกษามาก เริ่มต้นจากการตั้งข้อสังเกต โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น สาขา Environmental Carcinogenesis คือ Takashi Sugimura ว่า **ถ้าควันจากบุหรี่มีโทษต่อร่างกายแล้ว ควันจากการปิ้งย่างอาหารประเภทเนื้อจะมีความเป็นพิษ ด้วยหรือไม่** หลังจากที่ได้ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยการรวบรวมสารที่ได้จากควัน จากการย่างปลาและทดสอบฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์โดยวิธีเอมส์ (Ames test) แล้ว Sugimura และคณะได้แสดงให้เห็นว่า สารที่ได้นี้มีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์อย่างแรงต่อเชื้อ *Salmonella typhimurium* TA98 ข้อมูลนี้ถูกนำเสนอเป็นครั้งแรกในการประชุม เรื่อง “The Origin of Human Cancer” ในปี ค.ศ. 1976 ที่ Cold Spring Harbor ประเทศสหรัฐอเมริกา การค้นพบในครั้งนี้นับเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของการศึกษาเกี่ยวกับสารที่มีฤทธิ์เหนี่ยวนำการกลายพันธุ์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการปรุงอาหารโดยใช้ความร้อน โดยเฉพาะกระบวนการปิ้งย่างอาหารประเภทโปรตีน

สารกลุ่ม HCAs เกิดขึ้นระหว่างการปรุงอาหารที่ใช้อุณหภูมิสูง โดยกระบวนการการกลั่นตัว (condensation) และการเกิดเป็นโครงสร้างวงแหวน (cyclization) ที่อยู่ในรูปแบบโครงสร้างที่เป็น heterocyclic quanidyl ที่มีจำนวนวงแหวนตั้งแต่ 2-3 วงและมีกลุ่มอะมิโน (exocyclic amino group) จับอยู่บนวงแหวน รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างสาร HCAs บางชนิด สารกลุ่ม HCAs อาจแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ (Sugimura, T., และคณะ 2004) ได้แก่

1. สารกลุ่ม HCAs ที่ 1 กลุ่มนี้มีคุณสมบัติที่โดดเด่นคือ จะสูญเสียฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ (mutagenicity) ถ้ากลุ่มอะมิโนภายในโครงสร้างถูกเปลี่ยนเป็นกลุ่มไฮดรอกซิล ตัวอย่าง เช่น 3-amino-1,4-dimethyl-5*H*-pyrido[4,3-*b*]indole (Trp-P-1), 3-amino-1-methyl-5*H*-pyrido [4,3-*b*]indole (Trp-P-2), 2-amino-9*H*-pyrido[2,3-*b*]indole (Aαc), 2-amino-3-methyl-9*H*-pyrido[2,3-*b*]indole (MeAαc), 2-amino-6-mehtyldipyrido[1,2-*a*:3',2'-*d*]imidazole (Glu-P-1) และ 2-aminodipyrido[1,2-*a*:3',2'-*d*]imidazole(Glu-P-2)

2. สารกลุ่ม HCAs ที่ 2 สารกลุ่มนี้จะไม่สูญเสียฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ เมื่อมีการเปลี่ยนโครงสร้างแต่อย่างใด ในเนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการปรุงโดยการปิ้งย่างจะพบสารสารกลุ่ม HCAs ที่ 2 มากกว่า สารกลุ่ม HCAs ที่ 1 จึงอาจเรียก สารกลุ่ม HCAs ที่ 2 ได้ว่าเป็นกลุ่มหลักของ HCAs ที่ได้รับความสนใจเนื่องจากคุณสมบัติด้านฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ที่ชัดเจน สารกลุ่ม HCAs ที่ 2 ได้แก่ 2-amino,-3-methylimidazo[4,5-*f*]quinoline (IQ), 2-amino-3, 4-dimethylimidazo[4,5-*f*]quinoline (MeIQ), 2-amino-3, 8-dimethylimidazo[4,5-*f*]quinoxaline (MEIQx), 2-amino-3,4,8-trimethylimidazo[4,5-*f*]quinoxaline (DiMeIQx) และ 2-amino-3, 7, 8-trimethylimidazo[4,5-*f*]quinoxaline (7,8-DiMeIQX) โดยในกระบวนการสร้างสารกลุ่ม HCAs ที่ 2 นี้พบว่าครีเอติน (creatine) หรือครีเอตินิน (creatinine) มีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวตั้งต้นสำหรับสารกลุ่มอิมิดาโซ (imidazo moieties)

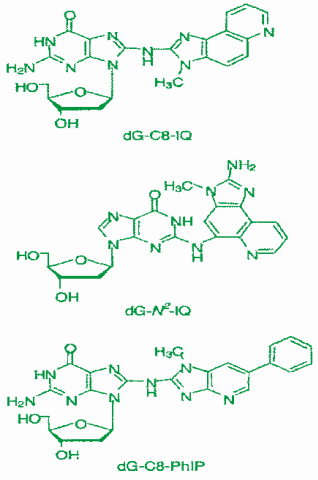


รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างสูตรโครงสร้างสารกลุ่ม Heterocyclic amines (HCAs)
(ที่มา: Sugimura, T., และคณะ, 2004)

1) การเปลี่ยนแปลงสารกลุ่ม HCAs ในร่างกายให้อยู่ในรูปสารก่อมะเร็ง

เมื่อเข้าสู่ร่างกาย HCAs จะถูกเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปที่มีฤทธิ์โดยปฏิกิริยา *N*-hydroxylation ผ่านทาง CYP1A2 ซึ่งเหมือนกันทั้งในมนุษย์และหนูทดลอง นอกจากนี้ยังมี CYP P450 อื่นๆ ที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องได้แก่ CYP1A1, CYP1B1 และ CYP3A4 ที่ทำหน้าที่ในปฏิกิริยาออกซิเดชันในการเปลี่ยน exocyclic primary amino group ให้เป็น hydroxyl amino group ซึ่งจะถูกเปลี่ยนแปลงต่อโดยเอ็นไซม์ *N*(O)-acetyl-transferase (NAT) เกิดปฏิกิริยาการสร้างเอสเทอร์ (esterification) เอนไซม์ NAT ที่พบในมนุษย์ในปัจจุบันมี 2 รูป (isozymes) คือ NAT1 และ NAT2 โดยที่ NAT1 มีการแสดงออกส่วนใหญ่ที่อวัยวะนอกเหนือจากตับและ NAT2 พบได้ในตับและเซลล์เยื่อบุลำไส้เป็นหลัก ในแง่ของความจำเพาะต่อสารกลุ่ม HCAs พบว่าสารกลุ่ม HCAs ส่วนใหญ่มีความจำเพาะเจาะจงต่อ NAT1 ต่ำ ในขณะที่ NAT2 สามารถเร่งปฏิกิริยาการเติมหมู่อะเซติล (O-acetylation reaction) ให้แก่ IQ, MeIQ และ PhIP ที่อยู่ในรูปอนุพันธ์เอ็น-ไฮดรอกซี (*N*-hydroxylated derivatives) ได้ดี

สารตัวกลางที่สำคัญคือ arylnitrenium ion ($R\text{-}NH^+$) ที่เกิดจากปฏิกิริยาของ NAT มีคุณสมบัติเป็นสารก่อมะเร็งที่สามารถสร้างพันธะโควาเลนท์ที่คาร์บอนตำแหน่งที่แปดของเบสกัวนีนในสายดีเอ็นเอได้ดี นอกจากนี้ MeIQX และ IQ ยังสามารถเข้าจับกับไนโตรเจนตำแหน่งที่สองของเบสกัวนีนได้เช่นกัน (รูปที่ 4) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ การกลายพันธุ์และการเกิดเซลล์มะเร็งในเวลาต่อมา จากการศึกษาฤทธิ์ก่อมะเร็งของสารในกลุ่มนี้พบว่าตำแหน่งการเกิดมะเร็งที่พบคือ ตับ ลำไส้ใหญ่ เต้านมและต่อมลูกหมาก นอกจากนี้ยังพบที่ปอดและผิวหนัง ด้วย IARC (International Agency for Research on Cancer) ได้จัดสารกลุ่ม HCAs ให้อยู่ในสารก่อมะเร็งประเภท 2A เช่นเดียวกันกับ Polycyclic aromatic hydrocarbons



รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างหลักของ HCAs-DNA adducts ที่เกิดจาก IQ และ PhIP
ที่มา : Sugimura, T., และคณะ, 2004

2) การรับสัมผัสสารกลุ่ม HCAs ในอาหารและการเกิดมะเร็ง

ตั้งแต่เริ่มมีการพิสูจน์ว่ากระบวนการปรุงอาหารประเภทเนื้อด้วยความร้อน เป็นสาเหตุของการเกิดขึ้นของสารกลุ่ม HCAs ก็ได้มีการศึกษาตามมาอีกมากมายที่ทำการตรวจวัดปริมาณสารกลุ่มนี้ในอาหารประเภทต่างๆ โดยเฉพาะอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ได้แก่ เนื้อหมู เนื้อไก่ เนื้อปลา รวมไปถึงเนื้อวัวและเบคอน ที่ได้รับความร้อนในรูปแบบการปิ้ง ย่างหรือทอด โดยสาร HCAs ที่ตรวจพบได้ส่วนใหญ่ คือ PhIP MeIQx 4,8-DimeIQX และ 7,8-DiMeIQx ปริมาณที่พบมีความแตกต่างได้ตั้งแต่ 0-4800 นาโนกรัมต่อ 100 กรัมเนื้อสัตว์ ขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิที่ใช้ระยะเวลาที่อาหารได้รับความร้อน และรูปแบบการปรุงเช่นกรณีมีการหมัก (marinating) ร่วมด้วย พบว่าระดับ PhIP ลดลงอย่างชัดเจน (Knize, M.G., และคณะ, 2002) ดังนั้นปริมาณรับสัมผัสในคนจึงอาจแตกต่างกัน ในช่วงระหว่างนาโนกรัมต่อวันจนถึงระดับไมโครกรัมต่อวัน ขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดที่บริโภค

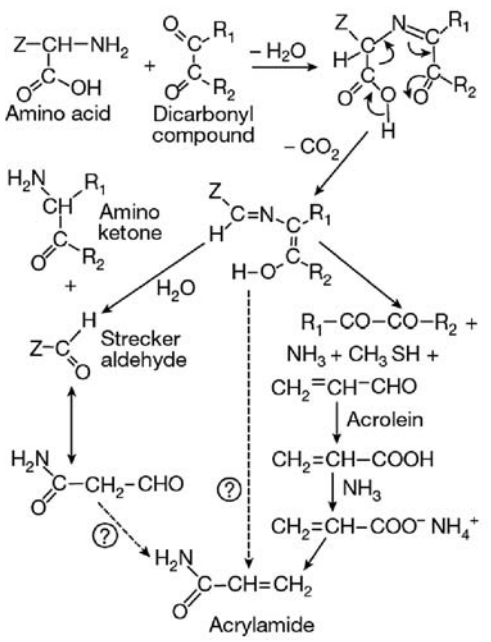
อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปริมาณที่พบปนเปื้อนในอาหารที่บริโภคแต่ละชนิดไม่สูงเพียงพอที่จะตรวจวัดได้ แต่การบริโภคอาหารที่มี HCAs จากหลายแหล่งพร้อมกันอาจทำให้ระดับ HCAs ในร่างกายเพิ่มขึ้นได้เนื่องจาก HCAs ถูกดูดซึมจากทางเดินอาหารได้ดี ในแง่ความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็ง มีรายงานจากการศึกษาด้านระบาดวิทยาหลายชิ้นที่ชี้ชัดถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มความเสี่ยงของมะเร็งกับกลุ่มที่รับประทานเนื้อที่สุกมาก (well-done meat) ตัวอย่างรายงานโดย Zheng และคณะ (Zheng, W., และคณะ, 1998) ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงขนาด (dose-response relationship) ระหว่างระดับความสุก (doneness) ของเนื้อสัตว์ที่ผ่านการปรุงด้วยความร้อนสูงกับความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งเต้านม รายงานนี้อธิบายถึงสตรีที่ชอบรับประทานแฮมเบอเกอร์ สเต็กและเบคอนที่สุกมากมีความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งเต้านม มากกว่าสตรีที่ชอบรับประทานเนื้อกึ่งสุก (rare หรือ medium) ถึง 4.6 เท่า และตัวอย่างรายงานที่ให้ผลคล้ายกัน เช่น คนที่ชอบรับประทานเนื้อที่สุกมาก มีความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนักมากขึ้น (Sinha, R., 1999) อย่างไรก็ตาม ยังคงมีรายงานจากนักวิจัยอีกหลายกลุ่มที่แสดงผลที่แตกต่าง เช่น Norrish และคณะ (Norrish, A.E., 1999) แสดงว่าการบริโภคเนื้อสัตว์ที่ปรุงสุกไม่สัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งต่อมลูกหมาก เป็นต้น

การค้นพบสารกลุ่ม HCAs ในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่ผ่านการปรุงด้วยความร้อนสูง เป็นอีกการค้นพบหนึ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจมากขึ้นถึงที่มาของการเกิดมะเร็ง และได้มีโอกาสส่งผ่านความรู้นี้มายังผู้บริโภค เพื่อให้เกิดความตระหนักในการป้องกันตนเอง เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งจากการบริโภคอาหาร ในที่นี้การบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีสารกลุ่ม HCAs ปนเปื้อนจากกระบวนการปรุง เป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยงหรือควรพยายามลดปริมาณการรับสัมผัสให้เหลือน้อยที่สุด

อะครีลาไมด์

อะครีลาไมด์ (acrylamide) เป็นที่รู้จัก และถูกใช้มานานในวงการอุตสาหกรรม สำหรับผลิตสารโพลีอะครีลาไมด์ที่ใช้ในการผลิตน้ำดื่ม และใช้ในอุตสาหกรรมบำบัดน้ำเสีย รวมถึง การใช้คงสภาพเพื่อยึดดินให้เกาะกัน ก่อนหน้านี้เป็นที่ทราบกันว่าโอกาสการรับสัมผัสอะครีลาไมด์สำหรับมนุษย์นั้น เกิดจากการรับสัมผัสจากการประกอบอาชีพและน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนอะครีลาไมด์ อันเนื่องจากการใช้อะครีลาไมด์ในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม ส่วนการพบการปนเปื้อนของอะครีลาไมด์ ในอาหารเริ่มจากการตั้งข้อสังเกตโดย Bergmark และคณะที่ตีพิมพ์รายงานใน ปี ค.ศ. 1997 ถึงการพบระดับสารประกอบอะครีลาไมด์ (acrylamide adduct) ในระดับค่อนข้างสูงในคนไม่สูบบุหรี่ รายงานผลการศึกษาที่คล้ายกันในปี 2000 โดย Tareke (Tareke, E., และคณะ, 2000) แสดงระดับฮีโมโกลบินที่จับกับอะครีลาไมด์ที่สูงขึ้นในหนูที่ได้รับอาหารทอด รายงานเหล่านี้ไม่ได้รับการอธิบายอย่างชัดเจนถึงสาเหตุการเพิ่มขึ้นของทั้งสารประกอบอะครีลาไมด์และระดับอะครีลาไมด์เอง และไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร จนกระทั่งในปี 2002 ที่ Tareke และคณะ (Tareke, E., และคณะ, 2002) ได้พิสูจน์ให้เห็นว่า อะครีลาไมด์สามารถเกิดขึ้นได้ในอาหารที่ผ่านการปรุงโดยใช้ความร้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารประเภทที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต เช่น มันฝรั่งทอด และมันฝรั่งกรอบ หลังจากนั้น ได้เกิดความตื่นตัวอย่างมากในเรื่องของการตรวจวัดระดับอะครีลาไมด์ และสารตั้งต้นของการเกิดอะครีลาไมด์ในอาหารประเภทต่างๆ

หลังการค้นพบเกิดอะครีลาไมด์ได้ไม่นานนัก ก็มีกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่พบว่าอะครีลาไมด์ที่พบในอาหารส่วนใหญ่ เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มอะมิโนของกรดอะมิโนตัวหนึ่ง คือ “แอสปาราจีน (asparagine)” กับน้ำตาลในรูปของ reducing sugar ที่อุณหภูมิสูงในระหว่างการอบหรือการทอด ปฏิกิริยานี้มีชื่อเรียกว่า “ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)” โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ดมักทำให้เกิดรสชาติและสีเฉพาะตัว ที่พบได้สำหรับอาหารอบหรือปิ้ง ในกระบวนการของปฏิกิริยาเมลลาร์ดนี้ สามารถพบปฏิกิริยาย่อยของการสลายตัวของกรดอะมิโน (Strecker degradation of amino acids) (รูปที่ 5) ซึ่งกรดอะมิโนที่หลุดออกมานี้จะถูกตัดหมู่คาร์บอกซีและหมู่อะมิโน ทำให้เหลือโครงสร้างที่เป็นอัลดีไฮด์ (Mottram, D.S., และคณะ. 2002)



รูปที่ 5 แผนผังแสดงการสร้างอะครีลาไมด์โดยปฏิกิริยาเมลลาร์ดระหว่างกรดอะมิโนแอสปาราจีนและกลุ่มไดคาร์โบนีล (dicarbonyl group) (ที่มา: Mottram, D.S., และคณะ. 2002)

1) การเปลี่ยนแปลงอะครีลาไมด์ในร่างกายให้อยู่ในรูปสารก่อมะเร็ง

อะครีลาไมด์สามารถถูกดูดซึมเข้าเข้าสู่ร่างกายและหลังเข้าสู่ร่างกายอะครีลาไมด์สามารถกระจายตัวไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ได้ดี จากนั้นจะถูกเปลี่ยนแปลงในร่างกายโดยเอนไซม์ CYP2E1 เป็น “ไกลซิดาไมด์” ซึ่งเป็นเมตาบอไลท์ในรูปอีป็อกไซด์ (epoxide metabolite) ผลการ CYP2E1 ต่อการเปลี่ยนแปลงอะครีลาไมด์ไปเป็นไกลซิดาไมด์ได้รับการยืนยันจากการศึกษาที่ใช้หนูที่ไม่มีเอนไซม์ CYP2E1 พบว่าไม่สามารถตรวจพบไกลซิดาไมด์ได้หลังการได้รับอะครีลาไมด์ ทั้งอะครีลาไมด์และไกลซิดาไมด์กระจายตัวไปยังอวัยวะต่างๆ ทั่วร่างกายและมีค่าครึ่งชีวิตในหนูประมาณ 5 ชั่วโมง ในขณะที่อะครีลาไมด์สามารถจับกับโปรตีนได้ดี (เช่น ฮีโมโกลบินและโปรตามีน) กลับจับกับดีเอ็นเอได้ไม่ดีนัก ซึ่งตรงข้ามกับไกลซิดาไมด์ที่จับกับดีเอ็นเอได้ดีแต่จับกับโปรตีนไม่ดีนัก จากการศึกษาถึงกลไกความเป็นพิษต่อจีนของอะครีลาไมด์และไกลซิดาไมด์ พบว่าอะครีลาไมด์มีความเป็นพิษต่อจีนที่ขนาดสูงโดยการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่โครงสร้างดีเอ็นเอที่อาจเกิดจากการแตกหักของดีเอ็นเอที่ทำให้เกิดการสูญเสียหรือการเรียงตัวใหม่ขององค์ประกอบดีเอ็นเอ (clastogenicity) มากกว่าที่จะทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) ในขณะที่ไกลซิดาไมด์ทำให้เกิดการแตกหักของโครโมโซมมากกว่าที่จะพบการสูญหายของโครโมโซม (Carere, A., 2006)

2) การรับสัมผัสอะครีลาไมด์จากอาหารและความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็ง

อะครีลาไมด์พบได้ทั่วไปในอาหารที่ผ่านการปรุงด้วยความร้อน อาหารที่พบว่ามีปริมาณอะครีลาไมด์ค่อนข้างสูงได้แก่มันฝรั่งทอด (French fries) มันฝรั่งแผ่นทอด (potato chips) ขนมปังกรอบ รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ผ่านการอบกรอบหลายชนิด อย่างไรก็ตามปริมาณที่พบยังมีความแตกต่างกันได้ทั้งในอาหารต่างชนิดและอาหารชนิดเดียวกันซึ่งน่าจะขึ้นกับความแตกต่างของกระบวนการผลิตอาหารไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิที่ใช้ เวลาที่ใช้ ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดจนถึงลักษณะโดยทั่วไปของอาหารนั้นๆ แต่ยังไม่มีรายงานการตรวจพบอะครีลาไมด์ในอาหารที่ไม่ได้รับความร้อนหรืออาหารประเภทต้ม จากข้อมูลองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) แสดงระดับการรับสัมผัสอะครีลาไมด์จากปริมาณที่พบในอาหารต่างๆ โดยได้ประมาณการได้รับอะครีลาไมด์อยู่ระหว่าง 0.3-0.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวันในผู้ใหญ่หรือโดยเฉลี่ยประมาณ 21-56 ไมโครกรัมต่อวัน

นักวิทยาศาสตร์ได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาความเป็นพิษต่อจีน (genotoxicity) ของอะครีลาไมด์มานานและพบฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ที่ชัดเจนของไกลซิดาไมด์ซึ่งเป็นเมตาบอไลท์ของอะครีลาไมด์ในรูปแบบการศึกษาที่ใช้แบคทีเรียเป็นต้นแบบ ในขณะที่การศึกษาความเป็นพิษต่อจีนโดยรูปแบบอื่นๆ ตั้งแต่แมลงหวี่ไปจนถึงเซลล์เพาะเลี้ยงและในสัตว์ทดลองก็พบผลการศึกษาที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันคืออะครีลาไมด์ทำให้เกิดความเสียหายต่อพันธุกรรมอย่างชัดเจนในสัตว์ทดลองพบการกลายพันธุ์และมีผลต่อการสร้างดีเอ็นเอด้วย (Jagerstad, M., และคณะ, 2005)

IARC ได้จัดประเภทของสารก่อมะเร็งสำหรับอะครีลาไมด์อยู่ในประเภท Group 2A (probably carcinogenic to human) ทั้งนี้เนื่องจากยังขาดข้อมูลที่ชัดเจนยืนยันถึงการก่อมะเร็งในมนุษย์ถึงแม้ว่าจะมีหลักฐานจากการศึกษาในสัตว์ทดลองก็ตาม กรณีการคำนวณความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง (cancer risk) ในมนุษย์มีการใช้ข้อมูลทางระบาดวิทยาเพื่ออธิบายความเสี่ยงดังกล่าว ซึ่งน่าจะให้ความใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการใช้ผลจากการศึกษาในสัตว์ทดลองในขนาดสูง จนถึงปัจจุบันก็มีรายงานการศึกษาที่ไม่มากนักถึงความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างการได้รับอะครีลาไมด์จากอาหารกับการเกิดมะเร็ง ตัวอย่างรายงานโดย Mucci (Mucci, L.A., และคณะ, 2003) ที่ได้ทำการศึกษาในประเทศสวีเดนไม่พบความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ (large bowel cancer), มะเร็งกระเพาะปัสสาวะและมะเร็งไตในผู้ที่รับประทานอาหารที่มีระดับอะครีลาไมด์ตั้งแต่ 30-1,200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ Mucci และคณะยังได้ตีพิมพ์ผลงานที่ศึกษาความสัมพันธ์ของการบริโภคอะครีลาไมด์จากอาหารกับความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งชนิดต่างๆ อีกหลายชิ้นงาน เช่น ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งไต (Mucci และคณะ, 2004) และความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่และทวารหนัก (colorectal cancer) (Mucci, L.A., และคณะ, 2006)

แต่รายงานทั้งหมดไม่พบความสัมพันธ์ใดๆ ที่แสดงว่าการได้รับอะครีลาไมด์เป็นสาเหตุการเกิดมะเร็งในมนุษย์ ความพยายามในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นที่แตกต่างกันระหว่างฤทธิ์ก่อมะเร็งของอะครีลาไมด์ในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ บางส่วนได้รับการอธิบายในเชิงของพิษจลนศาสตร์ (toxicokinetics) ของอะครีลาไมด์ ที่พบว่าปริมาณรับสัมผัสที่แท้จริงของอะครีลาไมด์

แม้ว่าจะมีรายงานอื่นๆ ที่ให้ผลการศึกษาคล้ายกันที่ไม่พบความสัมพันธ์การเกิดมะเร็งจากการรับประทานอาหารที่มีอะครีลาไมด์ นักวิทยาศาสตร์ยังคงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่องในรูปแบบการศึกษาที่ต่างออกไป รวมถึงการขยายผลเพื่อดูความสัมพันธ์กับมะเร็งชนิดอื่นๆ ด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลความเป็นพิษของอะครีลาไมด์มีความชัดเจนมากขึ้น และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเฝ้าระวังความเสี่ยงได้ดียิ่งขึ้นต่อไปด้วย

สารประกอบเอ็น-ไนโตรโซ

สารประกอบเอ็นไนโตรโซ *(N*-Nitroso compounds) ประกอบด้วยสารหลายร้อยชนิดที่มีโครงสร้างในกลุ่ม *N*-nitroso (—N=O) โดยแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ คือ ไนโตรซามีน (nitrosamines) ที่เกิดจากปฏิกิริยาของสารตั้งต้น คือ สารเอมีนทุติยภูมิ (secondary amines; R_1NHR_2) ที่มีกลุ่มไดอัลคีล (dialkyl) อัลคีลเอรีล (alkylaryl) และไดเอรีล (diaryl) เป็นส่วนประกอบ ในขณะที่ไนโตรซาไมด์ (nitrosamides) เกิดจากสารกลุ่มเอไมด์ (R1NH•CO•R2) ได้แก่ *N*-alkylamides *N*-alkylureas และ *N*-alkylcarbamates เป็นต้น อาศัยปฏิกิริยาทางเคมีที่เรียกว่า ปฏิกิริยาไนโตรเซชัน (nitrosation reaction) ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด (รูปที่ 6)

<u>ขั้นที่ 1 : การสร้าง nitrosating species</u>

$NO_2^- + H^+ \rightleftharpoons HNO_2$ (nitrous acid)

$2\ HNO_2 \rightleftharpoons N_2O_3 + H_2O$ (nitrous anhydride)

$HNO_2 + H^+ \rightleftharpoons (H_2NO_2)^+$ (nitrous acidium ion)

<u>ขั้นตอนที่ 2.1 : การสร้างไนโตรซามีน</u>

$RR'NH + N_2O_3 \rightleftharpoons RR'NNO + HNO_2$

<u>ขั้นตอนที่ 2.2 : การสร้างไนโตรซาไมด์</u>

$RNHCOR' + (H_2NO_2)^+ \rightleftharpoons RN(NO)COR' + H_2O + H^+$

รูปที่ 6 แสดงปฏิกิริยาไนโตรเซชันของสารสร้างสารประกอบกลุ่มไนโตรโซ

สารตั้งต้นที่สำคัญของสารกลุ่มไนโตรโซคือ ไนไตรต์ (nitrite, NO_2^-) ภายใต้สภาวะกรดในร่างกาย (acidic condition; pH ประมาณ 2-4) ไนไตรต์จะถูกเปลี่ยนเป็น intermediate nitrosating species (ขั้นที่ 1) จากการศึกษาในหลอดทดลองพบว่าสารจำพวก เช่น ไธโอไซยาเนต (thiocyanates) สามารถเร่งปฏิกิริยาไนโตรเซชันของสารเอมีนได้อย่างดี ขณะที่ซิเตรต (citrate) และกรดอินทรีย์สามารถเร่งปฏิกิริยาไนโตรเซชันของสารเอไมด์ได้ ทั้งไธโอไซยาเนตและกรดอินทรีย์ พบได้ทั่วไปในอาหารธรรมชาติ รวมทั้งอาจมีการใช้เป็นสารเติมแต่งอาหารด้วย ดังนั้นจึงจัดเป็นตัวเร่งการเกิดสารประกอบไนโตรโซได้เช่นกัน นอกเหนือจากปฏิกิริยาไนโตรเซชันภายใต้สภาวะที่เป็นกรดแล้ว ยังพบว่าแบคทีเรียบางชนิดที่อยู่ในทางเดินอาหารสามารถเร่งการเปลี่ยนไนเตรตจากอาหารให้เป็นไนไตรต์ได้ที่สภาวะที่ค่อนข้างเป็นกลาง (neutral condition) เมื่อกระเพาะอาหาร มีความเป็นกรดลดลงแบคทีเรียเหล่านี้จะเจริญได้ดีขึ้น ทำให้มีระดับไนไตรต์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงต่อไปได้ เป็นสารกลุ่มไนโตรโซได้มากขึ้นเช่นกัน

อย่างไรก็ตาม มีรายงานที่แสดงถึงคุณสมบัติของสารธรรมชาติที่มีฤทธิ์ยับยั้งปฏิกิริยาไนโตรเซชัน ได้แก่ วิตามินซี และวิตามินอี ซึ่งเป็นสารอาหารที่พบในอาหารทั่วไปทั้งในพืชผักผลไม้รวมถึงธัญพืชต่างๆ สารอาหารเหล่านี้ยับยั้งปฏิกิริยาไนโตรเซชัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ลดการสร้างสารกลุ่มสารประกอบไนโตรโซได้ โดยการเปลี่ยนไนไตรต์ให้เป็นไนตริกออกไซด์ที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาไนโตรเซชันต่อไปได้ มีความสงสัยบางประการเกี่ยวกับการบริโภคผักใบเขียวที่มีไนเตรตอยู่มาก ว่าจะเป็นแหล่งสำคัญของสารตั้งต้นในปฏิกิริยาไนโตรเซชัน เพื่อเกิดเป็นสารประกอบกลุ่มไนโตรโซได้หรือไม่นั้น รายงานหลายชิ้นแสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ว่าแบคทีเรียในน้ำลายจะสามารถเปลี่ยนไนเตรตให้เป็นไนไตรต์ได้ แต่เพียงแค่ประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณไนเตรตที่บริโภคเท่านั้นที่จะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรต์ได้โดยวิธีนี้ และนอกจากนี้สารอาหารทั้งวิตามินซีและวิตามินอีที่มีอยู่ในผักเหล่านี้ ทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งปฏิกิริยาไนโตรเซชันได้เป็นอย่างดี การบริโภคผักใบเขียว จึงไม่นับเป็นสาเหตุของการรับสัมผัสสารประกอบไนโตรโซในสิ่งมีชีวิตแต่ประการใด

1) การรับสัมผัสและการกำจัดสารประกอบไนโตรโซ

วิถีทางการรับสัมผัสสารประกอบไนโตรโซ อาจเกิดจากการสร้างสารประกอบไนโตรโซภายในร่างกายผ่านปฏิกิริยาไนโตรเซชันข้างต้น หรือเป็นการรับสัมผัสจากภายนอกโดยตรง ตัวอย่างรายงานโดย Tricker (Tricker, A.R., 1997) ที่วิเคราะห์แหล่งรับสัมผัสสารประกอบไนโตรโซจากพื้นฐานข้อมูลต่างๆ ได้แสดงให้เห็นปริมาณรับสัมผัสรวมในมนุษย์ (total human exogenous exposure) ของสารประกอบไนโตรโซที่ประมาณ 1.10 ไมโครโมลต่อวัน โดยกว่า

ร้อยละ 72 หรือประมาณ 80-120 ไมโครกรัมต่อวันเป็นการได้รับจากการบริโภคอาหาร ส่วนการได้รับโดยวิถีทางอื่นๆ ได้แก่ จากการประกอบอาชีพร้อยละ 25 การสูบบุหรี่ร้อยละ 2 และอื่นๆ อีกร้อยละ 1 ในขณะที่การกำจัดสารประกอบไนโตรโซทั้งหมดเป็นการกำจัดผ่านทางปัสสาวะและอุจจาระเป็นหลัก โดยเป็นการกำจัดผ่านทางปัสสาวะประมาณ 1.30 ± 1.05 ไมโครโมลต่อวันและทางอุจจาระอยู่ระหว่าง 1.56 ± 1.56 ถึง 3.17 ± 2.58 ไมโครโมลต่อวัน จากสมดุลมวลระหว่างการได้รับจากภายนอก และการกำจัดออกจากร่างกายนี้ แสดงให้เห็นว่าประมาณร้อยละ 45-75 ของปริมาณสารประกอบไนโตรโซที่มนุษย์รับสัมผัสทั้งหมด เป็นปริมาณที่เกิดจากการสร้างภายในร่างกายโดยผ่านปฏิกิริยาไนโตรเซชัน

2) สารประกอบไนโตรโซในอาหารและการเกิดมะเร็ง

เนื่องจาก ไนไตรต์จัดเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญตัวหนึ่งของสารกลุ่มไนโตรโซ และเป็นสารที่มีการใช้เป็นสารเติมแต่งอาหาร (food additive) ในรูปของโซเดียมไนไตรต์ โดยวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย *Clostidium botulinum* ซึ่งเป็นเชื้อที่สร้างสารพิษร้ายแรงปนเปื้อนในอาหาร (รายละเอียดในหัวข้อ สารพิษโบทูลินัมจากเชื้อแบคทีเรีย) จึงนับได้ว่าการรับประทานอาหารที่มีไนไตรต์ จัดเป็นหนทางหนึ่งของการรับสัมผัสสารประกอบไนโตรโซ ตัวอย่างอาหารที่มีการเติมสารโซเดียมไนไตรต์ เช่น ไส้กรอก เบคอน กุนเชียง ปลาส้ม เป็นต้น ทั้งนี้นอกจากวัตถุประสงค์การเติมเพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Clostidium botulinum* แล้ว สารโซเดียมไนไตรต์ยังทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบิน ทำให้เกิดสีและรสชาติที่น่ารับประทาน

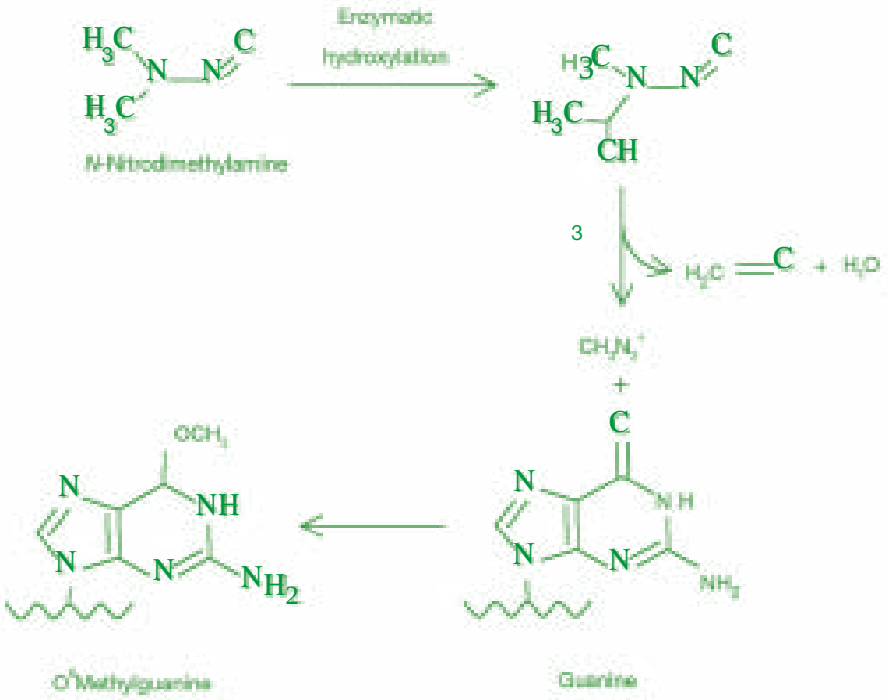
สารกลุ่มไนโตรซามีน สารกลุ่มไนโตรซามีนที่พบในอาหาร แบ่งได้ตามความสามารถในการก่อมะเร็งได้เป็น

1) กลุ่มที่มีฤทธิ์ก่อมะเร็ง (carcinogenic *N*-nitrosoamines) สารในกลุ่มนี้ระเหย ได้ (volatile) มีหลายชนิด จัดเป็นสารมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและมีลักษณะโครงสร้างที่มีวงแหวนเป็นองค์ประกอบ เช่น *N*-nitrosodimethylamine (NDMA) *N*-nitrosodiethylamine (NDEA) *N*-nitrosopyrrolidine (NPYR) และ *N*-nitrosopiperidine (NPIP) เป็นต้น

2) กลุ่มที่ไม่มีฤทธิ์ก่อมะเร็ง สารในกลุ่มนี้ไม่ระเหย (non-volatile) และจัดเป็นกลุ่มหลักของสารไนโตรซามีน ซึ่งรวมถึงชนิดที่มีการสร้างพันธะเป็บไตด์กับสารไนโตรโซ (*N*-nitrosated peptide linkage) เช่น *N*-nitrosoproline (NPRO) ยังไม่มีรายงานที่สรุปถึงฤทธิ์ก่อมะเร็งของสารกลุ่มไนโตรโซที่ไม่ระเหยเหล่านี้ แต่สารเหล่านี้อาจมีบทบาทเป็นสารตั้งต้นของสารไนโตรซามีที่ระเหยได้ และมีฤทธิ์ก่อมะเร็ง

จากการศึกษาโดย Mitacek และคณะ (Mitacek, E.J., และคณะ, 1999) ถึงระดับสารไนโตรซามีนในอาหารไทยเพื่อแสดงความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งตับตามภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทยและพบระดับของสารไนโตรซามีนชนิดระเหยได้หลายชนิดด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็น *N*-nitrosodimethylamine (NDMA), *N*-nitrosodiethylamine (NDEA), *N*-nitrosopyrrolidine (NPYR) หรือ *N*-nitrosopiperidine (NPIP) ในตัวอย่างอาหาร เช่น ปลาสลิด ปลาส้ม ปลาเค็มตากแห้ง รวมทั้งเต้าเจี้ยวและอาหารอื่นๆ โดยมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามการศึกษาเพื่อติดตามและควบคุมระดับสารประกอบไนโตรซามีนในอาหารควรมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องต่อไป

ในแง่ฤทธิ์ก่อมะเร็งของสารกลุ่มไนโตรซามีนพบว่ามีผู้ทำการศึกษาไว้มากมาย รายงานเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ก่อมะเร็งของสารกลุ่มนี้ในอวัยวะต่างๆ ได้แก่ ตับ, ปอด, หลอดอาหาร, กระเพาะปัสสาวะ, ตับอ่อนและอวัยวะอื่นๆ ทั้งยังพบฤทธิ์ดังกล่าวนี้ในสัตว์หลายๆ สายพันธุ์ด้วย จึงค่อนข้างเป็นที่แน่ชัดว่าสารไนโตรซามีนสามารถก่อมะเร็งในมนุษย์และสัตว์ทดลอง โดยกลไกการก่อมะเร็งนี้เกิดจากความสามารถของไนโตรซามีนในการเติมหมู่อัลคีลหรือการเกิดปฏิกิริยาอัลคีเลชัน (alkylation) กับตำแหน่งเฉพาะของดีเอ็นเอเบส ดังตัวอย่าง (รูปภาพที่ 7 NOC-2) แสดงการจับกับดีเอ็นเอเบสของสารไนโตรซามีน คือ *N*-nitroso-dimethylamine ที่เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยนแปลงโดยเอ็นไซม์ CYP450 ภายในร่างกายผ่านปฏิกิริยาการเติมหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxylation reaction) จากนั้นอนุพันธ์ที่อยู่ในรูปของแอลฟา-ไฮดรอกซิล-ไนโตรซามีน (α-hydroxynitrosamine) จะสลายตัวอย่างรวดเร็วได้เป็นโมโนอัลคีลไนโตรซามีน (monoalkylnitrosamines), อัลคีลไดอะโซไฮดรอกไซด์ (alkyldiazohydroxides) และคู่ไอออนของไนโตรเจน สารอัลคีลไดอะโซไฮดรอกไซด์ที่ได้จะสามารถเข้าจับกับกับโมเลกุลต่างๆ โดยปฏิกิริยาอัลคีเลชันโดยตรงหรือในรูปของไดเอโซอัลเคน (diazoalkanes) ตำแหน่งเบสที่เกิดปฏิกิริยาดังกล่าวได้มากเช่น ตำแหน่ง N-7 และ O-6 ของเบสกัวนีน และตำแหน่ง O-4 ของเบสไธมีน กรณีการเกิด O^6-alkylguanine สามารถเข้าจับคู่กับเบสไธมีนได้แทนที่การเข้าจับไซโตซีนทำให้เกิดลักษณะของ point mutation แบบที่เป็น G:C-A:T ซึ่งเป็นจุดสำคัญของการเกิดมะเร็งในเวลาต่อมา



รูปที่ 7 ตัวอย่างปฏิกิริยาอัลคีเลชันต่อดีเอ็นเอเบสโดยสารไนโตรซามีน คือ *N*-nitroso-dimethylamine ส่งผลเหนี่ยวนำให้เกิดการกลายพันธุ์ลักษณะ point mutation โดยการทำปฏิกิริยาอัลคีเลชันต่อเบสกัวนีน (guanine) ได้เป็น O^6-methylguanine residue

รายงานที่น่าสนใจโดย Jakszyn และคณะ (Jakszyn, P., และคณะ, 2006) โดยการทบทวนรายงานวิจัยที่มีการศึกษาทั้งในรูปแบบการศึกษาแบบ Cohort (11 การศึกษา) และ Case-control (50 การศึกษา) ระหว่างปี ค.ศ. 1985-2005 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรซามีน การบริโภคไนไตรต์และการบริโภคอาหารต่างๆ (ได้แก่ เนื้อสัตว์ เนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการต่างๆ ผักและปลาที่ผ่านกระบวนการถนอมอาหาร อาหารรมควันและการดื่มเบียร์) กับการเกิดมะเร็งกระเพาะอาหารและมะเร็งหลอดอาหาร จัดเป็นตัวอย่างรายงานที่มีการรวบรวมผลการศึกษาไว้มากมายอีกชิ้นหนึ่งเพื่อยืนยันผลของการบริโภคไนโตรซามีนต่อสิ่งมีชีวิต นักวิจัยกลุ่มนี้ได้แสดงข้อมูลให้เห็นอย่างชัดเจนถึงความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคสารไนโตรซามีนหรือไนไตรต์กับการเกิดมะเร็งกระเพาะอาหารโดยเฉพาะผลจากการศึกษาในรูปแบบ Case-control ในขณะที่ผลจากการศึกษาแบบ Case-control ส่วนใหญ่ก็ชี้ชัดถึงความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคเนื้อสัตว์และการบริโภคเนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการต่างๆ กับการเกิดมะเร็ง

ทั้งสองชนิดเช่นกัน นอกจากนี้การศึกษาแบบ Case-control เกือบทั้งหมดก็แสดงความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างการบริโภคผักและปลาที่ผ่านกระบวนการถนอมอาหาร อาหารรมควันกับการเกิดมะเร็งกระเพาะอาหาร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงภาพรวมการศึกษาทางระบาดวิทยาของสารกลุ่มไนโตรซามีนและการรับประทานอาหารต่างๆ กับการเกิดมะเร็งกระเพาะอาหารและมะเร็งหลอดอาหาร

การรับสัมผัสจากอาหาร	มะเร็งกระเพาะอาหาร		มะเร็งหลอดอาหาร	
	จำนวนรายงานการศึกษา		จำนวนรายงานการศึกษา	
	Case-control	Cohort	Case-control	Cohort
ไนไตรต์	7 (5) [3]	2 (1) [0]	2 (1) [0]	-
ไนโตรซามีน	5 (4) [3]	1 (0) [0]	1 (1) [0]	-
เนื้อสัตว์	16 (11) [2]	3 (2) [1]	18 (11) [6]	2 (1) [1]
เนื้อผ่านกระบวนการปรุง	14 (10) [4]	6 (2) [2]	9 (8) [5]	-
ปลาผ่านกระบวนการถนอมอาหาร	7 (6) [4]	5 (1) [0]	2 (2) [1]	-
ผักผ่านกระบวนการถนอมอาหาร	6 (5) [5]	3 (3) [0]	5 (2) [0]	2 (0)
อาหารรมควัน	3 (3) [3]	-	-	-
อื่นๆ	7 (6) [1]	-	-	-

ที่มา: Jakszyn, P., และคณะ, 2006

หมายเหตุ : ตัวเลขในเครื่องหมาย ( ) หมายถึง จำนวนรายงานที่แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก (positive correlation)
: ตัวเลขในเครื่องหมาย [ ] หมายถึง จำนวนรายงานที่แสดงนัยสำคัญทางสถิติ

สารกลุ่มไนโตรซาไมด์ สารในกลุ่มไนโตรซาไมด์ได้รับความสนใจและมีผู้ศึกษาไว้มากเช่นกัน ดังตัวอย่าง *N*-nitrosoureas ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาไนโตรเซชันของ methylurea ที่ค่าความเป็นกรด (pH) ประมาณ 2 ได้เป็น *N*-nitroso-*N*-methylurea โดยปริมาณของ *N*-nitroso-*N*-methylurea ที่เกิดขึ้นสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารตั้งต้น methylurea และความเข้มข้นของไนไตรต์ ในแง่ของการเปลี่ยนแปลงเป็นสารก่อมะเร็งพบว่าไนโตรซาไมด์เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารที่มีคุณสมบัติเกิดปฏิกิริยาอัลคีเลชันได้เช่นกัน ได้สารที่มีความคงตัวต่ำ แม้ว่าสารกลุ่มไนโตรซาไมด์ได้รับความสนใจน้อยกว่าสารกลุ่มไนโตรซามีนในแง่การเป็นสารก่อมะเร็งในอาหาร

ยังพบว่า มีรายงานความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสารกลุ่มไนโตรซาไมด์กับการเกิดมะเร็งหลายชนิด เช่น มะเร็งต่อมน้ำเหลือง มะเร็งกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก (เมื่อให้โดยการรับประทาน) และการเกิดเนื้องอกในสมองในเด็ก (childhood brain tumor)

ความสนใจของนักวิจัยเพื่อค้นหาคำตอบของความสัมพันธ์นี้เริ่มขึ้นมากว่าสองทศวรรษที่แล้ว จากความพยายามในการหาสาเหตุของการเกิดเนื้องอกในสมองในเด็ก เมื่อปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการได้รับรังสี หรือความผิดปกติทางพันธุกรรมไม่สามารถอธิบายสาเหตุที่มาของโรคได้ พร้อมกับมีผู้ตั้งทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสารประกอบไนโตรโซกับการเกิดเนื้องอกในสมองในเด็ก รายงานการศึกษาทางระบาดวิทยารูปแบบ Case-control หลายชิ้นได้นำเสนอผลการศึกษา ที่ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการที่มารดารับประทานอาหารที่มีสารประกอบไนโตรโซ (อาหารประเภทเนื้อที่ผ่านกระบวนการ เช่น แฮม เบคอน ฮอทดอก ไส้กรอก) ในระหว่างตั้งครรภ์กับการเกิดเนื้องอกในสมองในลูกที่เกิดมา ตัวอย่างรายงานโดย Dietrich และคณะ (Dietrich, M., และคณะ, 2006) แสดงผลการวิจัยจำนวน 8 ชิ้นจาก 10 ชิ้นที่รายงานความสัมพันธ์เชิงบวก ระหว่างความถี่ของการบริโภคอาหารประเภทเนื้อที่ผ่านกระบวนการกับความเสี่ยงของการเกิดเนื้องอกในสมองในเด็ก โดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Odds Ratio ; OR) ตั้งแต่ 1.1 ถึง 2.3 และมีรายงานหนึ่งที่แสดงค่า OR สูงถึง 6.04

แม้ว่าการรับประทานอาหารที่ผ่านกระบวนการ (cured meat) เป็นสาเหตุของการได้รับสารประกอบกลุ่มไนโตรโซเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งประกอบด้วยทั้งสารกลุ่มไนโตรซามีนและไนโตรซาไมด์ แต่จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าเฉพาะ *N*-nitrosoureas ซึ่งเป็นสารกลุ่มไนโตรซาไมด์เท่านั้นที่สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดเนื้องอกในสมองในสัตว์ทดลองทั้งในหนูและลิง ในขณะที่สารกลุ่มไนโตรซามีนสามารถทำให้เกิดมะเร็งในอวัยวะหลายตำแหน่ง แต่ไม่เคยพบว่าสารกลุ่มไนโตรซามีน ทำให้เกิดเนื้องอกในสมอง ประกอบกับเมื่อพิจารณาความคงตัวของสารกลุ่มไนโตรซาไมด์ในร่างกายโดยการฉีดสารดังกล่าวแก่สัตว์ทางหลอดเลือดดำ พบว่าทั้ง *N*-ethyl-*N*-nitrosourea และ *N*-methyl-*N*-nitrosourea มีความคงตัวในร่างกายเพียงพอที่จะเข้าสู่สมอง รวมถึงการทดลองโดยการฉีดสารเอทธิลยูเรีย (ethylurea) ร่วมกับไนไตรต์เข้าสู่สมองหนูโดยตรงสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดเนื้องอกในสมองได้ ภาพรวมของรายงานการวิจัยต่างๆ ข้างต้นนี้แสดงถึงฤทธิ์ก่อมะเร็งของสารกลุ่มไนโตรซาไมด์ โดยเฉพาะความสัมพันธ์กับการเกิดเนื้องอกในสมองได้อย่างชัดเจน

กรดไขมันในรูปทรานส์

กรดไขมันในรูปทรานส์ (Trans-fatty acid) จัดเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่ประกอบด้วยพันธะคู่อย่างน้อยหนึ่งพันธะ และมีการเรียงตัวในรูปแบบที่ทางเคมีเรียกว่ารูปแบบทรานส์เกิดขึ้นได้ระหว่างกระบวนการเติมธาตุไฮโดรเจนให้แก่น้ำมันพืช ทั้งนี้เพื่อให้น้ำมันพืชเปลี่ยนรูปไปเป็นไขมันกึ่งแข็ง ที่มักใช้ในการผลิตมาร์การีน และในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารต่างๆ ซึ่งพบว่าน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนนี้ มีอายุการเก็บที่นานขึ้น เนื่องจากทนต่อการเกิดการหืน (rancidity) ได้ดี มีความคงตัวมากขึ้นในระหว่างการนำไปใช้ทอดและมีรสชาติที่ถูกปากมากขึ้นเมื่อนำไปเป็นส่วนประกอบในอาหาร เทียบกับน้ำมันที่ไม่ผ่านกระบวนการดังกล่าว ปัจจุบันพบว่า อุตสาหกรรมอาหารหลายชนิดนิยมใช้กรดไขมันทรานส์ ไม่ว่าจะเป็นอาหารทอด เช่น มันฝรั่งทอด ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ อาหารขบเคี้ยว เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา องค์การอาหารและยาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดการระบุปริมาณกรดไขมันทรานส์บนฉลากอาหาร นอกจากนี้ Dietary Guideline Advisory Committee แห่งกระทรวงเกษตร สหรัฐอเมริกาได้กำหนดปริมาณการบริโภคกรดไขมันทรานส์ไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 1 ของพลังงานที่ได้รับต่อวัน หมายความว่าในจากพลังงานที่ร่างกายได้รับจากอาหารในแต่ละวัน จะต้องมาจากกรดไขมันทรานส์ไม่เกินร้อยละ 1 รวมถึงการขอความร่วมมือจากร้านอาหาร และผู้ประกอบการอาหารที่เกี่ยวข้อง ในการเลิกใช้กรดไขมันทรานส์ในการประกอบอาหาร

พิษภัยจากการรับประทานไขมันทรานส์

ความพยายามในการดำเนินการเพื่อจำกัดการบริโภคกรดไขมันทรานส์จากตัวอย่างข้างต้น เป็นผลมาจากข้อมูลเชิงวิชาการ ที่แสดงอย่างชัดเจนอย่างต่อเนื่องถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอันเป็นผลมาจากการบริโภคกรดไขมันทรานส์ ซึ่งผลการศึกษาเชิงลึกได้ยืนยันถึงผลของการรับประทานกรดไขมันทรานส์ต่อการเพิ่มขึ้นของระดับแอลดีแอล(Low-density lipoprotein; LDL), การลดลงของระดับเอชดีแอล (High-density lipoproteins; HDL) รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนระหว่างปริมาณคอเลสเตอรอลกับระดับเอชดีแอล (Mensink, R.P, และคณะ, 2003) ซึ่งพบว่าเกิดจากการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนของการทำงานของโปรตีนตัวหนึ่ง คือ cholesteryl ester transfer protein ที่ทำหน้าที่ในกระบวนการขนย้ายคอเลสเตอรอลเอสเทอร์ (cholesterol esters) จากเอชดีแอลและแอลดีแอลไปยังวีแอลดีแอล (Very-low-density lipoprotein; VLDL ทำให้ปริมาณเอชดีแอลลดลงพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของแอลดีแอล และวีแอลดีแอลอันเป็นผลมาจากการบริโภคกรดไขมันทรานส์ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้

ส่งผลไปในทิศทางเดียวกัน คือทำให้เกิดการเกาะตัวของไขมันในหลอดเลือดหัวใจ หลอดเลือดหัวใจแข็งตัวและอุดตันในที่สุด นอกจากนี้ การรับประทานกรดไขมันทรานส์ยังมีผลเพิ่มระดับไตรกลีเซอไรด์ เมื่อเปรียบเทียบกับการบริโภคไขมันชนิดอื่น (Stampfer, M.J.,1991) ซึ่งนับเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน รวมทั้งอาจมีผลต่อปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ อีกด้วย

นอกจากการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิตแล้ว ยังพบว่า กรดไขมันทรานส์มีผลเหนี่ยวนำกระบวนการอักเสบในร่างกาย ดังรายงานการศึกษาที่แสดงการเพิ่มระดับสารคัดหลั่งจากเซลล์ ที่มีผลกระตุ้นกระบวนการอักเสบระดับเซลล์ เช่น การเพิ่มระดับ tumor necrosis factor, interleukin-6, C-reactive protein รวมทั้งโปรตีนอื่นๆ ที่หลั่งจากเซลล์ในกระบวนการอักเสบ ผลเกิดขึ้นดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบต่างๆ ที่เกิดขึ้นระดับเซลล์ ที่นำไปสู่ผลต่อหลายระบบในร่างกายพร้อมๆ กัน ดังนั้น การบริโภคกรดไขมันทรานส์ในปริมาณมาก จึงไม่ได้สัมพันธ์กับการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจเพียงอย่างเดียว แต่ยังสัมพันธ์กับโรคอื่นๆ ด้วย นับตั้งแต่โรคเบาหวาน, หลอดเลือดแข็งตัว จนไปถึงการเสียชีวิตอย่างเฉียบพลันจากภาวะหัวใจล้มเหลว

การรับประทานอาหารอย่างไรจึงจะพ้นภัยกรดไขมันทรานส์?

วิธีการที่ดีที่สุด คือการหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีส่วนประกอบของกรดไขมันทรานส์ หรือลดให้เหลือไม่เกินร้อยละ 0.5 ของพลังงานที่ได้รับทั้งหมดต่อวัน ในด้านของผู้บริโภคควรใช้วิธีการหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารที่นิยมใช้น้ำมันประเภทที่มีการเติมไฮโดรเจนบางส่วน (partially hydrogenated oil) เช่น มันฝรั่งทอด อาหารจานด่วน (fast foods) ขนมหวานบางประเภท เป็นต้น ในกรณีที่เป็นอาหารสำเร็จรูปและมีฉลากโภชนาการกำกับ ควรมีการอ่านฉลาก อย่างไรก็ตาม การหลีกเลี่ยงดังกล่าวจะทำได้มากน้อยเพียงใด ยังขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจของผู้บริโภคต่อการเลือกรับประทานอย่างเหมาะสม ส่วนในด้านผู้ประกอบการผลิตอาหารควรหลีกเลี่ยงการใช้น้ำมันประเภทที่มีการเติมไฮโดรเจนบางส่วนในการประกอบอาหารเพื่อจำหน่าย

โลหะหนักปนเปื้อนในอาหาร

ปัญหาโลหะหนักปนเปื้อนในอาหาร เป็นอีกความคุกคามหนึ่งที่บั่นทอนสุขภาพอนามัยของชาวไทยมาช้านาน นอกเหนือจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักปนเปื้อนจากกระบวนการอุตสาหกรรมแล้ว การปนเปื้อนของโลหะหนักในอาหารก็นับเป็นแหล่งสำคัญที่มนุษย์มีโอกาสได้รับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย

แคดเมียม (Cadmium)

นับเป็นสารปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมอีกตัวหนึ่งที่พบได้ทั่วโลก การปนเปื้อนของแคดเมียมในอาหาร อาจเกิดได้ทั้งจากพืชที่มีการปลูกในพื้นที่ที่มีการสะสมของแคดเมียมในดินซึ่งนับเป็นสาเหตุหลักของการแพร่กระจายแคดเมียมเข้าสู่อาหาร และการได้รับแคดเมียมจากอาหารก็นับเป็นหนทางการได้รับหลักในคนที่ไม่สูบบุหรี่ และไม่เกี่ยวข้องกับการประกอบอาชีพ โดยทั่วไปปริมาณปนเปื้อนของแคดเมียมในน้ำดื่มมีน้อยมาก คือ ประมาณ 0.01-1 ไมโครกรัมต่อลิตร แต่ในกรณีของการปนเปื้อนอาจพบได้สูงถึง 25 ไมโครกรัมต่อลิตร (WHO, 2000) การปนเปื้อนของแคดเมียมในอาหารอาจพบได้ ในนม ผลไม้ เนื้อสัตว์ ปลาและสัตว์ทะเลอื่น เช่น หอย ปลาหมึก เป็นต้น โดยปริมาณที่พบมีความแตกต่างกันตามพื้นที่ ว่ามีการปนเปื้อนในพื้นที่นั้นๆ หรือไม่อย่างไร นอกจากนี้ยังอาจพบการปนเปื้อนในน้ำดื่มด้วย อันเป็นผลมาจากการที่แคดเมียมถูกชะจากดินหรือมีการปลดปล่อยจากแหล่งอุตสาหกรรมลงสู่แหล่งน้ำ

ปริมาณเฉลี่ยของแคดเมียมที่ได้รับจากอาหารทั่วไป อยู่ที่ประมาณ 10-40 ไมโครกรัมต่อวัน แต่ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ปริมาณอาจสูงถึงหลายร้อยไมโครกรัมต่อวัน คณะกรรมการร่วมองค์การอาหารและเกษตรกรรมภายใต้องค์การอนามัยโลก (Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO) Joint Expert Committee) ได้กำหนดค่าปริมาณแคดเมียมที่สามารถรับได้ต่อสัปดาห์โดยไม่ทำให้เกิดอันตราย (Provisional Tolerable Weekly Intake; PTWI) เท่ากับ 7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์ หรือเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน อย่างไรก็ตาม นักวิชาการส่วนหนึ่งได้ชี้ประเด็นความไม่เหมาะสมของตัวเลขดังกล่าวนี้ และควรได้ถูกหยิบยกมาพิจารณาอีกครั้งเพื่อเพิ่มระดับความปลอดภัยให้มีมาตรฐานสูงขึ้น เนื่องจากประชากรในบางพื้นที่มีโอกาสได้รับแคดเมียมในปริมาณสูงกว่าบริเวณอื่น และระดับที่กำหนดนี้ยังมีความใกล้เคียงกับปริมาณที่มีการได้รับจริง ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดพิษสูง

1) ความเป็นพิษของแคดเมียม

การได้รับแคดเมียมจากอาหาร พบว่ามีเพียงร้อยละ 5 ของแคดเมียมจากอาหารเท่านั้นที่สามารถถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งนับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายร้อยละ 50 เมื่อได้รับทางการหายใจ อย่างไรก็ตาม การดูดซึมแคดเมียมโดยการรับประทานอาจเพิ่มเป็นร้อยละ 20-30 ได้ในบางราย เช่น ผู้ที่มีระดับธาตุเหล็กในเลือดต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากการดูดซึมแคดเมียมต้องอาศัยโปรตีน DMT1 ซึ่งในผู้ที่มีธาตุเหล็กต่ำจะมีระดับโปรตีนนี้สูงขึ้น การศึกษาของ Satarug (Satarug, S., และคณะ, 2004) พบว่าในผู้หญิงไทยที่มีระดับ

ธาตุเหล็กในเลือดต่ำ มีระดับแคดเมียมในเลือดสูงประมาณ 3.4 เท่าของผู้ที่มีระดับธาตุเหล็กผิดปกติ แต่ความสัมพันธ์นี้ไม่พบในผู้ชาย สัมพันธ์กับการศึกษาอื่นที่แสดงว่าการเกิดพิษจากแคดเมียมพบในผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย

เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วแคดเมียมจะมีการสะสมได้ดี เนื่องจากร่างกายคนเราไม่มีกระบวนการขับแคดเมียมที่ดี และแคดเมียมในร่างกายยังมีโอกาสถูกดูดกลับที่บริเวณไตได้ด้วย (Satarug, S., และคณะ, 2004) ปริมาณการขับแคดเมียมออกจากร่างกายอยู่ที่ประมาณร้อยละ 0.001 ของปริมาณในร่างกายเท่านั้น การสะสมของแคดเมียมเกิดได้ในหลายอวัยวะ แต่พบการสะสมมากที่สุดที่บริเวณไต (kidney cortex) และสามารถสะสมอยู่ได้นามนับหลายปี ความเป็นพิษของแคดเมียมจึงพบที่ไต (nephrotoxicity) เป็นหลัก ได้แก่ การทำลายเนื้อไตทำให้การทำงานของไตลดลง พบการขับออกทางปัสสาวะของโปรตีน แคลเซียม กรดอะมิโน และน้ำตาลในระดับที่รุนแรงจะพบภาวะไตวาย (renal failure) ได้แม้ว่าจะได้รับแคดเมียมที่น้อยกว่าปริมาณแคดเมียมที่สามารถรับได้ต่อสัปดาห์โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายก็ตาม (Hellstrom, L., และคณะ, 2001) อย่างไรก็ตาม มีรายงานโดย Horiguchi (Horiguchi, H., และคณะ, 2004) ที่ทำการศึกษาเพื่อประเมินเสี่ยงของการเกิดความเป็นพิษต่อไตของแคดเมียม ในสตรีชาวญี่ปุ่นที่ได้รับแคดเมียมในปริมาณที่ใกล้เคียงกับ PTWI และพบว่าไม่เกิดความเป็นพิษอย่างแตกต่าง จึงสรุปในการศึกษาครั้งนี้ว่า PTWI ที่กำหนดโดยคณะกรรมการร่วมองค์การอาหารและเกษตรกรรมภายใต้องค์การอนามัยโลกที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ 7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์ หรือเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน เพียงพอและใช้ได้สำหรับป้องกันการเกิดความเป็นพิษจากแคดเมียมในระยะยาว

2) การหลีกเลี่ยงและการป้องกันการได้รับแคดเมียมจากอาหาร

จากข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่าการได้รับแคดเมียม แม้จะเป็นปริมาณที่ต่ำกว่าปริมาณที่สามารถรับได้ต่อสัปดาห์โดยไม่ทำให้เกิดอันตราย (PTWI) ก็สามารถทำให้เกิดความเป็นพิษในระยะยาวได้ การหลีกเลี่ยงและป้องกันการได้รับแคดเมียมจากอาหารจึงเป็นประเด็นสำคัญที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับหน่วยงานภาครัฐที่ต้องมีกระบวนการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของแคดเมียมจากอุตสาหกรรมเข้าสู่สิ่งแวดล้อม รวมถึงการเฝ้าระวังการปนเปื้อนในอาหารประเภทต่างๆ และการให้ความรู้แก่ประชาชน ในกรณีที่พื้นที่ใดๆ มีความเสี่ยง เช่น มีการสะสมของแคดเมียมในดินและแหล่งน้ำสูง หน่วยงานควรมีการจัดการเพื่อเป็นการป้องกันการถ่ายเทเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารต่อไป

ปรอท (Mercury)

สารปรอทในรูปของสารปรอทอินทรีย์ (organic mercury) เช่น เมธิลเมอคิวรี (methylmercury) เป็นสารโลหะหนักปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมอีกชนิดหนึ่ง ที่พบได้ในอาหารต่างๆ โดยเฉพาะ อาหารทะเล อันเนื่องมาจากการปนเปื้อนของสารปรอทในแหล่งน้ำ ในขณะที่การได้รับสารปรอทอนินทรีย์ (inorganic mercury) ส่วนใหญ่เป็นการได้รับจากแหล่งอื่นๆ นอกเหนือจากอาหาร เช่น อะมัลกัมที่ใช้ทางทันตกรรม การปนเปื้อนในเครื่องสำอางและจากการประกอบอาชีพ ส่วนในอาหารพบสารปรอทอนินทรีย์ได้น้อยมาก เมื่อสารปรอทอนินทรีย์เข้าสู่แหล่งน้ำเช่น ในมหาสมุทร จะถูกเปลี่ยนโดยจุลินทรีย์ได้เป็นเมธิลเมอคิวรี ซึ่งสามารถสะสมในสัตว์ทะเลได้เป็นเวลานานก่อนจะเข้าสู่ระบบห่วงโซ่อาหาร (กระบวนการ Bioaccumulation) กระบวนการสะสมของสารปรอทในผู้บริโภคลำดับต่างๆ ในระบบห่วงโซ่อาหารมากขึ้นเรื่อยๆ จึงเกิดได้ เรียก Biomagnification ดังนั้น ปลาขนาดใหญ่หรือมนุษย์ที่รับประทานปลาที่มีสารปรอทจะได้รับสารปรอทในปริมาณสะสมนั้นๆ ซึ่งปริมาณสารปรอทที่พบในปลาขนาดใหญ่อาจสูงกว่าปริมาณที่มีในน้ำที่เป็นแหล่งอาศัยนั้นๆ ได้หลายเท่า จนถึงนับล้านเท่า (USEPA, 2001)

1) ความเป็นพิษของปรอท

คณะกรรมการร่วมองค์การอาหารและเกษตรกรรมภายใต้องค์การอนามัยโลก (Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO) Joint Expert Committee) ได้กำหนดค่าปริมาณปรอทที่สามารถรับได้ต่อสัปดาห์โดยไม่ทำให้เกิดอันตราย (Provisional Tolerable Weekly Intake; PTWI) เท่ากับ 1.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์ (เกณฑ์เดิมกำหนด ค่า PTWI ที่ 3.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์) ทั้งนี้การปรับลดดังกล่าวเป็นไปเพื่อป้องกันความเป็นพิษของปรอทต่อทารกในครรภ์ กรณีการได้รับในระหว่างการตั้งครรภ์ นอกจากนี้ FAO/WHO Codex Alimentarius Commission ยังกำหนดปริมาณเมธิลเมอคิวรีในปลาทั่วไปไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในปลาขนาดใหญ่ เช่น ฉลาม ทูน่า ปลาดาบ (swordfish) ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ ข้อกำหนดดังกล่าวยังครอบคลุมไปถึงผลิตภัณฑ์ปลาแปรรูปจากปลาเหล่านี้ด้วย (FAO/WHO, 1991) ปริมาณปรอทกว่าร้อยละ 85 ที่พบในปลาอยู่ในรูปเมธิลเมอคิวรี และสะสมที่เนื้อปลามากกว่าในอวัยวะ

ความเป็นพิษของปรอทแตกต่างจากแคดเมียม โดยมีอวัยวะเป้าหมายคือระบบประสาทส่วนกลาง และการที่เมธิลเมอคิวรีจัดเป็นรูปแบบของสารปรอทที่มีความเป็นพิษสูงสุด (Toimela, T, และคณะ, 2004) อาจเกิดเนื่องจากเมธิลเมอคิวรีสามารถผ่านเส้นเลือดกั้นสมอง (blood brain barrier) เข้าไปสะสมในส่วนต่างๆ ของสมอง เช่น เซเรเบลลัม (cerebellum) และ

คอร์เท็ก (cortex) ได้ดี และทำลายเซลล์ประสาทโดยการทำให้เกิดความเสียหายด้วยกลไกต่างๆ ตั้งแต่ส่วนโปรตีนโครงสร้าง ไปจนถึงความเสียหายต่อโครงสร้างพันธุกรรมของเซลล์ประสาท (Crespo-López, M.E., และคณะ, 2006) การรับสัมผัสเมธิลเมอคิวรีในสมองทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างของระบบประสาทส่วนกลาง เช่น ในผู้ใหญ่ที่สมองมีการพัฒนาเต็มที่แล้วอาจพบความเสียหายเฉพาะที่ในบริเวณคอร์เท็ก และพบการทำลายเซลล์ประสาทในบริเวณชั้นแกรนูล (granule layer) ของเซเรเบลลัมได้ ทำให้การทำงานหรือสั่งการของสมองมีความผิดปกติ และมีการแสดงออกทางอาการในรูปแบบต่างๆ ส่วนการเกิดพิษจากปรอทในเด็กหรือทารกในครรภ์ ซึ่งระบบประสาทส่วนกลางยังพัฒนาไม่เต็มที่ และเป็นช่วงที่มีความไวต่อการเกิดพิษจากปรอทได้มากนั้น จะพบการเรียงตัวอย่างสะเปะสะปะของโครงสร้างสมองส่วนคอร์เท็ก และแกรนูลเซลล์ขาดหายไป ส่งผลให้การพัฒนาของระบบประสาทไม่สามารถดำเนินต่อไปได้อย่างสมบูรณ์และเกิดความพิการทางสมองได้ในที่สุด

2) การหลีกเลี่ยงและการป้องกันการได้รับปรอทจากอาหาร

เนื่องจากการสะสมของปรอทโดยเฉพาะเมธิลเมอคิวรี พบได้ในอาหารจำพวกสัตว์น้ำ และพบการสะสมในสัตว์น้ำตัวใหญ่มากกว่าตัวเล็ก จากการสะสมตามระบบห่วงโซ่อาหาร การหลีกเลี่ยงและป้องกันในระดับผู้บริโภคอาจทำได้ยาก เนื่องจากไม่ทราบแหล่งที่มาของอาหารนั้นๆ ว่ามาจากแหล่งปนเปื้อนหรือไม่

สารหนู (Arsenic)

ความเป็นพิษของสารหนู เป็นที่ทราบกันมาช้านาน รวมถึงบันทึกในหน้าประวัติศาสตร์หลายครั้งหลายคราก็มีการกล่าวถึง ในแง่การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ก็มีการมุ่งประเด็นอย่างชัดเจนถึงสารหนูที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำดื่มและการรับสัมผัสจากสถานที่ทำงาน อย่างไรก็ตาม สำหรับมุมมองด้านพิษวิทยาแล้ว การได้รับสารหนูจากอาหารนับเป็นแหล่งการรับสัมผัสที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง และอาจพบได้ในอาหารที่รับประทานในชีวิตประจำวัน การปนเปื้อนของสารหนูในอาหารส่วนใหญ่พบว่า เป็นการปนเปื้อนในอาหารทะเล ในรูปของสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนของสารหนู (complex organic arsenical compounds) และมีเพียงส่วนน้อยที่อยู่ในรูปของสารหนู อนินทรีย์ (inorganic arsenic) ในขณะที่แหล่งสำคัญของสารหนูอนินทรีย์ในอาหาร ได้แก่ อาหารประเภทธัญพืช ข้าวและแป้ง อันเนื่องจากการปลูกธัญพืช ข้าวหรือผักต่างๆ ในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารหนูในแหล่งน้ำ ทำให้พืชเหล่านี้ดูดสารหนูอนินทรีย์ไปเก็บไว้

การสะสมของสารหนูในสัตว์น้ำ มีการสะสมแบบเป็นขั้นตอนตามห่วงโซ่อาหาร สารหนูที่พบในแหล่งน้ำ เช่น บริเวณน้ำลึกมักอยู่ในรูปของ inorganic arsenate (As[V]) กระบวนการ

เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ในน้ำ ผ่านปฏิกิริยาเมธิเลชัน (methylation) ทำให้ As[V] ถูกเปลี่ยนอยู่ในรูปต่างๆ เช่น inorganic arsenite (As[III]), methyl arsonate (MA) และ dimethyl arsenate (DMA) ซึ่งอาจถูกเปลี่ยนแปลงต่อไปจาก arsenosugars เป็น arsenobetaine (McSheehy, S., และคณะ, 2002) ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบได้ในสัตว์น้ำ เช่น ปลาที่มนุษย์นำมาบริโภค รูปแบบอื่นๆ ของสารหนูที่พบในสัตว์น้ำนอกจาก MA และ DMA แล้วยังอาจพบในรูปของ trimethyl arsine oxide arsenocholine และ arsenosugars สารหนูอินทรีย์เหล่านี้อาจเกิดจากกระบวนการเมธิเลชันของ arsenate ที่สัตว์น้ำกินเข้าไปโดยอาศัยแบคทีเรียที่มีอยู่ในทางเดินอาหารของสัตว์น้ำนั้นๆ การกระจายตัวของสารหนูในรูปแบบต่างๆ มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอวัยวะ เช่น สารหนูที่พบในเนื้อสัตว์ทะเล คือ สารหนูที่อยู่ในรูป arsenobetaine เกือบทั้งหมด ในขณะที่สารหนูอนินทรีย์ เช่น MA และ DMA พบในอวัยวะภายใน เช่น กระเพาะอาหาร ลำไส้ ตับ หัวใจ เหงือก เป็นต้น (Borak, J., และคณะ, 2006)

สำหรับในประเทศไทย มีการตรวจพบการปนเปื้อนของสารหนูในอาหารหลายประเภทรวมทั้งยาสมุนไพรแผนโบราณบางชนิด เช่น ยาหอมที่เติมสารหนูในตำรับยาแทนกำมะถันแดง อาหารที่มีรายงานการตรวจพบสารหนู เช่น ผัก ผลไม้ น้ำพริก สาหร่ายแห้ง อาหารทะเล และอื่นๆ

1) ความเป็นพิษของสารหนู

องค์การอนามัยโลกกำหนดค่าปริมาณสารหนูที่สามารถรับได้ต่อสัปดาห์โดยไม่ทำให้เกิดอันตราย (Provisional Tolerable Weekly Intake; PTWI) เท่ากับ 15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักอาหารต่อสัปดาห์ และ 10 มิลลิกรัมต่อปริมาณน้ำดื่ม 1 ลิตรต่อสัปดาห์ ในแง่ของความเป็นพิษพบว่าสารหนูอนินทรีย์มีความเป็นพิษมากกว่าสารหนูอินทรีย์ อย่างไรก็ตาม ยังอาจพบรายงานความเป็นพิษของสารหนูจากเมธิลอาร์ซีเนทหรือฟีนิลอาร์ซีเนทซึ่งเป็นสารหนูอินทรีย์ได้บ้างเช่นกัน ความเป็นพิษของสารหนูพบได้ในหลายๆ อวัยวะ ซึ่งจัดเป็นอวัยวะเป้าหมายของการเกิดพิษ ที่มีความเฉพาะตัวมาก สำหรับความเป็นพิษของสารหนูคือ ความเป็นพิษที่เกิดกับผิวหนัง ได้แก่ การเกิดพิษในลักษณะของผิวหนังหนาตัว (hyperleratinization) โดยเฉพาะที่บริเวณฝ่ามือและส้นเท้า การเกิดผิวหนังหนาตัวคล้ายหูด (hyperkeratinized corns/warts) ผิวหนังมีสีเข้ม (hyperpigmentation) สลับกับมีสีจางเป็นจุดๆ (interspersed spots of hypopigmentation) ระดับของการได้รับสารหนูจากการรับประทานที่ทำให้เกิดอาการทางผิวหนังดังกล่าว อยู่ที่ประมาณ 0.002-0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2005) อาการอื่นๆ ที่อาจพบร่วมด้วย ได้แก่ ผลต่อระบบหลอดเลือดส่วนปลายที่สัมพันธ์

กับการเกิดภาวะขาดออกซิเจน (cyanosis) และการเกิดเนื้อเยื่อตาย (gangrene) รวมทั้ง ผลต่อระบบหลอดเลือดและหัวใจที่นำไปสู่การเพิ่มความดันโลหิตและระบบไหลเวียนล้มเหลว การได้รับในปริมาณสูงยังทำให้เกิดพิษเฉียบพลันต่อระบบประสาท มีอาการแสดงออกได้แก่ อาการสับสน (confusion), ประสาทหลอน (hallucination), ความจำเสื่อม (impaired memory) และอารมณ์แปรปรวน (emotional lability) ในขณะที่ ในระยะยาวพิษต่อระบบประสาททำให้เกิดการทำลายเซลล์ประสาท ทำให้เกิดการชาบริเวณประสาทส่วนปลายและต่อมาเจ็บปวดคล้ายมีเข็มทิ่มตำตลอดเวลา สตรีตั้งครรภ์ที่ได้รับสารหนูปนเปื้อนในน้ำดื่มพบการแท้ง ทารกตายคลอด และความพิการแต่กำเนิด

นอกจากนี้ การได้รับสารหนูแม้ในปริมาณต่ำๆ ในระยะยาว มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มอุบัติการณ์การเกิดมะเร็งในหลายๆ อวัยวะ ได้แก่ มะเร็งผิวหนัง (พบบ่อยที่สุดในกรณีได้รับสารหนู โดยการรับประทาน), มะเร็งกระเพาะปัสสาวะ, มะเร็งปอด, มะเร็งตับและมะเร็งในระบบทางเดินอาหารอื่นๆ จากข้อมูลด้านการเกิดมะเร็งนี้ สารหนูจึงได้รับการจัดประเภทสารก่อมะเร็งโดย IARC ว่าเป็นสารก่อมะเร็งในกลุ่ม 1 (Group 1)

2) การหลีกเลี่ยงและการป้องกันการได้รับสารหนู

แนวโน้มการได้รับสารหนูโดยการรับประทาน อาจเป็นไปตามการพบสารหนูปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เช่น มีการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำและดิน และมีการนำน้ำมาบริโภคใช้ประกอบอาหาร หรือการเพาะปลูกผลผลิตทางการเกษตรในบริเวณที่มีการปนเปื้อน หรือจากการเติมสารหนูในอาหารหรือยาสมุนไพร ด้วยวัตถุประสงค์ต่างๆ กัน การเฝ้าระวังการปนเปื้อนเพื่อป้องกันการได้รับสารหนูจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เช่นเดียวกันการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของโลหะหนักอื่นๆ มีการศึกษาในประเทศบังคลาเทศและอินเดียถึงวิธีการลดการรับสัมผัสสารหนูจากการบริโภคข้าวที่มีการปนเปื้อน โดยพบว่าน้ำที่ใช้ประกอบการหุงข้าวมีความสำคัญต่อการเพิ่มหรือลดปริมาณสารหนูในข้าวที่หุงแล้วได้ ถ้าใช้น้ำที่มีการปนเปื้อนอยู่แล้ว ก็จะทำให้ปริมาณสารหนูรวมมีระดับสูงขึ้น (Rahman, M.A., และคณะ, 2006) แต่ถ้าใช้น้ำที่ปราศจากสารหนูหรือมีปริมาณสารหนูต่ำมาใช้ล้างข้าวหลายๆ ครั้งก่อนทำการหุง จะทำให้ปริมาณสารหนูตกค้างในข้าวที่หุงแล้วลดลง (Sengupta, M.K., และคณะ, 2006)

สารพิษโบทูลินัม (Botulinum toxin) จากเชื้อแบคทีเรีย

ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร เป็นปัญหาที่มีมาช้านาน และถึงแม้ว่าในปัจจุบันวิทยาการด้านการผลิตอาหารได้ก้าวหน้าไปไกล แต่แนวโน้มการเกิดปัญหานี้ยังคงมี

อย่างต่อเนื่อง และบ่อยครั้งที่เกิดเป็นกรณีรุนแรงที่ทำให้เกิดอันตรายในวงกว้าง สารพิษโบทูลินัมนับว่าเป็นสารพิษจากธรรมชาติอีกชนิดหนึ่งที่ก่อโรคจากการรับประทานอาหาร ซึ่งมีความรุนแรงสูง สารพิษชนิดนี้ถูกสร้างจากเชื้อแบคทีเรีย *Clostridium botulinum* ซึ่งเป็นเชื้อแกรมบวกที่เจริญได้ดีในภาวะที่ไม่ต้องอาศัยออกซิเจน (anaerobic) พบตามพื้นดินและในน้ำ ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตเชื้อ *C. botulinum* จะสร้างเอ็นโดสปอร์ (endospore) ที่ทนความร้อนได้ดี และเมื่อพร้อมที่จะเจริญเติบโต เช่น ในอุณหภูมิที่เหมาะสมและมีปริมาณออกซิเจนต่ำ เอ็นโดสปอร์จะงอก (germinate) เพิ่มจำนวนและสร้างสารพิษโบทูลินัม

เชื้อ *C. botulinum* แบ่งตาม serological properties ของสารพิษที่สร้างได้เป็น type A จนถึง type G ตามลักษณะความแตกต่างทางพันธุกรรม (Lindström, M., และคณะ, 2006) และเมื่อทำการแบ่งย่อยตามลักษณะการแสดงออก (phenotypic characteristics) สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 4 กลุ่มย่อย (subgroup) คือ กลุ่มย่อย I ถึง กลุ่มย่อย IV สายพันธุ์ที่ก่อโรคในมนุษย์จัดอยู่ในกลุ่มย่อย I และ II

กลุ่มย่อย I หรือที่เรียกว่า proteolytic *Clostridium botulinum* ประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษต่อระบบประสาท (neurotoxins) type A, B และ F จัดเป็นสายพันธุ์ที่เจริญที่อุณหภูมิอบอุ่น (mesophilic) ตั้งแต่ 25 ถึง 40 องศาเซลเซียส แต่เจริญได้ดีที่ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส และไม่สามารถเจริญได้เลยในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ความสามารถในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในกลุ่มนี้ถูกจำกัดไว้ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 4.3-4.5 และทนต่อสภาพความเข้มข้นเกลือสูงถึง 10% ได้ดี นอกจากนี้ สปอร์ของเชื้อกลุ่มนี้ยังทนความร้อนได้ดี ในแง่การปนเปื้อนอาหารและทำให้เกิดพิษในคนพบว่า สารพิษที่สร้างจากเชื้อในกลุ่มย่อยนี้พบได้ในอาหารที่ปรุงตามครัวเรือน ที่มีกระบวนการทำลายเชื้อหรือป้องกันเชื้อไม่ดีพอ เช่น อาหารกระป๋อง อาหารอัดปี๊บหรืออาหารประเภทเนื้อต่างๆ

กลุ่มย่อย II หรือที่เรียกว่า non-proteolytic Clostridium botulinum ประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ type B, E และ F จัดเป็นสายพันธุ์ที่เจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิต่ำ (psychrotrophic) คือ ระหว่าง 26 ถึง 30 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม ยังพบเชื้อในกลุ่มนี้สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำกว่า 3 องศาเซลเซียส แต่ไม่เจริญในสภาวะความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5 และที่ความเข้มข้นเกลือสูงกว่าร้อยละ 5 สปอร์ของเชื้อในกลุ่มนี้ทนต่อความร้อนได้ไม่ดีเท่ากับสายพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มย่อย I แต่ก็ยังพบการปนเปื้อนของสายพันธุ์นี้ในอุตสาหกรรมอาหารได้ด้วย แม้แต่อาหารที่มีการรักษาสภาพโดยใช้ความเย็นจัด

เมื่อพิจารณาตามการพบการปนเปื้อนสารพิษโบทูลินัมแล้ว สารพิษ type A, B และ E จัดเป็นชนิดที่พบว่าก่อโรคในมนุษย์ได้มากที่สุด ในขณะที่ type F, C และ D พบความสัมพันธ์กับการเกิดโรคโบทูลิซึมในมนุษย์น้อยมาก และ type G ไม่พบความสัมพันธ์การก่อโรคในมนุษย์

ตารางที่ 2 แสดงเชื้อกลุ่ม Clostidia ทั้งหกสายพันธุ์ที่สร้างสารพิษโบทูลินัม

Clostidia	Neurotoxins formed
Clostidium botulinum group I *(proteolytic Cl. botulinum)*	A, B, F
Clostidium botulinum group II *(non-proteolytic Cl. Botulinum)*	B, E, F
Clostidium botulinum group III	C, D
Clostidium botulinum group IV *(Clostidium argentinense)*	G
Clostidium baratii (neurotoxigenic strains)	F
Clostidium butyricum (neurotoxigenic strains)	E

ที่มา : Peck, M.W., 2006

1) ความเป็นพิษของสารพิษโบทูลินัม

โบทูลินัมนิวโรท็อกซินหรือสารพิษโบทูลินัม ที่ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบประสาท (type A จนถึง type G) จัดเป็นโปรตีนขนาดใหญ่ แม้ว่าจะมีความแตกต่างกันบ้างด้านคุณสมบัติการเป็นแอนตีเจน แต่สารพิษโบทูลินัมทุกชนิดมีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาในการก่อพิษเหมือนกัน คือ ทำให้เกิดกล้ามเนื้อคลายตัว (flaccid muscle paralysis) ซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะตัวของโรคโบทูลิซึม (Sharma, S.K., และคณะ 2006) สารพิษโบทูลินัมจัดเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูง (extremely toxic) การได้รับแค่เพียง 30 นาโนกรัม สามารถทำให้เสียชีวิตได้ (Peck, M.W., 2006)

สารประกอบโบทูลินัมถูกสร้างขึ้นในรูปของสารพิษโบทูลินัมรวมตัวกับส่วนโปรตีนที่ไม่ก่อพิษ (nontoxic neurotoxin associated proteins; NAPs) ที่ช่วยป้องกันสารพิษโบทูลินัมจากสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพความเป็นกรดสูงหรือเอนไซม์โปรตีเอสในทางเดินอาหารของคน จึงช่วยเพิ่มความคงตัวของสารพิษโบทูลินัมได้เป็นอย่างดี เมื่อเข้าสู่ร่างกายสารพิษโบทูลินัมจะออกฤทธิ์ยับยั้งการหลั่งอะเซตีลโคลีน (acetylcholine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่สำคัญบริเวณปลายเส้นประสาท โดยปกติสารอะเซตีลโคลีนมีบทบาทในการกระตุ้นการสั่งการของกล้ามเนื้อผ่านระบบประสาทรวมถึงการทำงานในระบบประสาทอัตโนมัติ เมื่อสารพิษโบทูลินัมทำให้มีปริมาณสารอะเซตีลโคลีนลดลง การสั่งการของกล้ามเนื้อจึงลดลง ทำให้เห็นอาการกล้ามเนื้อคลายตัวและอ่อนแรงและไม่สามารถควบคุมการสั่งการการเคลื่อนไหวได้

2) การติดเชื้อ และอาการพิษในผู้ป่วยโรคโบทูลิซึม

อาการแสดงของโรคโบทูลินัมจากการรับประทานอาหารปนเปื้อนมักปรากฏหลังการรับสารพิษโบทูลิซึมระหว่าง 12 ถึง 36 ชั่วโมง โดยมีช่วงกว้างของการแสดงออกของอาการได้ตั้งแต่ 4 ชั่วโมงถึง 8 วัน ขึ้นอยู่กับปริมาณสารพิษที่ได้รับ

อาการปรากฏระยะแรกภายใน 24 ชั่วโมง มักจะเป็นอาการวิงเวียน จากนั้นอาการอื่นๆ ที่เกิดตามมาได้แก่ ตาพร่า ปากแห้ง กลืนและพูดลำบาก นอกจากนี้ อาการที่อาจพบเพิ่มเติมได้แก่ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย ท้องผูกและท้องอืดบวม จากนั้นตามมาด้วยอาการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า ผู้ป่วยมักลืมตาไม่ขึ้น กลืนลำบาก หรืออาจมีตาพร่ามัว เห็นภาพซ้อน ความรุนแรงที่เกิดกับระบบประสาทอาจพัฒนาไปสู่การเกิดกล้ามเนื้อคอและแขนอ่อนแรง หลังจากนั้นกล้ามเนื้อทางเดินหายใจและส่วนล่างของร่างกายจะเกิดการอ่อนแรงตามมา ซึ่งจะทำให้เกิดการหายใจลำบาก ผู้ป่วยจะไม่มีไข้ และยังคงรู้สึกตัว ในกรณีเกิดจากการรับประทานอาหารปนเปื้อนมักจะพบอาการคล้ายกันในคนที่กินอาหารร่วมกัน

กรณีการได้รับสารพิษโบทูลินัม ผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับการวินิจฉัยอย่างถูกต้องและรวดเร็ว ทั้งนี้เพื่อให้การรักษาโดยการใช้สารต้านพิษโบทูลินัม (antibotulinum antitoxin) และการใช้เครื่องช่วยหายใจ เพื่อพยุงการทำงานของระบบหายใจให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

กรณีศึกษาการเกิดโรคโบทูลิซึมจากการรับประทานหน่อไม้ปี๊บ
จังหวัดน่าน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549)

ถึงแม้ว่าการเกิดความเป็นพิษจากการรับประทานอาหารปนเปื้อนสารพิษโบทูลินัมหรือโรคโบทูลิซึมจะเกิดขึ้นมาก่อนหน้านี้บ้าง แต่คงไม่มีเหตุการณ์ใดสร้างความรุนแรงได้เท่ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอำเภอบ้านหลวง จังหวัดน่านเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 เมื่อผู้ป่วยกว่า 152 คนถูกนำตัวส่งโรงพยาบาลพร้อมกัน หลังจากร่วมงานเลี้ยงในหมู่บ้าน เหตุการณ์ครั้งนี้ได้รับการกล่าวขานจากองค์การอนามัยโลกว่า เป็นการเกิดโรคโบทูลินัมพร้อมกันครั้งใหญ่ที่สุดในโลก (World's largest botulism outbreak) เหตุการณ์ครั้งนี้คาดว่าเกิดจากการรับประทานหน่อไม้ปี๊บที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *Cl. botulinum* ที่มีการสร้างสปอร์ เมื่อให้ความร้อนแก่หน่อไม้ปี๊บไม่เพียงพอที่จะทำลายสปอร์ ทำให้สปอร์สามารถงอกและสร้างสารพิษโบทูลินัมได้ภายให้สภาวะที่ปราศจากออกซิเจน หลังถูกนำตัวส่งโรงพยาบาล ผู้ป่วยทั้งหมดไม่ได้รับการวินิจฉัยในครั้งแรกว่าเกิดจากการได้รับสารพิษโบทูลินัม แต่จากการพิจารณาโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญตามอาการและระยะเวลาการเกิดอาการ ทำให้วินิจฉัยในเวลาต่อมาได้ว่าเกิดจากสารพิษโบทูลินัม แพทย์ได้ให้การรักษาแบบประคับประคอง เน้นเรื่องการหายใจและการรักษาจำเพาะ คือ การลด

การปนเปื้อนของสารพิษและให้ยาต้านพิษ รวมทั้งการใช้ antitoxin ซึ่งสามารถช่วยลดระยะเวลาป่วยและลดอัตราการตายได้ (วินัย วนานุกูล, 2549)

การป้องกันการปนเปื้อนเชื้อ *Clostidium botulinum* ในอาหาร

การป้องกันที่ดีที่สุด คือ หลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *Cl. botulinum* แต่เนื่องจากเชื้อ *Cl. botulinum* สามารถพบได้ทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นในน้ำและดิน การป้องกันการปนเปื้อนในแหล่งอาหาร โดยเฉพาะการผลิตอาหารแบบครัวเรือน จึงอาจทำได้ไม่สมบูรณ์นัก การป้องกันอาจทำได้โดยการใช้ความร้อนเพื่อทำลายเชื้อและลดจำนวนเชื้อ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญของเชื้อ *Clostidia* ทั้งสองสายพันธุ์ที่สร้างสารพิษโบทูลินัม

	Proteolytic Cl. botulinum	***Non-proteolytic Cl. botulinum***
ชนิดสารพิษที่สร้าง	A, B, F	B, E, F
อุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโต	10-12 °ซ	2.5-3.0 °ซ
อุณหภูมิเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต	37 °ซ	25 °ซ
ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโต	4.6	5.0
ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต	10%	5%
ความทนทานของสปอร์ต่อความร้อน	อุณหภูมิ 121 °ซ ประมาณ 21 นาที	อุณหภูมิ 82.2 °ซ ประมาณ 2.4 หรือ 23.1 °ซ*
อาหารที่มักพบการปนเปื้อนและทำให้เกิดโรค	อาหารกระป๋อง ผลิตตามครัวเรือน อาหารผลิตไม่ได้มาตรฐาน	อาหารประเภทสัตว์น้ำหมัก ปลาแห้ง ปลาบรรจุในภาชนะภายใต้สุญญากาศ
ชนิดอาหารหลักที่มักพบทำให้เกิดปัญหา	อาหารกระป๋อง	อาหารแช่แข็ง

ที่มา : Peck, M.W., 2006

หมายเหตุ : * ความทนทานต่อความร้อนแตกต่างขึ้นอยู่กับมีหรือไม่มีไลโซไซม์ (lysozyme)

ในกระบวนการผลิตอาหาร อาจมีการใช้โซเดียมไนไตรต์ (Sodium nitrite) เป็นสารปรุงแต่ง เนื่องจากมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Cl. botulinum* อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดในด้านความเป็นพิษที่อาจเกิดจากการบริโภคโซเดียมไนไตรต์เกินขนาด ทั้งพิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรัง การเติมโซเดียมไนไตรต์ในอาหารจึงมีข้อจำกัดของการใช้ รวมทั้งการผลิตอาหารบางประเภทไม่นิยมการเติมโซเดียมไนไตรต์ด้วย ทำให้การควบคุมการเจริญของเชื้อ *Cl Botulinum* มีข้อจำกัดไปด้วย

ดังนั้น คำแนะนำทั่วไปสำหรับการป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษโบทูลินัมในอาหาร ในกรณีของ proteolytic *Cl. botulinum* นั้นการป้องกันอาจทำได้โดยการควบคุมอุณหภูมิ เนื่องจาก proteolytic *Cl. botulinum* ไม่สามารถเจริญที่อุณหภูมิต่ำ (<10 องศาเซลเซียส) และการเจริญเติบโตยังถูกยับยั้งได้ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4.6 และที่ความเข้มข้นเกลือที่ประมาณร้อยละ 10 การควบคุมการเจริญของ proteolytic *Cl. botulinum* จึงอาจทำได้โดยการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของอาหาร (เช่นอาหารกระป๋อง หน่อไม้ปี๊บ) และความเข้มข้นเกลือให้เหมาะสม นอกจากนี้สปอร์ของ proteolytic *Cl. botulinum* ยังถูกทำลายที่ความร้อนสูง การต้มหรือให้ความร้อนอย่างพอเพียงจะลดโอกาสการงอกสปอร์ของเชื้อได้อย่างดี ในกรณีของเชื้อ non-proteolytic *Cl. botulinum* พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส ประมาณ 5-10 นาที สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้เกือบสมบูรณ์ เนื่องจากเชื้อ non-proteolytic *Cl. botulinum* สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ (2.5-3 องศาเซลเซียส) แต่ไม่เจริญที่ความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5 และที่ความเข้มข้นเกลือมากกว่าร้อยละ 5 การเก็บรักษาภายใต้สภาวะที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการงอกของสปอร์ เพื่อสร้างสารพิษโบทูลินัม จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

โปรโตซัวปนเปื้อนในอาหาร (Foodborne protozoan parasites)

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา การปนเปื้อนของโปรโตซัวทั้งในน้ำดื่มและอาหาร ได้ทำให้เกิดความเจ็บป่วยในหลายภูมิภาคในโลกนี้ รายงานในประเทศไทยพบการปนเปื้อนของโปรโตซัวสำคัญ 3 ชนิด ในอาหารและน้ำดื่ม และเป็นสาเหตุสำคัญอีกสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ ได้แก่ *Entamoeba histolytica, Giardia lamblia* และ *Cryptosporidium parvum*

Entamoeba histolytica

เป็นโปรโตซัวสำคัญที่ปนเปื้อนในน้ำดื่ม และทำให้เกิดความเจ็บป่วยและเสียชีวิตได้มาก โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา โปรโตซัวในกลุ่ม *Entamoeba* ประกอบด้วยสายพันธุ์ย่อย 6 สายพันธุ์ ได้แก่ *E. histolytica, E. dispar, E. moshkovskii, E. poleki, E. coli,* และ

E. hartmanni ส่วนใหญ่พบได้ในทางเดินอาหารและไม่ก่อให้เกิดโรคต่อระบบทางเดินอาหาร ยกเว้น *E. histolytica*

โรค Amoebiasis หรือ Amoebic colitis ที่เกิดจากเชื้อกลุ่ม *E. histolytica* พบได้ในประชากรทั่วโลกกว่า 40 ถึง 50 ล้านราย และเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตในประชากรกว่า 100,000 รายทั่วโลกต่อปี นับว่าเป็นโปรโตซัวที่ทำให้มีการเสียชีวิตมากเป็นอันดับสองในโลก รองจากเชื้อมาลาเรีย ในจำนวนผู้ที่ได้รับโปรโตซัวนี้พบว่ามีเพียง 5-10% เท่านั้นที่แสดงอาการของโรค การปนเปื้อนของ *Entomoeba histolytica* พบได้ทั้งในสัตว์น้ำ น้ำดื่มและผักสด ลักษณะวงจรชีวิตของ *E. histolytica* ประกอบด้วยช่วงชีวิตที่เป็น cysts ซึ่งเป็นช่วงแพร่ระบาดและทำให้ติดโรค กับช่วงชีวิตที่เป็น trophozoites การแพร่กระจายของ *E. histolytica* เป็นการแพร่กระจายจากการปนเปื้อนของอุจจาระที่มี *E. histolytica* ในอาหารหรือน้ำดื่ม จากนั้น cysts ที่เข้าสู่ทางเดินอาหารจะแตกตัวได้เป็น trophozoite ภายในลำไส้เล็ก และเคลื่อนตัวต่อไปในระบบทางเดินอาหารเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ ในระหว่างนี้ trophozoite บางตัวจะมีการเปลี่ยนรูปร่างเป็น cysts หลุดออกมากับอุจจาระ และคงสภาพอยู่ภายใต้สภาวะความชื้นที่เหมาะสมได้หลายสัปดาห์ นอกจากนี้ trophozoite ที่อยู่ภายในร่างกายยังสามารถแทรกตัวทำลายเยื่อบุลำไส้เล็ก และแพร่กระจายเข้าสู่กระแสเลือดไปยังอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ปอดและสมองได้ (Kucik., C.J., และคณะ 2004)

ระยะฟักตัวของ *E. histolytica* อยู่ที่ประมาณ 3-10 วัน อาการแสดงออกใน Amoebiasis ขึ้นอยู่กับความรุนแรง และตำแหน่งของชั้นเยื่อบุในทางเดินอาหารที่ถูกทำลาย ถ้าการทำลายเกิดไม่มากผู้ป่วยอาจไม่มีการแสดงออกแต่อย่างใด แต่ถ้าการทำลายเยื่อบุเกิดขึ้นมากจนเป็นแผล (ulceration) ชัดเจนหรือเกิดเป็นบริเวณกว้างและลึก จะส่งผลต่อการบีบตัวของระบบทางเดินอาหาร ทำให้เกิดท้องเสียที่มีอาการปวดท้องรุนแรง และอาจพบเยื่อเมือกปนออกมากับอุจจาระ ระยะรุนแรงต่อมาทำให้เกิดแผลอักเสบในลำไส้ใหญ่ (colitis หรือ ulcerative disease) ซึ่งอาจรุนแรงจนทำให้เสียชีวิตได้ในที่สุด

Cryptosporidium

ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหารที่เรียกว่า Cryptosporidiosis ลักษณะอาการเด่น คือ ท้องเสีย ที่พบได้ทั้งในสัตว์และมนุษย์ที่ได้รับโปรโตซัวชนิดนี้ การระบาดครั้งใหญ่ของ *Cryptosporidium* เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อปี ค.ศ.1993 ตามรายงานมีผู้เกิดความเจ็บป่วยเนื่องจากได้รับ *Cryptosporidium* ปนเปื้อนในน้ำดื่ม เป็นจำนวนถึงกว่า 403,000 คน ในบรรดา genus *Cryptosporidium* นั้นพบว่า species *Cryptosporidium parvum* เป็นสายพันธุ์หลักที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์ นับตั้งแต่การรายงานความเจ็บป่วยจาก Cryptospodiosis ครั้งแรก

ในปี ค.ศ.1976 วงการแพทย์เชื่อว่า *Cryptosporidium* เป็นโปรโตซัวที่ทำให้เกิดโรคฉวยโอกาส (opportunistic pathogen) ในผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง แต่ต่อมาภายหลังเริ่มมีรายงานการเกิดโรคเนื่องจากการปนเปื้อนของโปรโตซัวนี้ในแหล่งน้ำ รวมทั้งการเกิดโรคในผู้ที่มีภูมคุ้มกันปกติ ทำให้เข้าใจใหม่ว่า *Cryptosporidium* เป็นโปรโตซัวก่อโรคที่ไม่จำเพาะเจาะจงเฉพาะผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องเท่านั้น แต่ทำให้เกิดโรคเมื่อไรก็ตามที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ *Cryptosporidium* สามารถเกิดขึ้นได้อย่างครบวงจรภายใน host เดียวและยังทำให้เกิด oocyte เต็มวัยที่ปนออกมากับอุจจาระซึ่งสามารถแพร่กระจาย และทำให้เกิดโรคใน host ที่ได้รับได้ทันทีหลังได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยการรับประทาน oocyte มีการปลดปล่อย sporozoite ที่บริเวณผนังลำไส้เล็ก sporozoite ที่หลุดออกมาจะเข้าเกาะบริเวณผนังเยื่อบุทางเดินอาหาร ทำให้เกิดการทำลายเยื่อบุในบริเวณใกล้เคียง พร้อมกับเจริญเติบโตเพื่อขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนต่อไป ระยะฟักตัวของ *Cryptosporidium* อยู่ที่ประมาณ 2-28 วัน ขึ้นอยู่กับปริมาณโปรโตซัวที่ได้รับประมาณร้อยละ 50 ของผู้ที่ได้รับ *G. lambia* ร่างกายมีความสามารถกำจัดได้โดยไม่ทำให้เกิดโรคแต่อย่างใด ในขณะที่อีกประมาณร้อยละ 5-15 มี cysts ภายในร่างกาย แต่ไม่เกิดอาการเช่นกัน และที่เหลือคือผู้ที่แสดงอาการทั้งรูปแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง (Savioli, L., และคณะ, 2006)

อาการปรากฏที่สำคัญของการได้รับ *C. parvum* คือ ท้องเสีย ถ่ายเหลว คลื่นไส้อาเจียนและมีไข้ อาการอาจเกิดต่อเนื่องได้เป็นสัปดาห์ ผู้ป่วยมักต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล ในกรณีผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องมักมีอาการที่รุนแรง และคงอยู่นานกว่าผู้ที่มีการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันปกติ

แหล่งปนเปื้อนที่สำคัญของ *C. parvum* ได้แก่ น้ำดื่ม ทั้งในแหล่งน้ำดื่มตามธรรมชาติ เช่น แหล่งน้ำผิวดินหรือแหล่งน้ำใต้ดิน การปนเปื้อนของ *C. parvum* ในรูป oocyte เกิดขึ้นได้เนื่องจาก *C. parvum* มีความทนทานในสภาพแวดล้อมได้ดี โดยเฉพาะในสภาวะชื้นเย็น ซึ่ง *C. parvum* อาจอยู่ในแหล่งน้ำต่างๆ ได้นานถึง 6 เดือน (Robertson, และคณะ, 1992) ทั้งนี้ *C. parvum* ยังทนต่อคลอรีนได้ดี จึงนับว่าเป็นปัญหาสำคัญของกระบวนเตรียมน้ำดื่มสะอาดถ้าเกิดการปนเปื้อนขึ้น ดังนั้นมาตรการการตรวจวัดและควบคุมคุณภาพน้ำดื่มที่มีมาตรฐานจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะควบคุมการปนเปื้อนและการแพร่กระจายของ *C. parvum*

Giardia lamblia หรือ Giardia intestinalis

ทำให้เกิดโรค Giardiasis ที่พบได้ทั่วโลกทั้งในประเทศกำลังพัฒนาและประเทศที่พัฒนาแล้ว การแพร่ระบาดของ *Giardia lamblia* เกิดจากการปนเปื้อนของอุจจาระที่มี cysts

ของ *G. lamblia* ในแหล่งน้ำเป็นหลัก อุบัติการณ์การเกิดโรค พบได้มากในพื้นที่ที่มีสุขอนามัยที่ไม่ดี นอกจากนี้ *G. lamblia* ยังมีความทนทานต่อคลอรีนที่ใช้ในกระบวนการเตรียมน้ำดื่มได้ ทำให้การแพร่ระบาดของ *G. lamblia* ยังคงพบได้แม้น้ำดื่มนั้นจะผ่านกระบวนการเติมคลอรีนก็ตาม การปนเปื้อนในอาหารเกิดขึ้นได้น้อยกว่า แต่ก็พบได้ในกรณีการรับประทานอาหารดิบ หรือมีการถ่ายเทจากมือที่มีการปนเปื้อนเข้าสู่อาหาร

วงจรชีวิตของ *G. lamblia* แบ่งได้เป็นสองขั้นตอนคือ cysts ซึ่งเป็นช่วงชีวิตที่ *G. lamblia* มีการถ่ายทอดไปสู่ผู้รับและ trophozoite ซึ่งเป็นช่วงก่อโรค cysts ที่อยู่ในอุจจาระมีความทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีและสามารถคงอยู่ได้นับหลายเดือน การได้รับ cysts เข้าสู่ร่างกายเพียง 10-25 cysts ก็นับว่าเพียงพอที่จะก่อให้เกิดโรค เมื่อเข้าสู่ร่างกายและสัมผัสกับกรดในกระเพาะอาหาร cysts จะมีการแตกตัวและปลดปล่อย trophozoite ที่สามารถเคลื่อนตัวต่อไปยังลำไส้เล็กส่วนต้นและเป็นบริเวณที่ trophozoites เหล่านี้สามารถฝังตัวที่บริเวณเยื่อบุเพื่อการแบ่งตัวต่อไป

G. lamblia ที่อยู่ในทางเดินอาหารทำให้เกิดอาการท้องอืดเฟ้อ การดูดซึมสารอาหารลดลงและท้องเสีย โดยกลไกการเกิดอาการดังกล่าวเกิดจากการสูญเสียการทำงานของเอนไซม์ที่บริเวณ brush border ของลำไส้เล็กมากกว่าที่จะเกิดจากการทำลายผนังลำไส้เล็กโดยตรง ระยะฟักตัวของ *G. lambia* อยู่ที่ประมาณ 1-2 สัปดาห์ อาการทางคลินิกทั่วไป ได้แก่ คลื่นไส้อาเจียน ท้องอืดแน่น ปวดเกร็งช่องท้อง ท้องเสีย มีไขมันปนในอุจจาระและน้ำหนักลดลงอย่างมาก ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของโรค Giardiasis ตัวอย่างรายงานการศึกษาอุบัติการณ์ของ Giardiasis ในประเทศไทย ในเขตจังหวัดสุรินทร์และสมุทรสาคร จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างสุขภาพดี 3,358 คน ในจังหวัดสุรินทร์ และ 656 คนในจังหวัดสมุทรปราการ พบผู้ที่มี *G. lambia* ในตัวอย่างอุจจาระเท่ากับร้อยละ 2.2 และ 6.5 ตามลำดับ (Wongjindanon, N., และคณะ, 2005) และยังคงพบหนอนพยาธิและโปรโตซัวอื่นๆ ร่วมด้วย รายงานนี้เป็นตัวอย่างของการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าปัญหาการปนเปื้อนและการได้รับโปรโตซัวยังคงเป็นปัญหาที่คุกคามระบบสาธารณสุขของประเทศไทย

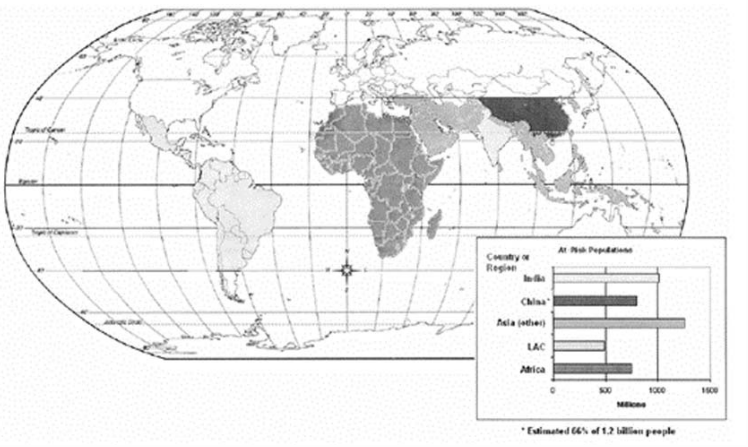
การป้องกันโรคอาหารเป็นพิษจากโปรโตซัว

เนื่องจากการปนเปื้อนของโปรโตซัวพบได้ในอาหาร เช่น ผักสด และน้ำดื่ม การบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของโปรโตซัวและการดื่มน้ำจากแหล่งน้ำที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมอย่างเหมาะสม จึงเป็นสาเหตุสำคัญของการได้รับเชื้อเหล่านี้ อย่างไรก็ตาม เชื้อเหล่านี้ไม่ทนต่อความร้อน กระบวนการปรุงอาหารให้สุกทั้งแบบใช้ความร้อนธรรมดา หรือตามมาตรฐานกระบวนการฆ่าเชื้อ (standard pasteurization technique) จะช่วยกำจัดโปรโตซัวปนเปื้อนได้หมดและป้องกันการแพร่เข้าสู่มนุษย์ได้ โดยทั่วไปแล้วโปรโตซัวเหล่านี้ไม่สามารถแบ่งตัวได้

ในอาหาร แต่สามารถมีชีวิตอยู่ในอาหารที่มีความชื้นได้นานหลายเดือน การเก็บรักษาอาหารอย่างเหมาะสมจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการป้องกันการมีชีวิตรอดของโปรโตซัวเหล่านี้ นอกจากนี้ ระบบการจัดการฟาร์มที่เหมาะสม เช่น การจัดการของเสียที่มีประสิทธิภาพก็สามารถช่วยลดโอกาสการถ่ายเทของ cysts และ oocysts เข้าสู่แหล่งอาหารได้

เชื้อราปนเปื้อนในอาหาร

แม้ว่าอันตรายและความเสี่ยงที่เกิดจากการปนเปื้อนของอาหาร โดยสารชีวพิษจากเชื้อรา จะได้รับความสนใจศึกษาในวงกว้างมาเป็นเวลานานแล้ว แต่ผลกระทบที่แท้จริงของสารพิษกลุ่มนี้ต่อสุขภาพของมนุษย์ในบางด้านก็ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด เนื่องจากจำนวนสายพันธุ์ของเชื้อราที่พบในธรรมชาติมีมากกว่า 100,000 ชนิด และความสะดวกในการเดินทางสื่อสารและติดต่อค้าขายของโลกในยุคโลกาภิวัตน์ ได้ทำให้แบบแผนการแพร่กระจายของสารพิษกลุ่มนี้มีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก และอาจไม่จำกัดอยู่เฉพาะในบางท้องถิ่นเหมือนที่เคยเป็นมาในอดีต (รูปที่ 8)



กราฟที่ 1 แผนภูมิการกระจายความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสชีวพิษ aflatoxin ในขอบเขตทั่วโลกซึ่งควบคุมได้ยาก ความเข้มของสีแสดงความเสี่ยงที่มากน้อยแตกต่างกันไป (ที่มา: Williams และคณะ, 2004)

ชนิดและแหล่งกำเนิดของชีวพิษจากเชื้อรา

ชีวพิษที่สร้างจากเชื้อรา มักเป็นสารเมแทบอไลท์ทุติยภูมิ ที่สามารถก่ออันตรายให้กับมนุษย์หรือสัตว์ได้ สารเหล่านี้ปกติจึงไม่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเชื้อรา และมักพบเฉพาะในช่วงปลายของการเจริญเติบโตในวงชีพ เชื้อรามักสร้างสารกลุ่มนี้ขึ้นเพื่อไปยับยั้งการ

เจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตอื่นที่จะเข้ามาแข่งขันการดำรงชีพของมัน แต่สารไม่มีผลเสียต่อเชื้อราที่เป็นผู้สร้างสารชีวพิษ เพราะมันมีความสามารถทำลายสารพิษเหล่านี้ได้ สารชีวพิษเหล่านี้สามารถแบ่งตามโครงสร้างทางเคมีเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1. กลุ่ม **polyketide** ซึ่งสร้างจากสารตั้งต้น acetyl coenzyme A ได้แก่ aflatoxins, citrinin, fumonisins, ochratoxins, patulin, zeralenone

2. กลุ่ม **terpene** ซึ่งสังเคราะห์จากกรด mevalonic ได้แก่ trichothecenes เช่น deoxynivalenol, nivalenol, T2-toxin

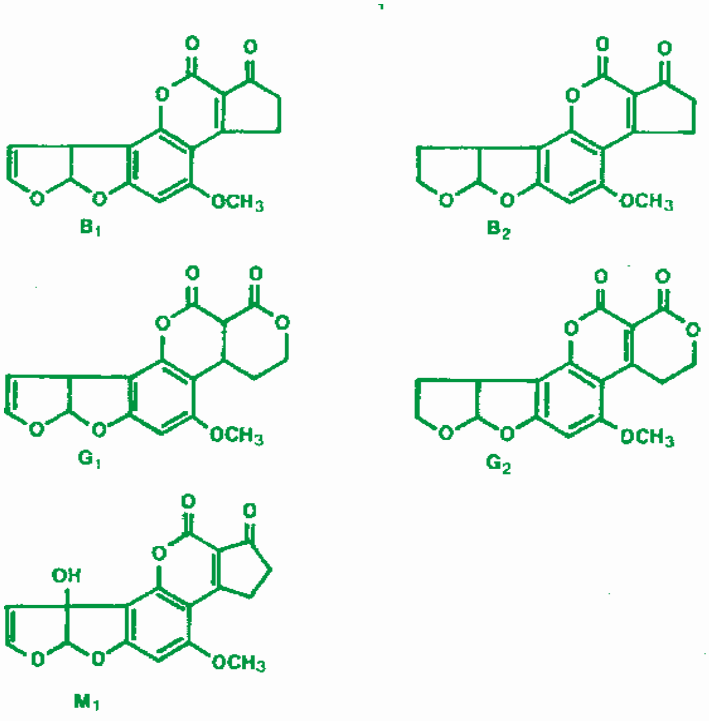
3. กลุ่ม **cyclic polypeptides** ซึ่งสร้างจากกรดอะมิโน ได้แก่ ergot alkaloids

อาจแบ่งเชื้อราที่สร้างชีวพิษตามลักษณะการดำรงชีพ ออกได้เป็น กลุ่มราที่พบในธรรมชาติตามไร่นา (field) เช่น ตระกูล *Claviceps* และ *Fusarium* และกลุ่มที่พบขณะเก็บรักษา (storage) พืชผลทางการเกษตร เช่น ตระกูล *Aspergillus* และ *Penicillium* ตัวอย่างของสารชีวพิษที่พบเป็นปัญหาในอาหารที่มนุษย์ใช้บริโภคทั่วโลก แสดงในตารางที่ 4 และจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไปเฉพาะบางชนิดที่สำคัญเท่านั้น

ตารางที่ 4 ตัวอย่างของสารชีวพิษจากเชื้อราชนิดต่างๆ ที่มักพบปนเปื้อนในอาหารที่อาจก่ออันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ได้

สารชีวพิษ	เชื้อราที่สร้าง	อาหารที่มีรายงานการปนเปื้อน
Aflatoxins	*Aspergillus flavus, A. parasiticus*	ถั่วเปลือกแข็ง ข้าวโพด ผลไม้แห้ง เครื่องเทศ สมุนไพร
Citrinin	*P.citrinium, P.expansum*	เมล็ดธัญพืช
Deoxynivalenol	*F.culmorum, F.graminearum*	เมล็ดธัญพืช
Ergot alkaloids	*Claviceps purpurea*	เมล็ดธัญพืช
Fumonisins	*F.moniliforme*	ข้าวโพด
Ochratoxin A	*A. ochraceus, Penicillium viridicatum,*	เมล็ดธัญพืช
	P.cyclopium	เมล็ดกาแฟ
Patulin	*P.expansum*	แอปเปิ้ล
T-2 toxin	*Fusarium sporotrichioides, F.poae*	เมล็ดธัญพืช
Zearalenone	*F.culmorum, F.graminearum,*	เมล็ดธัญพืช
	F.sporotrichioides	

Aflatoxins เป็นชีวพิษจากเชื้อราที่สำคัญที่สุดกลุ่มหนึ่ง แม้ชื่อของสารจะได้มาจากชื่อของเชื้อราต้นกำเนิดคือ ***Aspergillus flavus*** แต่เชื้อราชนิดอื่นเช่น *A. parasiticus* ก็สามารถสร้างชีวพิษชนิดนี้ได้ด้วยเช่นกัน ชีวพิษชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันดีทั่วโลกมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1961 เนื่องจากเป็นสาเหตุการตายของสัตว์ปีก เช่น ไก่งวงที่เลี้ยงในอังกฤษเป็นจำนวนมาก ในธรรมชาติอาจพบ aflatoxin (AF) หลายชนิดได้แก่ B1, B2, G1 และ G2 (รูปที่ 9) ปนเปื้อนในอาหารที่เป็นพวกพืชหลายชนิด แต่สำหรับ AF M1 มักพบปนเปื้อนในน้ำนมสัตว์หรือมนุษย์เท่านั้น เนื่องจากชีวพิษชนิดนี้เป็นเมแทบอลไลท์ของ AFB1 ที่เกิดเฉพาะในร่างกายของสัตว์ มีหลักฐานมากพอสมควรที่แสดงว่า *A. flavus* สร้างได้เฉพาะ aflatoxin B1 ขณะที่ *A. parasiticus* สามารถสร้าง aflatoxin ได้ครบทั้ง 4 ชนิด (B1, B2, G1, G2) สภาวะที่เหมาะสมในการสร้างสารกลุ่มนี้ คืออุณหภูมิในช่วง 25-30 ซ และความชื้นสูง ทำให้มีโอกาสที่จะพบชีวพิษชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ในอาหารที่ผลิตได้ในแถบประเทศเขตร้อนชื้น เช่น ประเทศไทย และประเทศในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่เป็นเพื่อนบ้านของเราได้เกือบทุกประเทศ



รูปที่ 8 โครงสร้างทางเคมีของสารชีวพิษ aflatoxin ชนิดที่พบได้บ่อยคือ B1, B2, G1, G2 และ M1

ปัญหาการปนเปื้อนของ AF ในอาหารได้รับความสนใจศึกษาสำรวจอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ (ตารางที่ 5) ในระยะแรกถั่วลิสงมักเป็นกลุ่มอาหารที่ได้รับการสุ่มตรวจมากต่อมาจึงได้ขยายครอบคลุมไปยังอาหารกลุ่มอื่นด้วย ที่น่าสังเกตคือ การปนเปื้อนของ AFB1 ในปริมาณที่สูงมาก ซึ่งตรวจพบในข้าวโพดของประเทศอินโดนีเซีย (428 ppb) และในอาหารพวกข้าวที่ใช้เลี้ยงเด็กเล็กในประเทศไนจีเรีย (Oyelami และคณะ, 1996) ผลิตภัณฑ์อาหารกลุ่มถั่วเปลือกแข็งและผลไม้แห้ง ก็เป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่มักมีรายงานการปนเปื้อน ตัวอย่างคือ ตรวจพบ AFB1 ในถั่ว pistachio ในเนเธอร์แลนด์บางตัวอย่างสูงถึง 165 ppb ผลการตรวจลูกมะเดื่อแห้งที่จำหน่ายในสหราชอาณาจักรพบจำนวนตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนของ AF มากกว่า 4 ppb ในสัดส่วนระหว่าง 16-26% ของตัวอย่างที่สุ่มตรวจทั้งหมด เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการสำรวจเฉพาะกลุ่มประเทศที่มีความเสี่ยงสูงของการปนเปื้อน AF ความแปรปรวนของอุบัติการณ์ที่จะตรวจพบมีค่อนข้างมากขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร และประเทศที่สุ่มตรวจ โดยมีพิสัยของอุบัติการณ์การตรวจพบตั้งแต่ 1.2% - 100% (Williams และคณะ, 2004)

ตารางที่ 5 การปนเปื้อนของ aflatoxins ในอาหารที่ตรวจพบในประเทศต่างๆ

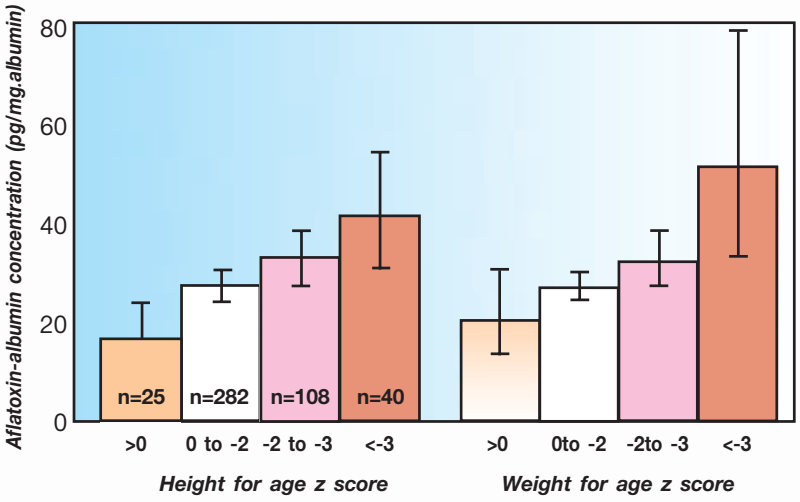
ผลิตภัณฑ์อาหาร	ประเทศที่ตรวจ	Aflatoxins	ปริมาณที่พบ (ppb)
ข้าวโพด	แซมเบีย	Total	17
	คอสตาริก้า	Total	0-76
	เกาหลี	Total	74.0
	เม็กซิโก	Total	5.0-465.0
	อินโดนีเซีย	B1	0-428
		B2	0-160
	ไนจีเรีย	Total	0.002-19.7
	ไทย	B1	72
		B2	15
ถั่วลิสง	บอสวานา	Total	3-48
	ญี่ปุ่น	B1	0.8-10.9
		B2	0.2-1.7
		G1	0.1-21.8
		G2	0.4-4.1

ผลิตภัณฑ์อาหาร	ประเทศที่ตรวจ	Aflatoxins	ปริมาณที่พบ (ppb)
ถั่ว pistachio	สหราชอาณาจักร	Total	4.1-224
	สหรัฐอเมริกา	Total	149
	เนเธอร์แลนด์	B1	165
	ญี่ปุ่น	B1	0.8-128
ถั่วเหลือง	อิยิปต์	Total	5.0-35.0
มะเดื่อแห้ง	สหราชอาณาจักร	Total	4-227
อินทผลัมแห้ง	สหรัฐอาหรับอามิเรตส์	B1	113
		G1	133
เครื่องเทศ	อิยิปต์	B1	25
		G1	133
สมุนไพร	ไทย	Total	1.7-14.3
ข้าวฟ่าง	บราซิล	Total	7.0-33.0

ที่มา : D'Mello 2003, Tassaneeyakul *และคณะ*, 2004, Yoshizawa *และคณะ*, 1996, และ Williams *และคณะ*, 2004

การเกิดพิษจาก AF แตกต่างกันได้ระหว่างสัตว์ชนิดต่างๆ โดยสัตวปีกเช่น ไก่ เป็ด จะมีความไวต่อการเกิดพิษสูง (LD50 ~ 0.5 mg/kg) เมื่อเปรียบเทียบกับพวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น หนูทดลอง (LD50 ~ 1-17.9 mg/kg) อันตรายที่สำคัญของ AF ต่อมนุษย์เท่าที่มีหลักฐาน ได้แก่ ตับอักเสบเฉียบพลัน ตับแข็ง กลุ่มอาการ Reye's โรค Kwashiorkor และมะเร็งตับ หากเปรียบเทียบพิษก่อมะเร็งในระหว่าง AF ด้วยกันแล้ว ความแรงของการก่อพิษจะมากที่สุดตามลำดับดังนี้คือ AFB1> AFG1> AFB2> AFG1 โดย AFB1 ถูกจัดเป็นสารก่อมะเร็งตามมาตรฐานของ IARC ในกลุ่มที่ 1 ขณะที่ AFM1 ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม 2B อันตรายที่มากเช่นนี้ทำให้ปัจจุบัน ในหลายประเทศจำต้องกำหนดปริมาณขั้นต่ำของการปนเปื้อนที่ยอมรับได้ตามกฎหมายของ AF อยู่ที่ไม่เกิน 20 ppb สำหรับอาหารกลุ่มเมล็ดธัญพืชต่างๆ และที่ไม่เกิน 0.5 ppb สำหรับอาหารของเด็กเล็ก เช่น ผลิตภัณฑ์นม

ผลการศึกษาเชิงระบาดวิทยาได้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างปริมาณการได้รับสัมผัส AF กับการก่ออันตรายต่อสุขภาพชนิดต่างๆ เช่น การศึกษาในอัฟริกาตะวันตกของ Gong และคณะ (2002) พบว่าในเด็กที่ได้รับสัมผัส AF เข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากมีผลทำให้ร่างกายเติบโตได้ช้า เด็กเหล่านี้จึงมีส่วนสูงและน้ำหนักตัวต่ำกว่ามาตรฐาน (รูปที่ 10)

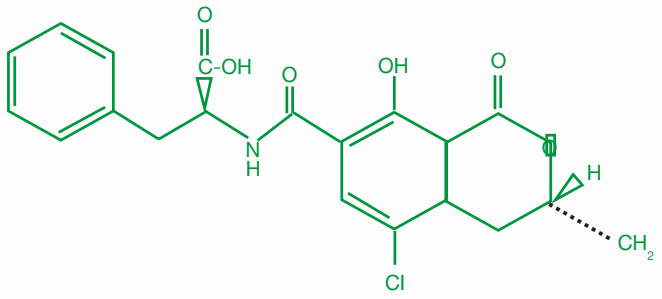


กราฟที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสัมผัสสาร aflatoxin ซึ่งวัดจากตัวบ่งชี้ทางชีวภาพคือความเข้มข้นของ Aflatoxin-albumin

ปริมาณ aflatoxin-albumin adduct ในร่างกาย เมื่อแบ่งเด็กในอัฟริกาตะวันตกออกเป็น 4 กลุ่ม กับส่วนสูง (ภาพซ้าย) และน้ำหนักตัว (ภาพขวา) ที่ปรับเป็นค่าคะแนนมาตรฐาน Z ตามวิธีขององค์การอนามัยโลก (WHO) ซึ่งกำหนดว่าหากคะแนนน้อยกว่า 2 แสดงถึงภาวะทุพโภชนาการ และคะแนนน้อยกว่า 3 แสดงถึงภาวะทุพโภชนาการชนิดรุนแรง กราฟแท่งแสดงค่าตัวกลาง geometric และช่วงความเชื่อมั่น 95% การวิเคราะห์ trend test: F=15.19, P=0.0001, r2 =0.3766; และ F=8.48, P=0.0038, r2 =0.3680. (Gong และคณะ 2002)

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง AF กับอุบัติการณ์มะเร็งตับ (Smith, J.E., 1997) มีหลักฐานที่สนับสนุนคือการตรวจพบ AFB1 ในตัวอย่างข้าวโพดมากถึง 9-2,496 ppb และมีอุบัติการณ์ตรวจพบสูงถึง 85% ของตัวอย่างที่ถูกสุ่มตรวจในประเทศจีนบริเวณที่มีประชากรมีความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งตับสูง (Li, F.Q., และคณะ, 2001) นอกจากนี้ในบางสถานการณ์ความเสี่ยงอาจเพิ่มขึ้นจาก สาเหตุก่อมะเร็งชนิดอื่น เช่น ภาวะทุพโภชนาการไวรัสตับอักเสบ สถานการณ์การเกิดพิษจาก AF ที่พบระบาดในวงกว้างที่มีรายงานล่าสุดคือ การเกิดพิษในเคนยาเมื่อปี 2004 ซึ่งมีผู้บาดเจ็บมากกว่า 300 ราย และเสียชีวิต 115 ราย ผลการตรวจพบการปนเปื้อนของ AF ในข้าวโพดที่ผู้ป่วยใช้บริโภคในบางตัวอย่างสูงมากกว่า 1,000 ppb (WHO, 2004).

Ochratoxins เป็นชีวพิษจากเชื้อราที่สำคัญอีกกลุ่มหนึ่งมีโครงสร้างทางเคมีเป็นอนุพันธุ์ polyketide ของ dihydroisooumarin ซึ่งเชื่อมกันด้วยพันธะ amide ระหว่างตำแหน่ง 7-carboxy กับ L-β-phynylalanine โดยชนิดที่เป็น ochratoxin A (รูปที่ 11) จัดเป็นตัวที่มีความเป็นพิษสูงที่สุดของสารกลุ่มนี้



รูปที่ 9 โครงสร้างทางเคมีของสารชีวพิษ ochratoxin A

OTA ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1965 ที่ประเทศอัฟริกาใต้ ต่อมาจึงมีรายงานการ ค้นพบในประเทศต่างๆ อีกหลายแห่ง โดยในประเทศที่อยู่ภูมิอากาศเขตหนาว หรืออบอุ่น (temperate) พบว่า ochratoxins ส่วนใหญ่มักถูกสร้างจากเชื้อราตระกูล Penicillium เช่น *P. verrucosum, P. viridicatum,* และ *P. nordicum* ขณะที่บริเวณภูมิอากาศเขตร้อนชื้น หรือกึ่งร้อนชื้น มักพบว่าส่วนใหญ่ถูกสร้างจากเชื้อราพวก *Aspergillus ochraceus* (Bayman & Baker 2006) การปนเปื้อนของ ochratoxins อาจพบได้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ได้แก่ ข้าวบาร์เล่ย์ ข้าวสาลี ข้าวไรน์ ข้าวโพด ถั่วเปลือกแข็ง ถั่วลิสง เมล็ดกาแฟเขียว องุ่น ผลไม้ตากแห้ง น้ำผลไม้ไวน์ เครื่องเทศ รวมไปถึงผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และเนยแข็ง โดยการปนเปื้อนเหล่านี้มักแตกต่างกันในเชิงปริมาณได้มากสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด (Ringot, D., และคณะ, 2006) มีการคำนวณว่าเฉพาะในอาหารที่รับประทานในแต่ละวันในแบบชาวยุโรป ผู้บริโภคจะมีโอกาสได้รับ OTA เฉลี่ยประมาณวันละ 0.7-4.6 ng/kg ของน้ำหนักตัว และอาจมีชาวยุโรปจำนวนไม่น้อยที่มีโอกาสได้รับสัมผัส OTA เข้าสู่ร่างกายอย่างเป็นประจำ การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ OTA ในชีวตัวอย่างของประชากรหลายประเทศก็สนับสนุนข้อสังเกตเช่นนี้ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 การตรวจพบ ochratoxin A ในประชากรของประเทศต่างๆ

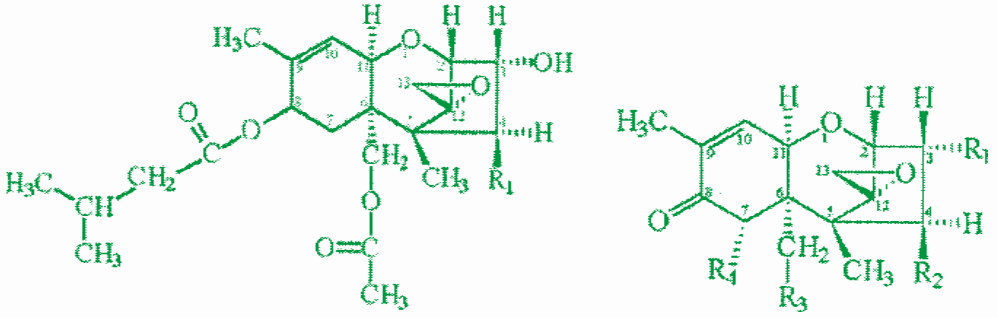
ชีววัตถุที่ตรวจ	ประเทศ	จำนวนตัวอย่างที่ให้ผลบวก	ปริมาณที่พบ (ng/ml)
ซีรั่ม	ยูโกสลาเวีย	42/639	1-57
	โปแลนด์	77/1605	Mean = 0.27
	เยอรมนี	173/306	0.1-14.4
	บัลแกเรีย	110/576	Mean = 18 ng/g
	ฝรั่งเศส	< 22%	0.1-6
พลาสม่า	เดนมาร์ก	46/96	0.1-9.2
	บัลแกเรีย	45/312	Mean = 14
น้ำนม	เยอรมนี	4/36	0.017-0.3
	อิตาลี	9/50	1.7-6.6
เลือด	แคนาดา	63/169	0.27-35.33

ที่มา : CAST, 2003

สาร OTA ถูกจัดให้เป็นสารก่อมะเร็งกลุ่ม 2B (possible carcinogen) ตามระบบของ IARC นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า OTA มีความเป็นพิษต่อไต มีพิษต่อตัวอ่อนที่อยู่ในครรภ์ และมีพิษกดระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายได้ เมื่อศึกษาในสัตว์ทดลอง โดยมีค่า LD50 เท่ากับ 20 และ 3.6 mg/kg ในลูกหนู rat และในลูกไก่ ตามลำดับ กลไกการก่อพิษที่สำคัญเกิดจาก OTA สามารถแย่งที่กับเอนไซม์ phynylalanine-tRNA ligase ส่งผลให้มีการยับยั้งการสร้างโปรตีนภายในเซลล์ นอกจากนี้ยังอาจก่อพิษผ่านกลไกอื่นๆ ได้อีกด้วยเช่นกัน พิษแบบเฉียบพลันที่พบได้บ่อยที่สุดคือการก่อพิษต่อไต มีการสันนิษฐานว่า OTA น่าจะเป็นสาเหตุของโรคเรื้อรังทางไตในมนุษย์ที่สำคัญบางชนิดได้แก่ โรค Balkan Endemic Nephropathy ที่พบในแถบคาบสมุทรบัลข่านของยุโรป, โรคChronic Interstitial Nephropathy ที่พบแถวอัฟริกาเหนือ และโรคมะเร็งในทางเดินปัสสาวะ (urothelial tumor) อีกข้อสันนิษฐานหนึ่งคือ ผู้ที่ได้รับ OTA ตั้งแต่อายุยังน้อยมักมีโอกาสพัฒนาไปเป็นโรคมะเร็งของอัณฑะได้ง่าย หลักฐานที่สนับสนุนคือ ชาวเดนมาร์กมีความชุกของการได้รับ OTA มากที่สุดเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ (ตารางที่ 6) และชาวเดนมาร์กก็มีความชุกของโรคมะเร็งอัณฑะมากที่สุดประเทศหนึ่ง โดยมีข้อสังเกตว่าคนเดนมาร์กนิยมบริโภคข้าวไรน์และเนื้อหมูมาก ซึ่งอาหารสองกลุ่มนี้มีโอกาสปนเปื้อน OTA ได้ง่ายเช่นกัน

ปัจจุบันหลายประเทศได้เริ่มออกกฎหมายเพื่อจำกัดปริมาณการปนเปื้อนของ ochratoxins ในอาหาร ตัวอย่างคือ กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป (EU) ได้กำหนดให้ต้องมีการปนเปื้อนของ OTA ในเมล็ดธัญพืชไม่เกิน 5 ppb สำหรับในอาหารสำเร็จรูปที่ผลิตจากธัญพืชต้องมีปริมาณ OTA ปนเปื้อนไม่เกิน 3 ppb และตั้งแต่ปี ค.ศ. 2005 สำหรับไวน์ น้ำองุ่น ต้องมีปริมาณ OTA ปนเปื้อนได้ไม่เกิน 2 ppb และสำหรับกาแฟชง และกาแฟสำเร็จรูปต้องไม่เกิน 5 และ 10 ppb ตามลำดับ ส่วนในสหรัฐอเมริกายังไม่ได้มีการออกกฎหมายที่ชัดเจนสำหรับสารพิษกลุ่มนี้

Trichothecenes เป็นชีวพิษจากเชื้อรากลุ่มที่มีความหลากหลายมากที่สุด อาจมากกว่า 150 ชนิด) โดยชนิดแรกที่ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1972 คือ deoxynivalenol (DON) โครงสร้างทางเคมีเป็นแบบที่ sesquiterpenoids และแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ trichothecenes แบบ A และ B (รูปที่ 12) ตัวอย่างของสาร trichothecenes ที่อยู่ในกลุ่ม A ได้แก่ T-2 toxin, HT-2 toxin, neosolaniol, monoacetyoxy scirpenol และ diacetoxyscirpenol ส่วนชนิดที่อยู่ในกลุ่ม B ที่ควรทราบ ได้แก่ DON, nivalenol, 3- และ 15-acetoxynivalenol เป็นต้น



รูปที่ 10 โครงสร้างทางเคมีของ trichothecenes แบบ **A** (ซ้าย) และ แบบ **B** (ขวา)

ในธรรมชาติชีวพิษกลุ่ม trichothecenes มักถูกสร้างจากเชื้อราตระกูล *Fusarium* เช่น *F. poae, F.sporotrichioides, F.moniliforme, F.culmorum* และ *F.graminearum* (Conkova และคณะ, 2005) แต่ก็อาจพบว่ามีเชื้อราอื่นอีกหลายชนิดที่สามารถสังเคราะห์ trichothecenes ได้ด้วย ตัวอย่างคือ เชื้อราที่อยู่ในวงศ์ *Trichoderma, Stachybortyrs, Verticimonosporium, Cephalosporium* และ *Myrothecium* เป็นต้น สำหรับความเป็นพิษแบบเฉียบพลันจาก

trichothecenes กลุ่ม A มักรุนแรงกว่ากลุ่ม B (ค่า LD50 น้อยกว่า, ตารางที่ 7) อย่างไรก็ตาม สำหรับพิษแบบเรื้อรังแล้วมักไม่ต่างกันในระหว่างทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่า LD50 ของ trichothecenes บางชนิด

Trichothecene	Group	LD50 (mg/kg)
Deoxynivalenol (DON)	B	70
Diacetoxyscirpenol	A	23
Neosolaniol	A	14.5
HT-2 toxin	A	9.0
T-2 toxin	A	5.2
Nivalenol	B	4.1

กลไกการก่อพิษจากสารกลุ่มนี้ คือ พิษยับยั้งการทำงานของ DNA และ RNA ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนที่ระดับ ribosome อวัยวะเป้าหมายการก่อพิษที่สำคัญของ trichothecenes ได้แก่ ระบบทางเดินอาหาร ผิวหนัง ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบเลือด และสารพันธุกรรม โดยอาการที่เกิดจากพิษแบบเฉียบพลันคือ ท้องเดิน ชีพจรเร็ว ผิวหนังอักเสบหรือเป็นแผล หากเป็นพิษมากขึ้น อาจพบภาวะเม็ดเลือดขาวต่ำ ขาดเกล็ดเลือด ตกเลือด ทำลายระบบประสาทและสมอง สำหรับ DON มีพิษเด่นที่การทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่าย และในขนาดเฉียบพลันอาจทำให้เกิดการอาเจียนอย่างรุนแรง จึงถูกเรียกอีกชื่อว่า vomitoxin ซึ่งพิษกระตุ้นการอาเจียนนี้เกิดขึ้นผ่านการรบกวนระบบประสาท serotonin ในสมอง หรือบริเวณระบบประสาทส่วนปลาย

สำหรับในมนุษย์ มีข้อสันนิษฐานว่าโรคระบาดร้ายแรงที่ชื่อ Alimentary Toxic Aleukia (ATA) ซึ่งเกิดขึ้นในประเทศรัสเซียระหว่างสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง (ค.ศ. 1944) ทำให้มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากอาจเกิดจากการได้รับ trichothecenes โดยผู้ป่วยโรค ATA มีอาการเริ่มจากอาเจียน ท้องเดิน ปวดท้องอย่างรุนแรง ระยะถัดมาจึงเริ่มมีอาการทางระบบเลือด มีการตกเลือดในอวัยวะ

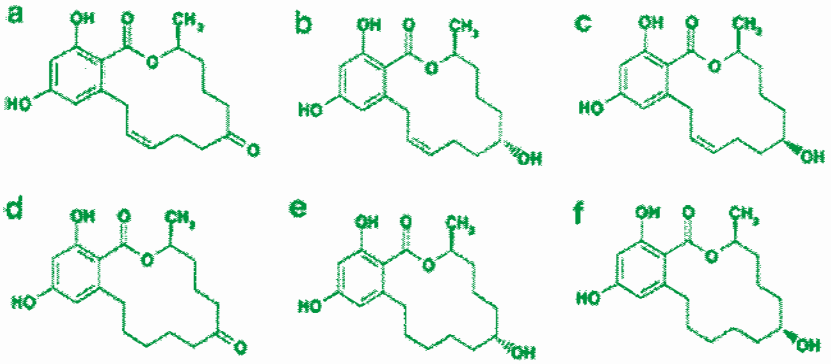
ต่างๆ ไขกระดูกถูกกด ขาดเม็ดเลือดขาว ติดเชื้อง่าย และมีอัตราตายสูงกว่า 80% สาเหตุของโรคเกิดจากการบริโภคเมล็ดธัญพืชที่ถูกเก็บไว้ค้างปีข้ามฤดูหนาว (overwintered) มีผู้ทดลองให้สาร T-2 toxin กับสัตว์ทดลองและพบว่ามีหลายอาการที่เกิดขึ้นคล้ายกับโรค ATA มาก อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่มีข้อมูลการตรวจวัด trichothecenes ในอดีตขณะที่มีการระบาดของโรค ATA จึงไม่อาจสรุปได้ชัดเจนว่าสารกลุ่มนี้เป็นสาเหตุจริงหรือไม่

สารพิษกลุ่ม trichothecenes เช่น T-2 toxin สามารถพบปนเปื้อนอยู่ในอาหารได้หลายชนิด (Jaradat 2005) (ตารางที่ 8) ประกอบกับสารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติทางเคมีที่ค่อนข้างคงตัวสูง จึงสามารถตกค้างอยู่ได้นานในผลิตภัณฑ์อาหารทั้งขณะเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษา กระบวนการปรุงอาหารที่ใช้ความร้อนก็ไม่อาจสลายสารกลุ่มนี้ได้

ตารางที่ 8 ผลการตรวจพบ T-2 toxin ในผลิตภัณฑ์อาหารของบางประเทศ (ดัดแปลงจาก Jaradat 2005)

ชนิดอาหาร	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	อุบัติการณ์	ประเทศ (ปี ค.ศ.)
ข้าวสาลี	2.0-4.0	3/12	อินเดีย (1990)
ข้าวบาร์เล่ย์	0.02-2.4	12/24	โปแลนด์ (1999)
ข้าวโพด	0.2-0.64	5%	แคนาดา (1994)
ข้าวโอ๊ต	0.01-0.05	-	ฟินแลนด์ (1990)
ถั่วลิสง	0.63-38.9	6/87	อินเดีย (1990)
ข้าวฟ่าง	1.7-15	4/84	อินเดีย (1990)

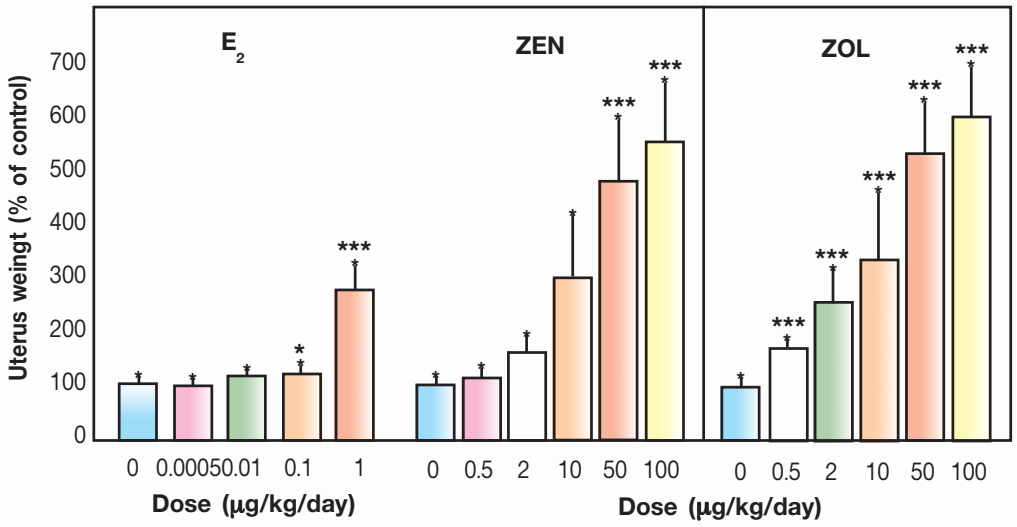
Zearalenone (ZEN) หรือ ในชื่อเดิม F-2 toxin เป็นชีวพิษจากเชื้อราที่มีโครงสร้างทางเคมีแบบ phenolic resorcyclic acid lactone และในธรรมชาติพบการสังเคราะห์ได้จากเชื้อราตระกูล *Fusarium* หลายชนิด เช่น *F. culmorum, F. graminearum* and *F. crookwellense* โดยอาจพบอยู่ในรูป ZEN หรือในรูปอนุพันธ์ชนิดต่างๆ (รูปที่ 13) หากเปรียบเทียบกับชีวพิษชนิดอื่น ZEN จัดว่ามีความเป็นพิษแบบเฉียบพลันที่ต่ำกว่า โดยมีค่า LD50 ในหนูถีบจักรอยู่ในช่วง 2-10 g/kg



รูปที่ 11 โครงสร้างทางเคมีของสาร zearalenone (a) และอนุพันธ์ชนิดต่างๆ คือ α-zearalenol (b), β-zearalenol (c), zearalanone (d), α-zearalanol (e) และ β-zearalanol (f)

ที่มา : Zinedine *และคณะ* 2006.

มีข้อสังเกตว่า การศึกษาความเป็นพิษของ ZEN และอนุพันธ์ส่วนใหญ่ มุ่งให้ความสนใจโดยเฉพาะพิษต่อระบบสืบพันธุ์ เนื่องจากสารกลุ่ม ZEN สามารถออกฤทธิ์รบกวนการทำงานของฮอร์โมนเพศ โดยเข้าจับกับตัวรับเอสโตรเจนและออกฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของตัวรับชนิดนี้ เมื่อทดลองให้สัตว์ได้รับ ZEN เปรียบเทียบกับสารในกลุ่มเอสโตรเจน เช่น 17β–estradiol พบว่ามันสามารถกระตุ้นให้ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับการได้รับฮอร์โมนเอสโตรเจน เช่น กระตุ้นให้ขนาดของมดลูกเติบโตเพิ่มมากขึ้นถึง 4-5 เท่า (รูปที่ 14) ผลเสียของการออกฤทธิ์เช่นนี้ที่พบได้ในสัตว์หลายชนิด คือ ทำให้สัตว์เป็นหมัน ลดขนาดของจำนวนสัตว์แรกเกิดต่อครอก ทำให้ตัวอ่อนตายในท้อง (embryolethal) นอกจากนี้ยังอาจพบพิษต่อระบบอื่นได้บ้าง เช่น พิษต่อระบบเลือด ระบบภูมิคุ้มกัน และพิษต่อสารพันธุกรรม โดยทำให้เกิดการแตกหักของ DNA หรือพบ micronuclei เพิ่มขึ้นภายหลังการได้รับสารกลุ่มนี้ เป็นต้น



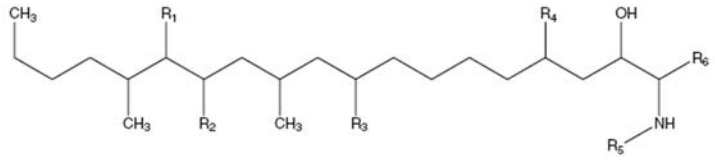
กราฟที่ 3 เปรียบเทียบน้ำหนักของมดลูกในหนูถีบจักรที่ตัดรังไข่ออกแล้ว เมื่อให้สาร 17β–estradiol (E2), zearalenone (ZEN) และสารอนุพันธ์ Zeranol (ZOL) ในขนาดต่างๆ ติดต่อกันนาน 3 วัน ผลการทดลองเป็นค่าเฉลี่ย ± S.D. (n = 10-11) และวิเคราะห์ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญจากกลุ่มควบคุม โดย $^{*}P < 0.05$, $^{***}P < 0.001$ (ที่มา : Takemura *และคณะ* 2006).

การปนเปื้อนของ ZEN ในธรรมชาติอาจพบได้ในพืชกลุ่มที่เป็นธัญพืชหลัก ได้แก่ ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวโพด และถั่วเหลือง สามารถตรวจพบการปนเปื้อนของสารชีวพิษชนิดนี้ได้อย่างกว้างขวางเกือบทุกทวีป (ตารางที่ 9) เนื่องจากการค้าและการขนส่งที่มีประสิทธิภาพสูงในยุคนี้ประกอบกับการที่ ZEN มีความคงตัวค่อนข้างดี โดยอาจพบมันตกค้างเหลืออยู่มากกว่า 60% ในขนมปังที่ผลิตจากข้าวสาลีที่มีการปนเปื้อนของสารชนิดนี้ หรืออาจพบตกค้างมากกว่า 50% ในเส้นบะหมี่ที่เตรียมจากข้าวสาลีที่ปนเปื้อน เป็นต้น

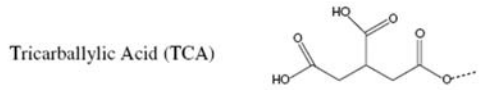
ตารางที่ 9 ผลสำรวจการปนเปื้อนของ zearalenone ผลิตภัณฑ์อาหารของบางประเทศ

ชนิดอาหาร	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	ประเทศ (ปี ค.ศ.)
ข้าวสาลี	0.005-1.4	จีน (2002)
ข้าวสาลี	0.053-0.51	ญี่ปุ่น (1997)
ข้าวบาร์เลย์	0.014-0.171	เกาหลี (2002)
ข้าวโพด	0.01-0.04	อินเดีย (1994)
ข้าวโพด	0.923	ไทย (1995)
ข้าวโพด	2.7-10.5	นิวซีแลนด์ (1996)
ข้าวโพด	0.005-0.647	แคนาดา (1997)

Fumonisins เป็นชีวพิษจากเชื้อราอีกชนิดหนึ่งที่ถูกค้นพบเป็นครั้งแรก เมื่อปี ค.ศ. 1988 ต่อมาจึงพบว่ามีสารในกลุ่มเดียวกันได้หลายชนิดย่อย (รูปที่ 15) แต่ชนิดที่ได้รับความสนใจศึกษามากที่สุดคือ fumonisin B1 (FB1) โดยสารนี้ถูก IARC จัดให้เป็นสารก่อมะเร็งกลุ่ม 2B สารกลุ่มนี้เป็นแมทาบอไลท์ที่ได้จากกรดอะมิโน alanine ควบแน่นกับ acetate โดยพบได้ในเชื้อราตระกูล Fusarium หลายชนิด เช่น *F. moniliforme, F. proliferatum, F. nygamai, F. anthophilum, F. dlamini* และ *F. napiforme* ในธรรมชาติอาจพบการปนเปื้อนของสารกลุ่มนี้ร่วมกับสารชีวพิษชนิดอื่น เช่น aflatoxins, deoxynivalenol และ zearalenone ได้บ้างเช่นกัน



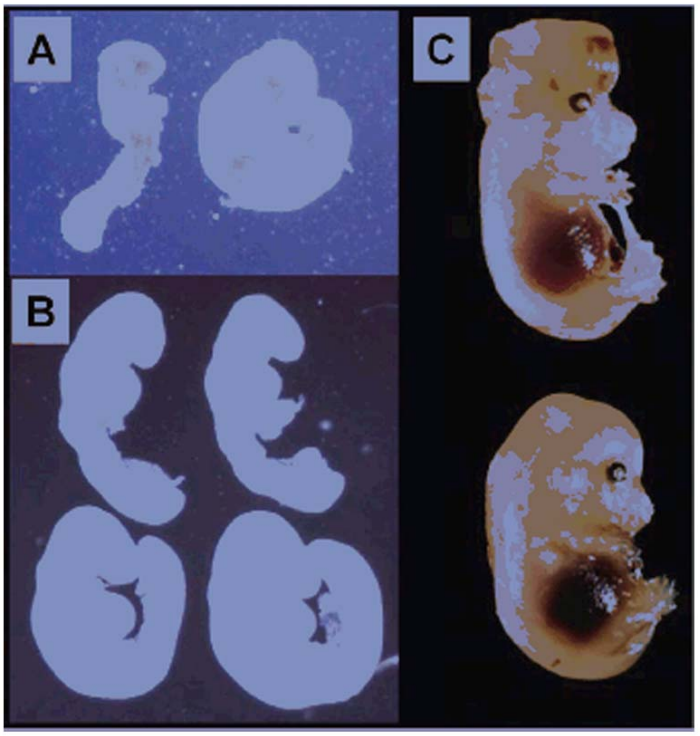
	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
FB_1	TCA	TCA	OH	OH	H	CH_3
FB_2	TCA	TCA	H	OH	H	CH_3
FB_3	TCA	TCA	OH	H	H	CH_3
FB_4	TCA	TCA	H	H	H	CH_3
FC_1	TCA	TCA	OH	OH	H	H
FC_2	TCA	TCA	H	OH	H	H
FC_3	TCA	TCA	OH	H	H	H
FC_4	TCA	TCA	H	H	H	H
AP_1	OH	OH	OH	OH	H	CH_3



รูปที่ 12 โครงสร้างทางเคมีของสารกลุ่ม fumonisins ชนิดที่พบบ่อยในอาหาร คำย่อ FB: fumonisins B; FC: fumonisins C; AP: aminopentol

ที่มา : Soriano & Dragacci 2004

การก่อพิษที่สำคัญของ fumonisins เกิดจากฤทธิ์รบกวนเมตะบอลิสม์สารไขมันในร่างกายกลุ่ม sphingolipid และฤทธิ์รบกวนกระบวนการเคลื่อนย้ายสาร folate ซึ่งทำให้เกิดพิษในสัตว์หลายชนิด (D'Mello *และคณะ*, 1999) ได้แก่ โรค leukoencephalomalacia ของม้า โรค pulmonary edema และ hydrothorax ในสุกร พิษกดระบบภูมิคุ้มกันในสัตว์ปีก พิษทำให้ตกเลือดในสมองของกระต่าย พิษก่อมะเร็งตับและมะเร็งไตของหนู และพิษก่อความพิการแบบ neural tube defect ในตัวอ่อนของหนู (รูปที่ 16) สำหรับในมนุษย์มีผู้สันนิษฐานว่า FB1 อาจเป็นสาเหตุของโรคมะเร็งหลอดอาหารที่ระบาดในหลายประเทศ เช่น อัฟริกาใต้ จีน และอิตาลี เนื่องจากมักพบว่าประชากรที่มีความชุกของโรคมะเร็งนี้มีการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อน FB1 สูงอย่างสอดคล้องกัน



รูปที่ 13 ความเป็นพิษของ fumonisins B1 (FB1) ต่อตัวอ่อนของหนูถีบจักร

ที่มา : Marasas *และคณะ*, 2004.

ภาพ A เป็นตัวอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงนาน 24 ชม. ด้านขวาเป็นตัวอ่อนที่ไม่ได้รับสารพิษ ด้านซ้ายได้รับ FB1 50 μmol/L;

ภาพ B เป็นตัวอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงนาน 24 ชม. ด้านบนเป็นตัวอ่อนที่ได้รับสารพิษ 50 μmol/L ด้านล่างได้รับ FB1 50 μmol/L + กรดโฟลินิค 1 μmol/L.

ภาพ C ด้านบนเป็นตัวอ่อนที่คลอดจากแม่ที่ได้รับ FB1 ขนาด 20 mg/kg ระหว่างตั้งท้อง ส่วนด้านล่างเป็น ตัวอ่อนที่คลอดจากแม่ปกติ

อาหารที่มักพบการปนเปื้อนของ fumonisins ที่สำคัญคือ ข้าวโพด และผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด เช่น corn flake, corn chips, corn tortillas โดยในประเทศที่มีอุณหภูมิสูงกว่ามักพบการปนเปื้อนมากกว่า เนื่องจากเชื้อราจะสร้างสาร fumonisins ได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 20-30 °ซ จึงสามารถตรวจพบการปนเปื้อนของชีวพิษกลุ่มนี้ได้ในหลายประเทศทั่วโลก (ตารางที่ 10) แต่ในธัญพืชชนิดอื่นมักมีโอกาสพบการปนเปื้อนได้น้อยกว่า มีข้อสังเกตว่า fumonisins ต่างจากชีวพิษ

จากเชื้อราชนิดอื่นๆ ตรงที่เป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ดี ขณะที่ชีวพิษจากเชื้อราชนิดอื่นๆ มักละลายในตัวทำละลายอินทรีย์มากกว่า การศึกษาอันตรายของสารชีวพิษชนิดนี้จึงต้องใช้วิธีวิเคราะห์การปนเปื้อนที่ค่อนข้างต่างจากสารชีวพิษจากเชื้อราชนิดอื่นๆ

ตารางที่ 10 ผลสำรวจการปนเปื้อนของ fumonisin B1 (FB1) ในข้าวโพดและผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตจากข้าวโพดแบบต่างๆ (ดัดแปลงจาก Soriano & Dragacci, 2004)

ชนิดอาหาร	อุบัติการณ์ที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	ประเทศ (ปี ค.ศ.)
ข้าวโพด	15/15	0.011-1.655	กานา (2000)
ข้าวโพดคั่ว	4/9	<1.172	บราซิล (2000)
ข้าวโพดแช่แข็ง	27/27	<0.004-0.350	สหรัฐอเมริกา (1995)
Tortilla chips	2/8	0.059-0.216	แคนาดา (1966)
ข้าวโพดเหลือง	16/17	0.04-15.05	เวเนซูเอลา (2000)
ข้าวโพด	16/28	0.063-18.8	ไต้หวัน (1996)
Cornflake	11/15	0.018-0.143	เกาหลี (2002)
ข้าวโพด	2/10	≤ 0.477	ออสเตรเลีย (2001)
Corn snacks	2/15	0.35-0.37	ตุรกี (2001)

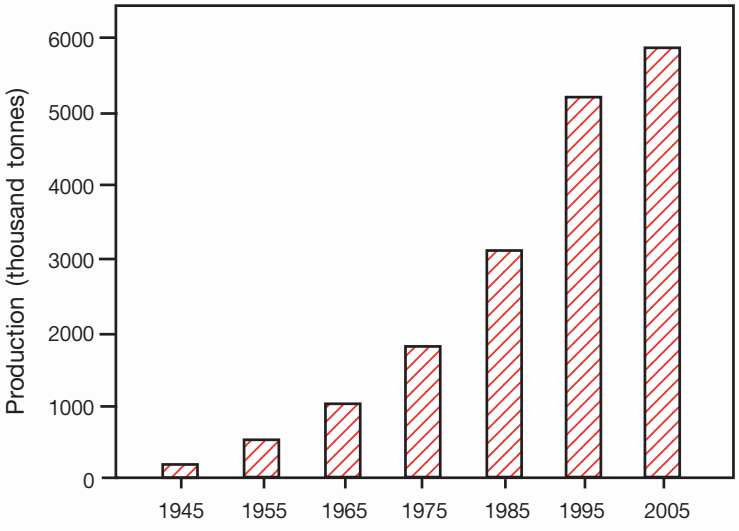
ข้อสรุปเชื้อราปนเปื้อน ในปัจจุบันอันตรายและความเสี่ยงจากการได้รับพิษจากสารชีวพิษที่สร้างจากเชื้อรา ยังคงเป็นปัญหาที่คุกคามประชาชนส่วนใหญ่ในหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนา หรือมีฐานะทางเศรษฐกิจที่ยากจน ทำให้ไม่สามารถมีระบบการผลิตที่ดี หรือขาดมาตรการควบคุมคุณภาพของอาหารที่นำเข้า ได้อย่างเข้มงวด (Bennett & Klich 2003) แม้การศึกษาในสัตว์ทดลอง จะได้พิสูจน์ข้อสันนิษฐานความเป็นพิษทั้งแบบเฉียบพลัน และเรื้อรัง ของสารชีวพิษจากเชื้อราเหล่านี้ได้ แต่การนำผลทดลองเหล่านั้นมาคาดการณ์ ต่อผลในมนุษย์ก็ยังไม่สามารถสรุปได้ทั้งหมด เนื่องจากความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ รวมทั้งปริมาณการได้รับสัมผัส ซึ่งมีความไม่แน่นอนอยู่มากในประชากรแต่ละคน รวมทั้งผลจากแบบแผนวิถีการดำรงชีวิตหรือการรับประทานสารอาหารชนิดอื่นร่วมด้วย ปัจจุบันมีเพียง aflatoxins ที่ได้รับการกำหนดมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยในระดับสากล (Anklam *และคณะ* 2002)

ครอบคลุมทุกทวีป ขณะที่มาตรฐานความปลอดภัยของสารชีวพิษชนิดอื่นๆ ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางเทียบเท่ากับกรณีของ aflatoxins

ด้วยเหตุนี้ จึงต้องสนับสนุนให้มีการติดตามศึกษา วิจัย ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสารชีวพิษจากเชื้อราเหล่านี้กับอันตรายต่อมนุษย์ในแบบต่างๆ ต่อไปให้มากขึ้น เพื่อให้แต่ละประเทศสามารถมีข้อมูลสารสนเทศมากพอที่จะใช้ปรับปรุงการออกกฎหมาย หรือข้อบังคับในระดับนานาชาติที่เหมาะสม และสามารถป้องกันอันตรายจากสารเหล่านี้ได้มากที่สุด

อันตรายและความเสี่ยงของอาหารที่มีการปนเปื้อนจากสารกำจัดศัตรูพืช

สารกำจัดศัตรูพืชถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในยุคปัจจุบัน เนื่องจากความต้องการการบริโภคอาหารที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตามอัตราการเพิ่มของประชากรโลก การนำสารเคมีเหล่านี้มาใช้ในเกษตรกรรมยุคใหม่ โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมการเกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตต่อพื้นที่ให้สูงที่สุด (Bostanian, N.J., 2005) เฉพาะในช่วงครึ่งศตวรรษที่ผ่านมาได้มีการเพิ่มปริมาณการผลิตของสารกลุ่มนี้อย่างต่อเนื่อง จากที่เดิมผลิตใช้เพียงปีละ 1 ล้านตันในปี ค.ศ.1955 มาเป็นประมาณปีละกว่า 6 ล้านตันในปี ค.ศ. 2005 (รูปที่ 17)

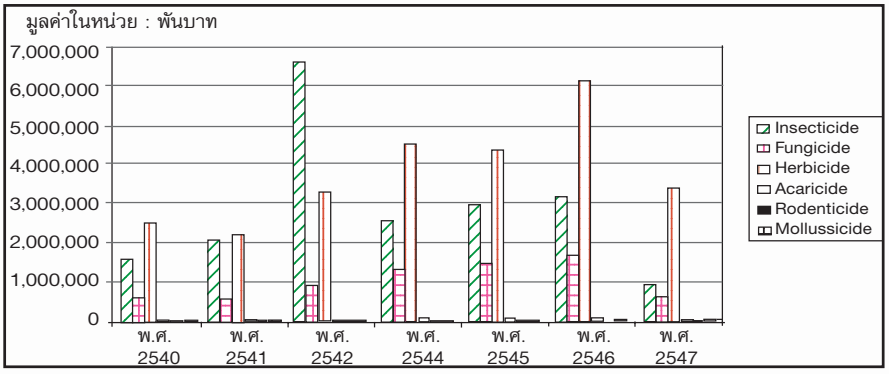


กราฟที่ 4 สถิติการผลิตสารกำจัดศัตรูพืชทั่วโลกระหว่างปี ค.ศ. 1945-2005

ที่มา : Carvalho 2006.

ขณะเดียวกันผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ ที่เกิดจากการใช้สารเคมีอันตรายเหล่านี้ก็ได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่งานเขียนที่มีชื่อเสียงของ Rachel Carson เรื่อง *The Silent Spring* ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในปี ค.ศ. 1962 ผลของการศึกษาวิจัยต่อๆ มาได้ทำให้ปัจจุบันสารกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษสูง และสามารถตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้นาน เช่น กลุ่ม organochlorine insecticides ถูกห้ามใช้อย่างถาวรในเกือบทุกประเทศทั่วโลก และปัจจุบันมีสารกำจัดศัตรูพืชชนิดใหม่หลายชนิดที่มีความปลอดภัยต่อมนุษย์และมีพิษตกค้างสิ่งแวดล้อมได้น้อยออกมาใช้ทดแทนมากขึ้น ขณะเดียวกัน ก็มีทางเลือกเพื่อการเพิ่มผลผลิตทางเกษตรแบบอื่นๆ ที่ไม่ต้องอาศัยสารเคมีเหล่านี้ เช่น แนวทางเกษตรกรรมอินทรีย์ แนวทางเกษตรกรรมปลอดสารพิษ และการใช้เทคโนโลยีชีวภาพผลิตพืชหรือสัตว์ที่มีพันธุกรรมดัดแปลงให้มีความทนต่อศัตรูทางธรรมชาติเพิ่มขึ้น หรือที่นิยมเรียกว่า genetically modified organism (GMO)

อย่างไรก็ตาม สำหรับเกษตรกรส่วนใหญ่ โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนา เช่น ประเทศไทยของเรา ความต้องการใช้สารกำจัดศัตรูพืชยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ดังสถิติของกรมวิชาการเกษตรในช่วง ปี พ.ศ. 2540-2547 (รูปที่ 18) แสดงให้เห็นว่า ยังคงมีการนำเข้าของสารอันตรายในกลุ่มนี้ในปริมาณที่สูง ซึ่งมีมูลค่าการนำเข้าไม่น้อยกว่า 5,000-10,000 ล้านบาทต่อปี โดยกลุ่มสารที่มีการนำเข้ามากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ สารกำจัดแมลง (insecticide) สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (fungicide) สารกำจัดวัชพืช (herbicide) ส่วนกลุ่มที่ใช้รองลงมา ได้แก่ สารกำจัดไร (acaricide) สารกำจัดหนู (rodenticide) และสารกำจัดหอยและหอยทาก (mollussicide) และมีมีแนวโน้มว่า ตั้งแต่หลังปี พ.ศ. 2544 เป็นต้นมา สารกำจัดวัชพืช (herbicides) เป็นสารกลุ่มที่มีการนำเข้าในปริมาณที่มากที่สุด



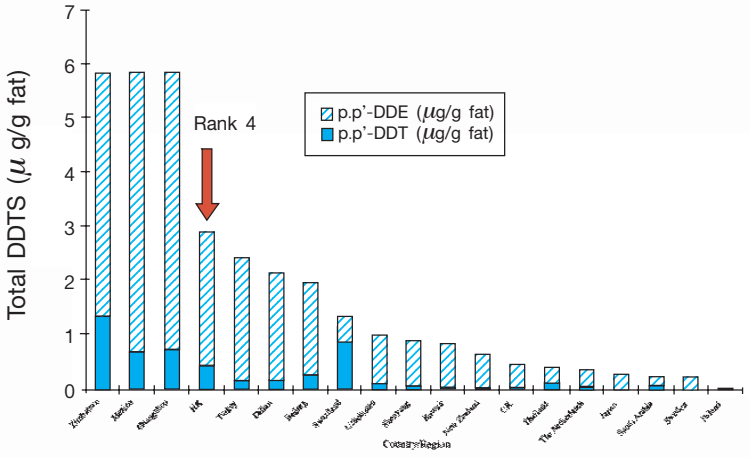
กราฟที่ 5 สถิติการนำเข้าวัตถุอันตรายกลุ่มสารกำจัดศัตรูพืชที่มีมูลค่าการนำเข้าสูง ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2547 (ที่มา : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

อันตรายและความเสี่ยงที่เกิดจากการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชในอาหารสำหรับผู้บริโภค โดยทั่วไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เริ่มจากชนิดของสารกำจัดศัตรูพืช ปริมาณและความถี่ของการได้รับ วิถีที่สารพิษเข้าสู่ร่างกาย และปัจจัยสภาพร่างกายของแต่ละบุคคลจากสถิติของกระทรวงสาธารณสุข ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2547 พบว่าอัตราป่วยจากสารอันตรายกลุ่มสารกำจัดศัตรูพืช มีอัตราประมาณ 7 ต่อประชากรแสนคน อุบัติการณ์มักมีแนวโน้มสูงในช่วงฤดูเพาะปลูกหรือช่วงหน้าฝน (ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม) ของทุกปี เฉพาะในปีพ.ศ. 2548 มีผู้ป่วยจากสารกำจัดศัตรูพืชทั้งประเทศ 1,321 ราย โดยพบมากที่สุดในเขตภาคเหนือ (46%) รองลงมาคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (35%) ภาคกลาง (16%) และภาคใต้ (2%) มีรายงานการเกิดพิษน้อยที่สุด

สำหรับรายละเอียดโดยสังเขปของการเกิดพิษของสารในกลุ่มนี้ ได้แก่

กลุ่มสารกำจัดแมลง

สารกลุ่มนี้ที่มีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมได้มาก คือ กลุ่ม organochlorine เนื่องจากมีความคงตัวสูง สามารถตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน สารกลุ่มนี้ถูกจัดเป็นพวก persistent organic pollutants (POP) แม้จะถูกห้ามใช้ในบางประเทศตั้งแต่ทศวรรษ 1980 เป็นต้นมา แต่การสำรวจปริมาณ organochlorine (เช่น DDT, DDE) ในน้ำนมของสตรีของหลายประเทศระหว่าง ปี ค.ศ.1997-2002 ก็ยังสามารถตรวจพบได้ในหลายประเทศ (Chao, H,R, และคณะ, 2006) (รูปที่ 19) กลุ่มที่มีฤทธิ์ตกค้างรองลงมาได้แก่ กลุ่ม oraganophosphate และ carbamate และที่มีโอกาสก่อพิษน้อย เนื่องจากสลายตัวได้ง่ายที่สุดคือ กลุ่ม pyrethroid



กราฟที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณ organochlorine ที่ตรวจพบในน้ำนมมนุษย์ ระหว่างปี ค.ศ. 1997-2002
ที่มา : Wong และคณะ, 2005

พิษเฉียบพลันของสารกำจัดแมลง ที่สำคัญคือ พิษต่อระบบประสาท เนื่องจากฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ acetylcholinesterase ทำให้เกิดการสะสมของสารสื่อ ประสาท acetylcholine ในร่างกายมากเกิน นำไปสู่การกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติ ผู้ป่วยมักมาด้วยอาการผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร ปวดท้อง ท้องเดิน กล้ามเนื้อกระตุก และในรายที่ได้รับสารมากอาจจะเสียชีวิตเนื่องจากระบบหายใจขัดข้อง ระบบหลอดเลือดและหัวใจล้มเหลว สำหรับผู้ที่ได้รับสารในขนาดน้อย แต่ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน พิษเรื้อรังจากสารกำจัดแมลงอาจทำให้เกิดโรคทางระบบประสาทอื่นๆ และโรคมะเร็ง เนื่องจากสารกำจัดแมลงหลายชนิดถูก IARC จัดเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น DDT (Group 2B), aldrin (Group 3), methyl parathion (Group 3)

กลุ่มสารกำจัดวัชพืช

สารกลุ่มนี้มีอันตรายแบบเฉียบพลันต่อมนุษย์ได้มากกว่ากลุ่มสารกำจัดศัตรูพืช แบบอื่นๆ ประกอบกับสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง ทั้งทางผิวหนัง การสูดดม และการรับประทาน พบว่า ผู้ป่วยที่เกิดพิษจากสารกลุ่มนี้ (เช่น paraquat, glyphosate) โดยเฉพาะพิษจาก paraquat มีอวัยวะเป้าหมายที่สำคัญ คือ การทำลายปอด ซึ่งหากเกิดขึ้นแล้วจะรักษาได้ยาก ประกอบกับไม่มียาต้านพิษเฉพาะที่มีประสิทธิผลในการรักษา จากสถิติการเกิดพิษที่รวบรวม โดยศูนย์พิษวิทยา รามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ผู้ป่วยไทยที่ได้รับพิษจาก paraquat มีอัตราการตายสูง (> 60%) และมากกว่าการเกิดพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่นๆ (2-40%)

กลุ่มสารกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่นๆ

เช่น สารกำจัดหนู สารกำจัดเชื้อรา สารกำจัดไร เป็นต้น อันตรายของการเกิดพิษจากสารเหล่านี้ โดยทั่วไปถือว่าน้อยกว่าสองกลุ่มแรกที่กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับมีปริมาณการใช้ที่น้อยกว่ามาก จึงมีผลกระทบทางสุขภาพต่อผู้บริโภคไม่มาก ตัวอย่างเช่น warfarin ซึ่งเป็นสารกำจัดหนู มีพิษต้านการแข็งตัวของเลือด หากได้รับเข้าสู่ร่างกายอาจรบกวนการแข็งตัวของเลือด ทำให้มีเลือดออกตามทางเดินอาหาร หรือตามผิวหนัง เม็ดเลือดขาวต่ำ ลมพิษ เป็นต้น

สำหรับชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชที่ผู้บริโภคมีโอกาสได้รับ จากสารตกค้างในอาหารที่ได้รับในแต่ละวัน ข้อมูลที่น่าสนใจ คือ จากรายงานการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา แห่งสหรัฐอเมริกา (US-FDA Pesticide Program) ในระหว่างปี ค.ศ. 1999-2003 พบว่ากลุ่มสารกำจัดศัตรูพืชที่พบตกค้างได้บ่อยที่สุดใน 5 ลำดับแรก ได้แก่ DDT, chlorpyrifos-methyl, endosulfan, dieldrin และ malathion (ตาราง 11) โดยรายงานนี้อาศัยการสุ่มตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารทั้งที่ผลิตในประเทศ และที่นำเข้าประมาณปีละมากกว่า 1,000 รายการ ซึ่งแหล่งที่มาสำคัญของการได้รับสารตกค้างจากสารกำจัดแมลง คืออาหารกลุ่มผักและผลไม้ รองลงมาคือ จากกลุ่มธัญพืช (grain products) ปลา หอย และผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำอื่นๆ

ตารางที่ 11 ปริมาณตกค้างของสารกำจัดแมลงที่พบบ่อยที่สุด 5 ลำดับแรกในผลิตภัณฑ์อาหารทั้งหมด (total diet study food) ที่ชาวอเมริกันได้รับ ระหว่างปี ค.ศ.1999-2003

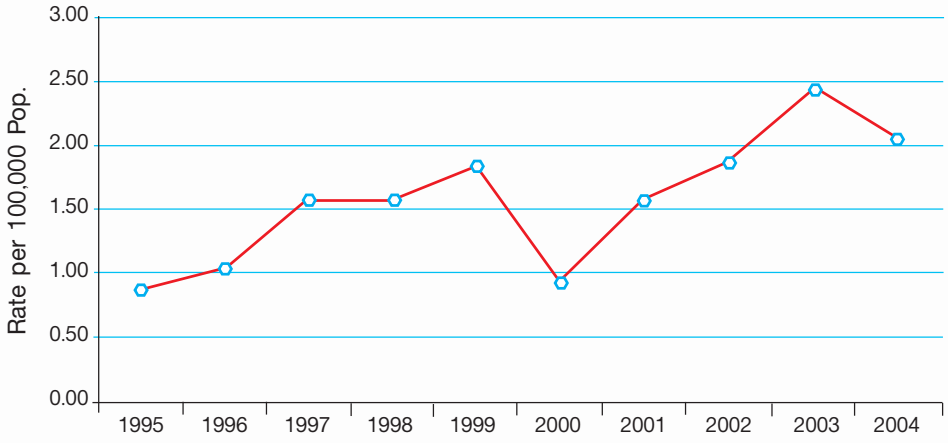
ปีที่สำรวจ	ชนิดสารกำจัดศัตรูพืช	ความถี่ของการพบ (%)	ปริมาณที่พบ (ppm)
2003	DDT	12	0.0001-0.171
	Malathion	7	0.0006-0.121
	Endosulfan	7	0.0001-0.116
	Dieldrin	6	0.0001-0.0141
	Chlorpyrifos-methyl	6	0.0005-0.092
2002	DDT	21	0.0001-0.025
	Chlorpyrifos-methyl	17	0.0002-0.059
	Malathion	15	0.0007-0.071
	Endosulfan	14	0.0001-0.166
	Dieldrin	11	0.0001-0.010
2001	DDT	23	0.0001-0.031
	Chlorpyrifos-methyl	20	0.0001-0.537
	Endosulfan	18	0.0001-0.266
	Malathion	16	0.0007-0.080
	Dieldrin	15	0.0001-0.020
2000	DDT	21	0.0001-0.062
	Malathion	18	0.0003-0.078
	Chlorpyrifos-methyl	18	0.0002-0.086
	Endosulfan	15	0.0001-0.060
	Dieldrin	11	0.0001-0.014
1999	DDT	22	Not reported
	Chlorpyrifos-methyl	18	Not reported
	Malathion	17	Not reported
	Endosulfan	15	Not reported
	Dieldrin	14	Not reported

(ที่มา : US-FDA Presticide Program Reside Monitoring)

ข้อสรุป อันตรายและความเสี่ยงจากการได้รับสารตกค้างกลุ่มสารกำจัดศัตรูพืชในอาหาร ยังคงดำรงอยู่ในเกือบทุกประเทศทั่วโลก เนื่องจากการใช้สารอันตรายกลุ่มนี้ในทางเกษตรกรรมอย่างไม่ถูกวิธีการ หรือเป็นผลจากการใช้ที่สะสมมาอย่างยาวนานในอดีต เช่น การที่สามารถตรวจพบ DDT ได้ในทุกประเทศ แม้สารชนิดนี้จะถูกห้ามใช้มาเป็นเวลานานหลายปีแล้วก็ตาม อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มที่ดีว่าความต้องการบริโภคอาหารที่ปลอดภัย ทั้งต่อตนเองและสิ่งแวดล้อมของสังคมส่วนใหญ่ ได้มีส่วนเปลี่ยนรูปแบบการใช้สารกำจัดศัตรูพืช จากเดิมที่ใช้สารที่มีอันตรายมาก ตกค้างได้นาน เปลี่ยนเป็นสารที่มีอันตรายน้อยกว่า และตกค้างในธรรมชาติได้ไม่นาน ซึ่งรวมถึงการใช้วิธีการทางชีววิทยา หรือการลดและหลีกเลี่ยงไม่ใช้สารอันตรายเหล่านี้ มากขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต

อาหารเป็นพิษจากเห็ด (Mushroom poisoning)

การได้รับพิษจากการบริโภคเห็ด ยังคงเป็นปัญหาต่อความปลอดภัยในการบริโภคอาหารในคนไทยมาอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากความนิยมรับประทานเห็ดโดยเฉพาะการเก็บเห็ดป่ามารับประทานในภูมิภาคต่างๆ ของไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ข้อมูลทางระบาดวิทยารายงานโดยกระทรวงสาธารณสุข ชี้ให้เห็นชัดเจนถึงแนวโน้มอัตราป่วยจากการรับประทานเห็ดพิษที่ยังคงเพิ่มขึ้น ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา (รูปที่ 20) จำนวนผู้ป่วยสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับฤดูฝน (พฤษภาคม-สิงหาคม) ซึ่งเป็นฤดูที่เห็ดป่าเจริญได้ดี



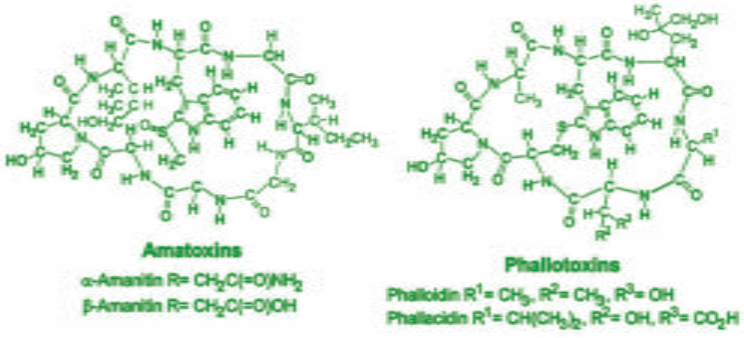
กราฟที่ 7 รายงานอัตราผู้ป่วยจากเห็ดพิษในประเทศไทยต่อจำนวนประชากร 100,000 คน ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2547 (ค.ศ. 1995-2004)

ที่มา : สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค 2547, สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข

สารพิษในเห็ดพิษมีหลายชนิด เช่น สารพิษ Amatoxin ซึ่งเป็นสารพิษที่ทำให้เกิดความเป็นพิษได้บ่อยที่พบรองลงไป เช่น gyromitrin (monomethylhydrazine), coprine, muscarine และอื่นๆ

สารพิษ Amatoxin เป็นสารพิษที่พบในเห็ดที่อยู่ในตระกูล *Amanitaceae* (genus Amanita), *Agaricaceae* (genus *Lepiota*) และ *Cortinariaceae* (genus *Galerina*) ตัวอย่างเห็ดสายพันธุ์ *Amanita* ที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตในประเทศไทย เช่น *Amanita phalloides* หรือเห็ดระโงกหิน ซึ่งจัดว่ามีปริมาณสารพิษต่อน้ำหนักสูงที่สุดในบรรดาสายพันธุ์เดียวกัน นอกจากนี้ยังมีสายพันธุ์อื่นๆ เช่น *A. verna, A. virosa, A. ocreata, A. bisporigera, A. subalbiacea, A. tenuifolia* และ *A. hygroscopica* ส่วนสายพันธุ์ *Lepiota* จัดว่ามีความเป็นพิษสูงแต่มีรายงานการเกิดพิษในคนน้อยมาก ในขณะที่สายพันธุ์ *Galerina* มีปริมาณสารพิษต่ำ (Karlson-Stiber, C., และคณะ 2003)

โดยทั่วไปสารพิษที่พบในเห็ด *genus Amanita* มีสองชนิดหลักคือ amatoxins และ phallotoxins แต่เนื่องจาก phallotoxins ไม่ถูกดูดซึมในทางเดินอาหารมนุษย์จึงไม่ได้ทำให้เกิดความเป็นพิษใดๆ จึงมีเฉพาะ amatoxins เท่านั้นที่ทำให้เกิดปัญหา สารพิษ amatoxins มีลักษณะโครงสร้างเป็น bicyclic octapeptides ขนาดใหญ่ น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 900 สารพิษในกลุ่มนี้มีด้วยกันหลายตัว ตัวที่จัดเป็นสารพิษสำคัญได้แก่ alpha-amanitins, beta-amanitins และ gamma-amanitins (รูปที่ 21) สารพิษอีกกลุ่มที่พบในในเห็ดตระกูลนี้คือ virotoxins ซึ่งพบได้ในปริมาณน้อยกว่าสองชนิดแรกและไม่จัดว่ามีความสำคัญในแง่การก่อพิษแต่อย่างใด



รูปที่ 14 แสดงสูตรโครงสร้าง Bicyclic octapeptides ของสารพิษ amatoxins และสารพิษ phallotoxins

Amatoxins จัดเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูงมาก ขนาดที่ทำให้เสียชีวิตในผู้ใหญ่คือ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว การรับประทานเห็ดระโงกหิน *(A. phalloides)* เพียง 20-25 กรัม อาจหมายถึงการได้รับสารพิษเท่ากับ 5-8 มิลลิกรัม ซึ่งเพียงพอที่จะทำให้เสียชีวิตได้ ความเป็นพิษของ amatoxins เกิดจากกลไกที่สารพิษเข้าจับกับเอนไซม์ RNA polymerase II ในรูปของสารประกอบที่หนาแน่นมาก มีผลให้ปริมาณ mRNA ในสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง การสร้างโปรตีนจึงลดลงและทำให้เซลล์ตายได้ (Wieland, T.,1983) ความเสียหายที่ส่งผลต่อการทำงานของอวัยวะต่างๆ เริ่มจากอวัยวะที่ทำหน้าที่ในการนำส่งเป็นหลัก โดยเป้าหมายหลักของการทำลายโดยสารพิษ amatoxins ได้แก่ เยื่อบุลำไส้เล็ก, เซลล์ตับ และส่วน proximal tubules ของไต อาการทางคลินิกที่รุนแรงที่สุดจากสารพิษชนิดนี้คือการทำลายและทำให้เกิดการตายของเซลล์ตับ (hepatic necrosis) รายงานการศึกษาอื่นที่อธิบายกลไกความเป็นพิษของ amatoxins เพิ่มเติม คือการศึกษาโดย Leist และคณะ (Leist, M., และคณะ 1997) ที่พบว่า alpha-amanitin สามารถเสริมฤทธิ์ tumor necrosis factor ในการเหนี่ยวนำให้เซลล์ตายโดยผ่านกลไกการเกิด apoptosis

อาการพิษที่เกิดจากสารพิษ amatoxins เป็นผลโดยตรงจากการที่สารพิษมีผลในการยับยั้งการสร้างโปรตีนตามกลไกที่อธิบายข้างต้น ดังนั้นทันทีที่มีการดูดซึมสารพิษ amatoxins จะรบกวนการสร้างโปรตีนที่บริเวณเยื่อบุทางเดินอาหารได้ทันทีและเกิดการอักเสบบริเวณทางเดินอาหาร (gastroenteritis) สารพิษส่วนหนึ่งที่เข้าสู่เซลล์ตับและไตก็จะทำให้เกิดความผิดปกติต่อตับและไตได้เช่นกัน อาการทั่วไปจะเริ่มปรากฏหลังรับประทานเห็ดพิษประมาณ 8-24 ชั่วโมง (เฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมง) ก่อนที่อาการทางระบบทางเดินอาหารจะเริ่มปรากฏ เริ่มด้วยการถ่ายเหลวเป็นน้ำอย่างรุนแรง ปวดท้อง อาเจียน อาการเหล่านี้อาจคงอยู่ได้ 1-2 วัน ถ้าไม่ได้รับการรักษาอย่างเหมาะสมผู้ป่วยจะมีอาการรุนแรงขึ้นที่พัฒนาไปสู่ผลต่อระบบไหลเวียนโลหิตและการทำงานของไตลดลง จากนั้นประมาณ 36-48 ชั่วโมงหลังรับสารพิษ ผู้ป่วยจะเริ่มแสดงอาการที่บ่งบอกถึงภาวะเป็นพิษต่อตับ เช่น การเพิ่มขึ้นของเอนไซม์ตับ ตัวเหลืองตาเหลือง ตับแข็ง เลือดออก น้ำตาลในเลือดตก อาการที่รุนแรงมากขึ้นจะนำไปสู่ภาวะตับวาย (hepatic failure) ผู้ป่วยมักเสียชีวิตภายใน 6-16 วัน ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการรักษาอาการพิษจาก amatoxins ที่ได้ผลดี ส่วนใหญ่เป็นการรักษาแบบประคับประคอง หรือช่วยลดการดูดซึมสารพิษเข้าสู่ร่างกายเท่านั้น เช่น การล้างท้อง การใช้ผงถ่านในการดูดซับสารพิษ แต่วิธีดังกล่าวได้ผลเฉพาะเมื่อสารพิษยังไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดเท่านั้น คือภายใน 6 ชั่วโมงหลังการรับประทานเห็ดพิษ

การป้องกันการเกิดความเป็นพิษจากเห็ดพิษ

การขาดความรู้ความเข้าใจ และความระมัดระวังในการจำแนกความแตกต่างระหว่างเห็ดพิษกับเห็ดไม่มีพิษ เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ยังมีการนำเห็ดพิษมาปรุงอาหาร เพื่อรับประทานกันอยู่ การแยกแยะอย่างถูกต้องรวมถึงความเข้าใจในการเลือกรับประทาน และความรู้ที่ถูกต้องว่าการทำให้สุกไม่ใช่วิธีที่จะทำให้การรับประทานเห็ดปลอดภัยเสมอไป จึงเป็นวิธีการป้องกันการได้รับพิษจากเห็ดพิษได้

ตาราง 12 เปรียบเทียบลักษณะเห็ดพิษและเห็ดรับประทานได้

เห็ดพิษ	เห็ดรับประทานได้
1. ส่วนใหญ่เจริญในป่า	1. ส่วนใหญ่เจริญในทุ่งหญ้า
2. ก้านสูง ลำต้นโป่งพองออก โดยเฉพาะที่ฐานกับที่วงแหวน	2. ก้านสั้น อ้วนป้อม และไม่โป่งพองออก ผิวเรียบ ไม่ขรุขระ ไม่มีสะเก็ด
3. สีผิวหมวกเห็ดมีหลายสี เช่น สีเหลืองอ่อน ถึงสีส้ม หรือสีขาวถึงสีเหลือง	3. สีผิวหมวกเห็ดส่วนใหญ่มีสีขาวถึงน้ำตาล
4. ผิวของหมวกเห็ดส่วนมากมีเยื่อหุ้มดอกเห็ดเหลืออยู่ในลักษณะที่ดึงออกได้ หรือเป็นสะเก็ดติดอยู่	4. ผิวของหมวกเห็ดเรียบจนถึงเป็นเส้นใย และเหมือนถูกกดจนเป็นแผ่นบางๆ ดึงออกยาก
5. ครีบแยกออกจากกันชัดเจน มักมีสีขาว บางชนิดมีสีแดงหรือสีเขียวอมเหลือง	5. ครีบแยกออกจากกัน
6. สปอร์ใหญ่มีสีขาวหรือสีอ่อน มีลักษณะใสๆ รูปไข่	6. สปอร์สีน้ำตาลอมม่วงแก่ รูปกระสวยกว้าง

อาหารเป็นพิษจากสัตว์ทะเล

อาหารทะเล เป็นอีกหนึ่งแหล่งอาหารบริโภคที่เป็นที่นิยมของชาวไทย นอกจากการมีรสชาติที่ดีแล้ว อาหารทะเลยังอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร เช่น กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่จำเป็นต่อร่างกาย ซึ่งพบมากในปลาทะเล ได้แก่ปลาซาร์ดีน ปลาทู ปลาทูน่า เป็นต้น อย่างไรก็ตาม สัตว์ทะเลบางชนิดมีสารพิษที่อาจทำให้เกิดความรุนแรงจนเสียชีวิตได้ สารพิษที่พบในสัตว์ทะเลอาจถูกสร้างขึ้นโดยสัตว์นั้นๆ เอง หรือได้รับจากแบคทีเรียหรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มีพิษที่สัตว์ทะเล

กินเข้าไป เมื่อผู้บริโภครับประทานสัตว์ทะเลนั้นก็จะได้รับสารพิษด้วย สารพิษส่วนใหญ่ที่พบมักไม่สามารถสังเกตด้วยตาเปล่าได้และอาหารทะเลนั้นๆ ก็แลดูเหมือนปกติ สารพิษในสัตว์ทะเลมีความทนทานต่อความร้อนได้ดีจึงไม่ถูกทำลายด้วยกระบวนการปรุงสุกด้วยความร้อน ชนิดของสารพิษในสัตว์ทะเลที่มีรายงานในประเทศไทยมีหลายชนิด ได้แก่

สารพิษสคอมบรอยด์ (Scombroid toxin) จัดเป็นสารพิษจากสัตว์ทะเลที่มีรายงานการเกิดพิษมากที่สุด พบได้ในปลาตระกูลสคอมบรอยด์ (Scombroid fish) ได้แก่ ปลาทู ปลาลัง ปลาโอและปลาอินทรี เป็นต้น แต่ก็มีปลาในตระกูลอื่นที่ทำให้เกิดความเป็นพิษในลักษณะเดียวกันได้ คือ ปลาซาร์ดีน, bluefish, mahimahi, amberjack อาการพิษที่เกิดขึ้นคล้ายกับการได้รับสารฮีสตามีน (histamine) ซึ่งเป็นสารก่อภูมิแพ้ชนิดหนึ่ง (Sobel, J., และคณะ, 2005) ทำให้เกิดอาหารคันและมีผื่นแดง เหงื่อออก ปวดศีรษะ หน้าบวม หายใจติดขัด ปวดเกร็งช่องท้อง คลื่นไส้อาเจียน วิงเวียน ตาพร่า หัวใจเต้นเร็ว ในรายที่แพ้มากๆ อาจช็อค หรือระบบไหลเวียนโลหิตล้มเหลวได้ คล้ายกับปฏิกิริยาการแพ้ (allergic reaction) แต่สามารถแยกจากโรคภูมิแพ้ได้ตรงที่ผู้ที่เกิดอาการพิษนี้มักไม่มีประวัติภูมิแพ้มาก่อน และมีระยะเวลาการเกิดอาการที่สัมพันธ์กับการรับประทานอาหารทะเลชัดเจน รวมทั้งอาจพบระดับฮีสตามีนในเลือดหรือปัสสาวะสูงเฉียบพลันได้ ระยะเวลาการเกิดอาการอาจเกิดหลังรับประทานปลาเพียงไม่กี่นาทีหรือนับชั่วโมง สารพิษนี้เกิดขึ้นจากการแบคทีเรียที่อยู่ในตัวปลา ในสภาวะการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสมหรือไม่เย็นพอ จะทำให้แบคทีเรียเจริญและแบ่งตัว แบคทีเรียเหล่านี้สามารถเร่งปฏิกิริยาดีคาร์บอกซีเลชัน (decarboxylation reaction) ของฮีสติดีน (histidine) ในเนื้อปลาให้เป็นฮีสตามีน ระดับฮีสตามีนที่สูงขึ้นไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเนื้อปลา ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะสังเกตการเกิดขึ้นของฮีสตามีนด้วยตาเปล่า การป้องกันที่ดีที่สุดคือการเก็บรักษาปลาด้วยความเย็นอย่างเหมาะสมทันทีที่มีการจับปลาขึ้นมาจากท้องทะเลเพื่อป้องกันการเกิดสารฮีสตามีน สำหรับผู้บริโภคควรเลือกบริโภคปลาสด หากไม่รับประทานทันทีควรเก็บใส่ตู้เย็นเพื่อชะลอการเจริญของแบคทีเรีย

สารพิษเตโตรโดท็อกซิน (Tetrodotoxin) เป็นสารพิษที่มีความร้ายแรงทำให้ผู้ที่รับประทานเข้าไปเสียชีวิตได้ มีคุณสมบัติทนความร้อนสูง และละลายน้ำได้ดี อยู่ในรูปของเฮทเทอโรไซคลิกกัวนิดีน (heterocyclic guanidine) ออกฤทธิ์ในร่างกายโดยการยับยั้งทางผ่านโซเดียม (sodium channels) โดยการจับกับ receptor-site 1 ของทางผ่านโซเดียมทำให้รบกวนการส่งสัญญาณประสาทในกล้ามเนื้อลาย ส่งผลต่อการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลาย สารเตโตรโดท็อกซินถูกสร้างโดยแบคทีเรียที่สะสมในอวัยวะภายใน เช่น ตับ (อวัยวะที่พบสารพิษ

มากที่สุด) ม้าม ลำไส้และผิวหนังของสัตว์ทะเล สัตว์ทะเลที่พบเป็นสาเหตุการเสียชีวิตจากเตโตรโดท็อกซิน ได้แก่ ปลาปักเป้า (puffer fish) และแมงดาทะเล นอกจากนี้ยังอาจพบได้ในสัตว์น้ำชนิดอื่น เช่น กบ หนอน หรือปลาหมึกบางประเภทด้วย (Isbister, G.K., และคณะ, 2005) ในกรณีปลาปักเป้า พบสารพิษเตโตรโดท็อกซินในปลาปักเป้าตัวเมียในระดับที่สูงกว่าในตัวผู้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูผสมพันธุ์และพบได้มากในรังไข่ สำหรับแมงดาทะเลพบสารพิษเตโตรโดท็อกซินมากในไข่แมงดา สายพันธุ์ที่พบในประเทศไทยมีอยู่ 2 ชนิด คือ แมงดาจาน (Tachypleus gigas) สันหาง มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยม ไข่แมงดาชนิดนี้ไม่มีพิษ และแมงดาถ้วยหรือแมงดาไฟหรือเหรา *(Carcinoscorpius rotundicauda)* สันหางมีลักษณะกลม ไข่แมงดาชนิดนี้มีพิษ

อาการพิษมักเกิดขึ้นภายในเวลาประมาณ 30 นาทีหลังการรับสัมผัสและความรุนแรงขึ้นกับปริมาณที่ได้รับ ถ้าไม่รุนแรงอาการต่างๆ สามารถหายไปภายใน 24 ชั่วโมง อาการเริ่มแรกประกอบด้วยการรับสัมผัสความรู้สึกส่วนปลายผิดปกติ ชาตามบริเวณรับสัมผัส จากนั้นตามด้วยอาเจียน วิงเวียน หัวหมุน รู้สึกเหมือนตัวลอย อ่อนแรง เดินเซ ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวให้เป็นปกติได้ อาการที่รุนแรงมากขึ้น ได้แก่ กล้ามเนื้ออ่อนแรง ม่านตาขยาย หัวใจเต้นเร็ว ความดันโลหิตตก และสาเหตุที่ทำให้เสียชีวิตคือระบบการหายใจล้มเหลวเนื่องจากการไม่ทำงานของกล้ามเนื้อที่ควบคุมการหายใจ ในรายที่เสียชีวิตมักจะเสียชีวิตภายในไม่กี่ชั่วโมง

ในประเทศไทย ยังมีการบริโภคปลาปักเป้าอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่เกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เนื่องจากลักษณะภายนอกของปลาปักเป้าคล้ายเนื้อไก่มาก ชาวบ้านเรียกกันทั่วไปว่า ปลาเนื้อไก่ ปัจจุบัน กระทรวงสาธารณสุขได้มีประกาศกำหนดให้ปลาปักเป้าทุกชนิดและอาหารที่มีปลาปักเป้าเป็นส่วนผสมเป็นอาหารห้ามผลิต ห้ามนำเข้าหรือจำหน่าย ผู้ฝ่าฝืนต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หกเดือนถึงสองปี และปรับตั้งแต่ห้าพันบาทถึงสองหมื่นบาท ส่วนการบริโภคแมงดาทะเลถ้วย และเกิดอาการพิษจนเสียชีวิต ก็ยังคงมีรายงานบ้าง ทั้งนี้ส่วนใหญ่เกิดจากความเข้าใจผิดระหว่างแมงดาทะเลที่บริโภคได้ และแมงดาทะเลที่เป็นพิษ ผู้บริโภคควรมีความใส่ใจในการเลือกบริโภค เพื่อหลีกเลี่ยงการได้รับสารพิษดังกล่าว

บทสรุป

ในปัจจุบันวิทยาการต่างๆ มีความก้าวหน้าเป็นอันมาก ซึ่งรวมถึงด้านกระบวนการผลิตและการเตรียมอาหารเพื่อสุขภาพ และให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ถูกสุขลักษณะ คุณภาพดี สามารถเก็บรักษาได้นานและอื่นๆ แต่ปัญหาด้านสุขภาพอันเกี่ยวเนื่องกับการบริโภคอาหารก็ยังคงพบได้อย่างต่อเนื่อง และไม่มีแนวโน้มที่จะลดลง ดังเช่นหลักฐานจากรายงานสถานการณ์แนวโน้ม

การป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษ รวบรวมโดยกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ที่มีจำนวนผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในรอบหลายปีที่ผ่านมา แม้ว่าจะมีการรณรงค์เพื่อการบริโภคที่ปลอดภัยก็ตาม นอกจากนี้ ความเป็นพิษที่เกิดจากการบริโภคอาหารในรูปแบบแฝงที่ไม่สามารถนับเป็นจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษ ก็ยังมีอีกมากมาย เช่น การบริโภค อาหารปนเปื้อนสารก่อมะเร็ง การบริโภคอาหารประเภทกรดไขมันที่นำไปสู่การเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ อาหารที่มีการตกค้างสารกำจัดศัตรูพืช และ อาหารปนเปื้อนชีวพิษจากเชื้อรา เป็นต้น จากมุมมองดังกล่าวนี้ความรู้ด้านอาหารที่ปลอดภัย และการเลือกบริโภคอย่างถูกสุขลักษณะ จึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งของการดำรงชีวิตเพื่อการมีสุขภาพที่ดี

ในสิ่งแวดล้อมปัจจุบัน เราสามารถพบแหล่งสารพิษที่มีโอกาสปนเปื้อนในอาหารได้มาก ไม่ว่าจะเป็นสารพิษที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหาร (เช่น สารพิษอะฟลาท็อกซิน เห็ดพิษ พิษจากสัตว์ทะเล, สารกำจัดศัตรูพืช และสารพิษตกค้างอื่นๆ), สารพิษที่เกิดจากการเติมแต่งในอาหาร (เช่น โซเดียมไนไตรต์), สารพิษก่อมะเร็งที่เกิดจากกระบวนการปรุงอาหารเนื้อสัตว์ (เช่น PAHs, HCAs, ไนโตรซามีน) นอกจากนี้ยังมีสารปนเปื้อนอีกมากมายที่มิได้กล่าวในที่นี้ จะเห็นได้ว่าการปนเปื้อนของสารพิษในอาหารเหล่านี้ สามารถพบได้ในทุกระดับของกระบวนการผลิตอาหาร นับตั้งแต่การผลิตวัตถุดิบตั้งต้น การเก็บ การปรุง การถนอมอาหาร จึงนับได้ว่าความเสี่ยงของการได้รับสารพิษเหล่านี้มีได้ทุกขั้นตอน ดังนั้น จึงทำให้การเฝ้าระวังความปลอดภัยของอาหารต้องกระทำอย่างครบวงจร และอาศัยองค์ความรู้ การจัดการ และการดำเนินการอย่างต่อเนื่องจริงจัง

ในฐานะของผู้บริโภคที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดพิษจากอาหาร จึงจำเป็นต้องทราบว่า “รับประทานอย่างไรจึงจะปลอดภัย” คำถามง่ายๆ ที่ต้องอาศัยความรู้มากมายเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ดี อาจมีได้หลายกลวิธี แนวทางเพื่อนำไปสู่การปฏิบัติที่ได้ผลดีหรือสามารถลดความเสี่ยงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารพิษในอาหาร ดังเช่น

1. เลือกวัตถุดิบในการปรุงอาหารที่ดี เช่น พืชผักผลไม้จากเกษตรอินทรีย์ แน่นอนที่สุดที่ว่า วัตถุดิบอาหารที่มีการปนเปื้อน ก็ย่อมจะนำไปสู่อาหารรับประทานที่มีการปนเปื้อนเช่นกัน ควรพิจารณาจากแหล่งการผลิต คุณลักษณะภายนอก ในขณะเดียวกันการเฝ้าระวังในกลุ่มผู้ผลิตอาหาร เช่น การใช้สารเคมีทางการเกษตรโดยกลุ่มเกษตรกร ก็ควรมีการดำเนินการอย่างเข้มแข็ง เช่นกัน

2. ควรเลือกอาหารธรรมชาติ และสดให้มากที่สุด ไม่ควรเก็บไว้นานหรือผ่านขั้นตอนกระบวนการผลิตมากเกินไป และหลีกเลี่ยงการปรุงแต่งอาหารที่เกินความจำเป็น โดยเฉพาะการปรุงแต่งด้วยสารสังเคราะห์ สารแต่งรส แต่งกลิ่น สารสีผสมอาหาร และสารกันเสีย

3. รูปแบบการรับประทานที่หลากหลาย ลดความซ้ำซ้อน ทั้งนี้เนื่องจากถ้าอาหารที่รับประทานเข้าไป มีการปนเปื้อนสารที่ก่อให้เกิดโทษแก่ร่างกายแล้ว การไม่รับประทานสิ่งเดียวกันซ้ำๆ จะเป็นการเปิดโอกาสให้ร่างกายมีกระบวนการปรับตัว เช่น การขับออก หรือลดการสะสม โดยไม่ทำให้เกิดความเป็นพิษ

4. เลือกวิธีการปรุงอาหารที่เหมาะสม เช่น ในกรณีการปรุงเนื้อสัตว์โดยใช้ความร้อนสำหรับปิ้งหรือย่าง ควรหลีกเลี่ยงการใช้ความร้อนที่สูงเกินไป หรือการใช้ความร้อนเป็นเวลานานจนไหม้เกรียม ซึ่งจะช่วยลดการเกิดสารก่อมะเร็งกลุ่ม PAHs และ HCAs ได้

5. รับประทานอาหารอย่างมีสมดุลทางโภชนาการ เช่น เพิ่มสัดส่วนของผัก และผลไม้ที่สะอาด ปราศจากสารเคมีที่เป็นพิษในอาหาร เพื่อให้มีปริมาณของสารอาหารที่จำเป็นอย่างพอเพียง และได้สารสำคัญจากพืชที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ และเส้นใยอาหารที่สามารถช่วยลดหรือกำจัดสารพิษได้

6. เก็บรักษา และถนอมอาหารอย่างเหมาะสม เพื่อมิให้มีจุลินทรีย์ก่อโรคและสารพิษเกิดขึ้น เช่น การเก็บอาหารกระป๋อง หรือหน่อไม้ปี๊บ ที่อยู่ในภาวะไร้อากาศและมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อสร้างสารพิษโบทูลินัม ควรเป็นการผลิตภายใต้สภาวะความเป็นกรดต่ำกว่า 4.6 เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อดังกล่าว

สำหรับหน่วยงานรัฐ ที่มีหน้าที่ควบคุมหรือเกี่ยวข้อง ควรหมั่นติดตามข้อมูลทั้งด้านวิชาการและสถานการณ์อย่างใกล้ชิด เพื่อให้การเฝ้าระวังและการเผยแพร่ความรู้เป็นไปอย่างทันการณ์และครอบคลุมทั่วถึง และในฐานะผู้บริโภค ประชาชนทั่วไปควรได้มีโอกาสรับรู้ข่าวสารด้านความปลอดภัยอาหารอย่างต่อเนื่องและเหมาะสม พร้อมกับการติดตามข่าวสารความเป็นไปเพื่อเพิ่มความตระหนัก และความระมัดระวังในการเลือกรับประทาน

เอกสารอ้างอิง

1. กลุ่มเฝ้าระวังและสอบสวนโรค สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. รายงานการสอบสวนโรคอาหารเป็นพิษ ประจำปี พ.ศ. 2548. (ดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ http://epid.moph.go.th/ วันที่ 18 พฤศจิกายน 2549)
2. วินัย วนานุกูล. Bolulism เหตุเกิดที่น่าน. คลินิก ปีที่ 22 ฉบับที่ 10 ตุลาคม 2549, หน้า 834-6.
3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, the Environmental Protection Agency. Toxicological Profile for arsenic. 2005

4. Anklam E, Stroka J, Boenke A. Acceptance of analytical methods for implementation of EU legislation with a focus on mycotoxins. Food Control 2002;13:173-83.
5. Bayman P, Baker JL. Ochratoxins: a global perspective. Mycopathologia. 2006; 162:215-23.
6. Bennett JW, Klich M. Mycotoxins. Clin Microbiol Rev. 2003;16:497-516.
7. Borak, J., Hosgood, H.D. Seafood arsenic: Implications for human risk assessment.
8. Bostanian NJ. Pesticide toxicology: Mode of action, residues in fruit crops and risk assessment. In Preedy VR, Watson RR, eds. Reviews in Food and Nutrition Toxicity. Boca Raton: CRC Press. 2005:(2);215-67.
9. Carere, A. Genotoxicity and carcinogenicity of acrylamide: a critical review. Ann. Ist. Super Sanita. 2006;42:144-55.
10. CAST (Council for Agricultural Science and Technology). Mycotoxins: Risks in Plants, Animal, and Human Systems. Ames: Iowa State University. 2003;(139):199.
11. Cavalho FP. Agriculture, pesticides, food security and food safety. Environ Sci Policy 2006;9:685-92.
12. Chao HR, Wang SL, Lin TC, Chung XH. Levels of organochlorine pesticides in human milk from central Taiwan. Chemosphere 2006;62:1774-85.
13. Conkova E, Laciakova A, Kovac G, Seidel H. Fusarial toxins and their role in animal dĺseases. 2005;165:214-20.
14. Crezpo-Lopez, M. E., และคณะ Methylmercury genotoxicity: A novel effect in human cell lines of the central nervous system. Environ. Int. 2006 (in press) doi:10.1016/J/envint. 2006.08.005.
15. D'Mello JPF, Placinta CM, Macdonald AMC. Fusarium mycotoxins: a review of global implications for animal healths, welfare and productivity. Animal Feed Sci Tech. 1999;80:183-205.
16. D'Mello JPF. Mycotoxins in cereal grains, nuts and other plants products. In: D'Mello JPF, ed. Food Safety: Contaminants and Toxins. CABI Publishing: Wallingford. 2003;65-90.

17. Dawson, D. Foodborne protozoan parasites. Int. J. Food Microbiol. 2005;103: 207-27.
18. Dietrich, M., Block, G., Pogoda, J.M., Buffler, P., Hecht, S., Preston-Martin, S. A review: dietary and endogenously formed N-nitroso compounds and risk of childhood brain tumors. Cancer Causes Cont. 2005;16:619-35.
19. European Commission. Commission regulation (EC) no 208/2005 of 4 February 2005 amending regulation (EC) no 466/2001 as regards polycyclic aromatic hydrocarbons. Off. J. Eur. Union. 2005. L34:3.
20. FAO/WHO. Codex Alimentarius guideline levels for methylmercury in fish. 1991. CAG/GL 7-1991.
21. Hellstorm, L., Elinder, C.G., Dahlberg, B., Lundberg, M., Jarup, L., Presson, B, และคณะ Cadmium and end-stage renal disease. Am. J. Kidney Dis. 2001;38: 1001-8.
22. Horiguchi, H., Oguma, E., Sasaki, S., Miyamoto, K., Ikeda, Y., Machida, M., Kayama, F. Dietary exposure of cadmium at close to the current provisional tolerable weekly intake does not affect renal function among female Japanese farmers. Environ. 2004;95:20-31.
23. Isbister, G.K., Kiernan, M.C. Neurotoxic marine poisoning. Lancet Neurol. 2005;4: 219-28.
24. Jagerstad, M., Skog, K. Genotoxicity of heat-processed foods. Mut. Res. 2005;574: 156-72.
25. Jakszyn, P., Gonz?lez, C.A. Nitrosamine and related food intake and gastric and oesophageal cancer risk: A systematic review of the epidemiological evidence. World J. Gastroenterol. 2006;12:4296-303.
26. Janoszka, B., Warzecha, L., Blaszczyk, U., Bodzek, D. Organic compounds formed in thermally treated high-protein food. Part I: Polycyclic aromatic hydrocarbons. Acta Chromatographica. 2004;14:115-28.
27. Jaradat Z. T-2 mycotoxin in the diet and its effects on tissues. In Preedy VR, Watson RR, eds. *Reviews in Food and Nutrition Toxicity.* Boca Raton: CRC Press. 2005;(4):174-212.

28. Karlson-Stiber, C., Persson, H. Cytotoxic fungi-an overview. Toxicon. 2003;42: 339-49.
29. Knize, M.G., Kulp, K.S., Salmon, C.P., Keating, G.A., Felton, J.S. Factors affecting human heterocyclic amine intake and the metabolism of PhIP. Mut. Res. 2002; 506-507:153-62.
30. Kucik, C.J., Sotor, B.V. Common intestinal parasites. Am. Fam. Physician 2004;69: 1161-8.
31. Leist, M., Gantner, F., Naumann, H., Bluethmann, H., Vogt, K., Brielius-Flohe, R., Nicotera, P., Volk, H-D., Wendel, A. Tumor necrosis factor-induced apoptosis during the poisoning of mice with hepatotoxins. Gastroenterol. 1997;112:923-34.
32. Li FQ, Yoshizawa T, Kawamura O, Luo XY, Li YW. Aflatoxins and fumonisins in corn from the high-incidence area for human hepatocellular carcinoma in Guangxi, China. *J Agric Food Chem* 2001;49:4122-6.
33. Lindstroim, M., Kiviniemi, K., Korkeala, H. Hazard and control of group II (non-proteolytic) *Clostridium bolulinum* in modern food processing. Int. J. Food Microbiol. 2006;108:92-104.
34. Mahaffey, K.R., Clickner, R.P., Bodurow, C.C. Blood organic mercury and dietary mercury intake : National health and nutrition examination survey, 1999 and 2000. Environ. Health Perspect. 2004;112:562-70.
35. Marasas WFO, Riley RT, Hendricks KA, และคณะ Fumonisins disrupt sphinolipid metabolism, folate transport, and neural tube development in embryo culture and in vivo: A potential risk factor for human neural tube defects among populations consuming fumonisins-containing maize. *J Nutr* 2004;134:711.
36. McSheehy, S., และคณะ Characterization of arsenic species in kidney of the clam Tridacna derasa by multidimenstional liquid chromatography-ICPMS and electrospray time-of-flight tandem mass spectrometer. Anal. Chem. 2002;74: 2370-8.

37. Mensink, R.P., Zock, P.L., Kester, A.D., Katan, M.B. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ration of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trial. Am. J. Clin. Nutr. 2003;77:1146-55.

38. Michaud, D.S., Holick, C.N., Giovannucci, E., Stampfer, M.J. Meat intake and bladder cancer risk in 2 prospective cohort studies. Am. J. Clin. Nutr. 2006;84:1177-83.

39. Misvish, S.S. Role of *N*-nitroso compounds (NOC) and *N*-nitrosation in etiology of gastric, esophageal, nasopharyngeal and bladder cancer and contribution to cancer of known exposures to NOC. Cancer Letters. 1995;93:17-48.

40. Mitacek, E.J., Brunnemann, K.D., Suttajit, M., Martin, N., Limsila, T., Ohshima, H., Caplan, L.S. Exposure to N-nitroso compounds in a population of high liver cancer regions in Thailand: volatile nitrosamine (VNA) levels in Thai food. Food Chem. Toxicol. 1999;37:297-305.

41. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Part I, Cheimcal Environmental and Experimental Data, International Agency for Research on Cancer (IARC), Lyon, France, 1983.

42. Moret, S., Conte, L.S. Polycyclic aromatic hydrocarbons in edible fats and oils: occurrence and analytical methods. J. Chromatogr. A. 2000;88:245-53.

43. Mottram, D.S., Wedzicha, B.L., Dodson, A.T. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. Nature. 2002;419:448-9.

44. Mozaffarian, D., Katan, M.B., Ascherio, A., Stampfer, M.J., Willett, W.C. Trans fatty acids and cardiovascular disease. New Eng. J. Med. 2006;354:1601-13.

45. Mucci, L.A., Adami, H.O., Wolk, A. Prospective study of dietary acrylamide and risk of colorectal cancer among women. Int. J. Cancer. 2006;118:169-73.

46. Mucci, L.A., Dickman, P.W., Steineck, G., Adami, H.-O, Augustsson, K. Dietary acrylamide and cancer of the large bowel, kidney, and bladder. Absence of an association in a population-based study in Sweden. Br. J. Cancer. 2003;88: 84-9.

47. Mucci, L.A., Lindblad, P., Steineck, G., Adami, H.O. Dietary acrylamide and risks of renal cell cancer. Int. J. Cancer. 2004;109:774-6.

48. Norrish, A.E., Ferguson, L.R., Knize, M.G., Felton, J.S., Sharpe, S.J., Jackson, R.T. Heterocyclic amines content of cooked meat and risk of prostate cancer. J. Natl. Cancer Institute. 1999;91:2038-44.

49. Pandey, M.K., Pant, A.B., Das, M. In vitro cytotoxicity of polycyclic aromatic hydrocarbon residues arising through repeated fish fried oil in human hepatoma Hep G2 cell line. Toxicol. In Vitro. 2006;20:308-16.

50. Peck, M. W. Clostidium botulinum and the safety of minimally heated, chilled foods: an emerging issue? J. Appl. Microbiol. 2006;101:556-70.

51. Perez, C., de Cerain, A.L., Bello, J. Modulation of mutagenic activity in meat samples after deep-frying in vegetable oils. Mutagenesis. 2002;17:63-6.

52. Phillips, D.H. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the diet. Mut. Res. 1999; 443: 139-47.

53. Purcaro, G., Navas, J.A., Guardiola, F., Conte, L.S., Moret, S. Polycyclic aromatic hydrocarbons in frying oils and snacks. J. Food Prot. 2006;69:199-204.

54. Rahman, M.A., Hasegawa, H., Rahman, M.A., Rahman, M.M., Miah, M.A. Influence of cooking method on arsenic retention in cooked rice related to dietary exposure. Sci. Total Environ. 2006;370:51-60.

55. Regul. Toxicol. Pharmacol. 2006. (In press). doi:10.1016/j.yrtph.2006.09.005.

56. Ringot D, Chango A, Schneider YJ, Larondelle Y. Toxicokinetics and toxicodynamics of ochratoxin A, an update. *Chem Biol Interact.* 2006;159:18-46.

57. Robertson, L.J., Campbell, A.T., Smith, H.V. Survival of *Cryptosporidium parvum* oocytes under various environmental pressures. Environ. Microbiol. 1992;58: 3494-500.

58. Satarug, S., Moore, M. Adverse health effects of chronic exposure to low-level cadmium in foodstuffs and cigarette smoke. Environ. Health Perspect. 2004; 112:1099-103.

59. Satarug, S., Ujjin, P, Vanavanitkul, Y., Baker, J.R., Moore, M.R. Influence of body iron store status and cigarette smoking on cadmium body burden of healthy Thai women and men. Toxicol. Lett. 2004,148:177-85.

60. Savioli, L., Smith, H., Thompson, A. Giardia and Cryptosporidium join the neglected diseases initiative. Trends Parasitol. 2006;22:203-8.

61. Schut, H.A.J., Snyderwine, E.G. DNA adducts of herterocyclic amines food mutagens: implications for mutagenesis and carcinogenesis. Carcinogenesis. 1999;20:353-68.

62. Sengupta, M.K., Hossain, M.A., Mukherjee, A., Ahamed, S., Das, B., Nayak, B., Pal, A., Chakraborti, D. Arsenic burden of cooked rice: traditional and modern methods. Food Chem. Toxicol. 2006;44:1823-9.

63. Sharma, S.K., Ferreira, J.L., Eblen, B.S., Whiting, R.C. Detection of type A, B, E and F Clostidium botulinum neurotoxins in foods by using an amplified enzyme link immunosorbent assay with digoxigenin-labeled antibodies. Appl. Environ. Microbiol. 2006;72:1231-8.

64. Shimada, T., Fujii-Kuriyama, Y. Metabolic activation of polycyclic aromatic hydrocarbons to carcinogens by cytochrome P450 1A1 and 1B1. Cancer Sci. 2004;95:1-6.

65. Siegmann, K., Sattler, K. Aerosol from hot cooking oil, a possible health hazard. J. Aerosol Sci. 1996;27:493-4.

66. Sinha, R., Chow, W.H., Kulldorff, M., Denobile, J., Butler, J., Garcia-Closas, M., Weil, R., Hoover, R.N., Rothman, N. Well-done, grilled red meat increases the risk of colorectal adenomas. Cancer Res. 1999;59:4320-4.

67. Smith JE. Aflatoxins. In: D'Mello JPF, ed. Handbook of Plant and Fungal Toxicants. CRC Press: Boca Raton. 1997;269-85.

68. Sobel, J., Painter, J. Illness caused by marine toxins. Clin. Infect. Dis. 2005;41: 1290-6.

69. Soriano JM, Dragacci S. Occurrence of fumonisins in foods. *Food Res Inter* 2004;37:985-1000.

70. Stampfer, M.J. Sacks, F.M., Salvini, S., Willett, W.C., Hennekens, C.H. A prospective study of cholesterol, apolipoproteins and the risk of myocardial infarction. N. Eng. J. Med. 1991;325:373-81.

71. Sugimura, T. Food and cancer. Toxicology. 2003;181(2):17-21.

72. Sugimura, T., Wakabayashi, K., Nakagama, H., Nagao, M. Heterocyclic amines: mutagens/ carcinogens produced during cooking of meat and fish. Cancer Sci. (Review). 2004;95:290-9.

73. Takemura H, และคณะ, Characterization of the estrogenic activities of zearalenone and zeranol in vivo and in vitro, J. Steroid Biochem. Mol. Biol. 2006, doi:10.1016/j.jsbmb.2006.08.008.

74. Tang, M-S., Vulimiri, S.V., Viaje, A., Chen, J.X. Bilolikar, D.S., Morris, R.J., Harvery, R.G., Slaga, T.J., DiGiovanni, J. Both (±) *syn*- and (±) *anti*-7,12 dimethylbenz [*a*] anthracene-3,4-diol-1,2-epoxide initiate tumors in mouse skin that process—CAA-to CTA-mutation codon 61 of c-H-*ras.* Cancer Res. 2000;60:5688-95.

75. Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Törnqvist, M. Acrylamide: a cooking carcinogen?. Chem. Res. Toxicol. 2000;13:517-22.

76. Tareke, E., Rydberg, P.,Karlsson, P., Eriksson, S., Törnqvist, M. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated food-stuffs. J. Agric. Food Chem. 2002;50: 517-22.

77. Tassaneeyakul W, Razzazi-Fazeli E, Porasuphatana S, Bohm J. Contamination of aflatoxins in herbal medicinal products in Thailand. *Mycopathologia.* 2004;158: 239-44.

78. Toimela, T., Tähti, H. Mitochondiral viability and apoptosis induced by aluminium, mercuric, mercury and methylmercury in cell lines of neural origin. Arch. Toxicol. 2004;78:565-74.

79. Tricker, A.R. *N*-nitroso compounds and man: sources of exposure, endogenous formation and occurrence in body fluids. Eur. J. Cancer Prev. 1997;6:226-68.

80. USFDA. Pesticide Program Residue Monitoring 2003. (http://www.cfsan.fda. gov/ /~acrobat/pes03rep.pdf)

81. USFDA. Pesticide Program Residue Monitoring 2002. (http://www.cfsan.fda. gov/ /~acrobat/pes02rep.pdf)

82. USFDA. Pesticide Program Residue Monitoring 2001. (http://www.cfsan.fda. gov/ /~acrobat/pes01rep.pdf)

83. USFDA. Pesticide Program Residue Monitoring 2000. (http://www.cfsan.fda. gov/ /~acrobat/pes00rep.pdf)

84. USFDA. Pesticide Program Residue Monitoring 1999. (http://www.cfsan.fda. gov/ /~acrobat/pes99rep.pdf)

85. USEPA. Mercury update: Impact on fish advisories. EPA-823-F-01-011. Office of water, Washington DC. (http://www.epa.gov/ost/fish/mercury.html)

86. WHO. Outbreak of Aflatoxin Poisoning in Kenya. EPI/IDS Bulletin. 2004;5:1.

87. Wieland, T. The toxic peptides from Amanita mushrooms. Int. J. Peptide Protein Res. 1983;22:257-76.

88. Williams JH, Phillips TD, Jolly PE, Stiles JK, Jolly CM, Aggarwal D. Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. Am J Clin Nutr. 2004;80:1106.

89. Wong MH, Leung AOW, Chan JKY, Choi MPK. A review on the usage of POP pesticides in China, with emphasis on DDT loadings in human milk. Chemosphere. 2005;740-52.

90. Wongjindanon, N., Suksrichavalit, T., Subsutti, W., Sarachart, T., Worapisuttiwong, U., Norramatha, P. Current infection rate of Giardia lamblia in two provinces in Thailand. Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health. 2005;36(4):21-5.

91. Yaylayan, V.A., Stadler, R.H. Acrylamide formation in food: a mechanistic perspective. J. AOAC Int. 2005;88:262-7.

92. Yoshizawa T, Yamashita A, Chokethaworn N. Occurrence of fumonisins and aflatoxins in corn from Thailand. Food Addit Contam. 1996;13:163-8.

93. Zheng, W., Gustafson, D.R., Sinha, R., และคณะ Well-done meat intake and the risk of breast cancer. J. Natl. Cancer Institute. 1998;59:4320-4.

94. Zinedine, A. และคณะ, Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: An estrogenic mycotoxin. Food Chem.Toxicol 2006, doi:10.1016/j.fct.2006.07.030.

ประวัติผู้นิพนธ์บทที่ 12

ชื่อ : รองศาสตราจารย์ วงศ์วิวัฒน์ ทัศนียกุล

สถานที่ปฏิบัติงาน : สังกัดภาควิชาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การศึกษา : ภบ.,ภม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ
Ph.D.The State University of Ghent, Belgium
Postdoctorship: The Flinders University of South Australia
ประเทศออสเตรเลีย

ผลงานทางวิชาการ :

1. ผลงานวิชาที่ตีพิมพ์ในต่างประเทศและในประเทศไม่ต่ำกว่า 35 เรื่อง
2. มีประสบการณ์ในด้านวิจัย เรื่อง genetic polymorphism, Phenotype and genotype correlation, genetic polymorphism, anti-tuberculosis drugs, clozapine, aflatoxins in herbal medicinal products, Azathioprine-induced fatal myelosuppression, Thai herbal plants, current knowledge and practice, Monitoring of cyclosporine, vitamin $K_{1(20)}$, grapefruit juice
2. มีประสบการณ์แต่งหนังสือ เรื่อง ยาที่ไม่ต้องใช้ใบสั่งแพทย์ การศึกษาชีวสมมูลของยา, บทบาทของพันธุกรรมต่อการตอบสนองและความเป็นพิษของยา, ความร่วมมือในการใช้ยาของผู้ป่วย, ยาต้านไวรัสที่ใช้ในการรักษาโรคเอดส์, สาระพิษวิทยา ความเป็นพิษจากยารักษาโรค และคุณสมบัติต้านออกซิเดชันของพืชและน้ำหมักชีวภาพ

ประวัติผู้นิพนธ์บทที่ 12

ชื่อ : ดร.สุพัตรา ปรศุพัฒนา

สถานที่ปฏิบัติงาน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8 คณะเภสัชศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง
จังหวัดขอนแก่น 40002 โทรศัพท์ 043-362-089

อีเมล : psupatra@kku.ac.th, sporasup@yahoo.com

การศึกษา : Doctor of Philosophy (Ph.D)
(Pharmacology and Toxicology) Universtiy of Maryland, Baltimore, USA

ทุนวิจัยที่ได้รับ :
1. ทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2545
2. ทุนพัฒนาศักยภาพการทำวิจัยอาจารย์รุ่นใหม่ โดยสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาแห่งชาติร่วมกับ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย พ.ศ. 2547

ประสบการณ์การปฏิบัติงาน : ประสบการณ์การสอนในระดับอุดมศึกษาสาขาพิษวิทยาและสาขาเภสัชศาสตร์ 12 ปี

ดัชนี

ก
การควบคุมและรักษาโรคเบาหวาน 29
กผะ 340,342,344-353,358,360-361,363
กรดไขมัน (fatty acid) 476
กรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า 3 372,402
กรดไขมันที่จำเป็น 480,484,492,496,505
กรดไขมันในรูปทรานส์ 615
กรดไขมันในอาหาร 478,480
กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acids) 476,480
กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) 478,480
กรดอะมิโน 569-571
กระเทียม 312
กล้วย, กล้วยน้ำว้า 203,218,235,241,247
กล้วยหอม 315
กลุ่มสารประกอบไนโตรโซ 608,614
กลูโคซิโนเลต (glucosinolate) 450
การกร่อนของฟัน 403
การกลายพันธุ์ 606
การกวน 221
การแกง 212
การขาดแคลเซียม 373
การขาดวิตามิน B12 402
การจี่ 221
การเจียว 221
การใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร 408
การดูแลสุขภาพสำหรับผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง 490
การได้รับแร่ธาตุบางชนิดมากเกิน 401

การต้ม 220
การตุ๋น 221
การทอด 220
การนอนหลับไม่ปกติ 578
การนึ่ง 221
การบริโภคอาหารสำหรับผู้ที่เป็นโรคอ้วน 24
การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ 399
การประเมินภาวะอ้วน 485
การป้องกันโรคเบาหวาน 28
การปิ้ง 220
การเปรียบเทียบสัดส่วนพลังงาน 10
การผัด 220
การเผา 221
การย่าง 220
การแยกแยะสภาพร่างกาย 288
การลดน้ำหนัก 13,17,20
การลดภาวะไขมันในเลือด 40
การลวก 220
การล้างพิษ 565,580-583
การเลือกอาหารเพื่อโภชนาการ 4
การอดอาหาร 565-567,571-584
กำหนดปริมาณไขมัน 21
กำหนดปริมาณคาร์โบไฮเดรต 21
กำหนดปริมาณโปรตีน 21
กำหนดพลังงานอาหาร 20
กิโลแคลอรี่ 567
กี (Ghee) 362
กุ้ง 291,327
เกณฑ์ชี้วัดภาวะโภชนาการ 12

เกาลัด 291,319
แกงเขียวหวาน 220
แกงแค 205
แกงไตปลาน้ำข้น 203
แกงเลียง 206
แกงฮังเล 204
แกงโฮะ 203
ไกลโคไซด์ (glycosides) 465
ไกลโคไลซิส 568
ไกลซิดาไมด์ 606

ข

ขนมจีนน้ำเงี้ยว 203
ขมิ้นขาว 218,238,243,247,266
ข้อควรระวังในการบริโภคอาหารสด 399
ข้อปฏิบัติการกินอาหารเพื่อสุขภาพ 14
ข้าวเจ้า 292
ข้าวบัควีท 294
ข้าวบาร์เลย์ 294,295
ข้าวโพด 295
ข้าวฟ่าง 297
ข้าวยำ 208
ข้าวสาลี 288,294
ข้าวเหนียว 291,293
ขี้เหล็ก 219,223,228,235,236
ไข่ 15
ไขมัน 567-570,573,576-578,584
ไขมันที่บริโภคได้ 569
ไขมันและน้ำมัน 476,479
ไข่เยี่ยวม้า 328

ค

ครีเอติน 602
คลอสติเดียม โบทูลินัม 623
ความดันโลหิตสูง 577,579
ความเป็นพิษของแคดเมียม 617
ความเป็นพิษของสารปรอท 619
ความเป็นพิษของสารพิษโบทูลินัม 624
ความเป็นพิษของสารหนู 621
ความผิดปกติที่ผิวหนัง 578
ความพอเพียงของพลังงาน 9
คัมภีร์วรโยคสาร 341
คาร์โบไฮเดรต 567-572,577
คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน 372
คื่นไฉ่ 308
เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ 16
แคดเมียม (Cadmium) 617
แคโรทีนอยด์ (carotenoids) 450,466,496,502
แคลเซียม (calcuim) 237,373,472,505
แคลเซียมและฟอสฟอรัสในอาหารไทย 436
แคลอรี่ 565,573-580,583-585
โคเอนไซม์คิวเทน (coenzyme Q_{10}) 458,494,496

จ

จิตตานามัย 212
จีโนม (Genome) 517
จีโนมิคส์ (Genomics) 519
จุลจักรวาล 338,360
เจนิสเตอิน (genistein) 454,456,504,506

ฉ

ฉลากโภชนาการ 10

ช

ชะพลู หรือช้าพลู 213,214,236,238,239,243,249
ชะมวง 219,224,236,248,267
ชะลอความชรา 573
ชีวพิษจากเชื้อรา 631,647
ชีวิตานามัย 212
เชื้อราปนเปื้อนในอาหาร 631

ซ

ซานจา 317
ซานเอี้ยว 287,297,310
ซีราลีโนน (zearalenones) 641
ซุปหน่อไม้ 206
เซลลูโลส 567
โซเดียมไนไตรต์ 627

ด

ดาดาโม (Dr. Peter D' Adamo) 551
เดดเซอีน (daidzein) 452,454,456,504,506

ต

ตะพาบน้ำ 291,325
ตับหมู 291,329
ตารางแสดงคุณค่าอาหาร 19
เต้าหู้หมัก เต้าหู้ยี้ 329
แตงกวา 311
แตงโม 317
ไตรโทษะ (ตรีโทษ) 339,341

ถ

ถั่วเขียว 291,288,299,331
ถั่วแดง 300
ถั่วเมล็ดแห้ง 29
ถั่วลันเตา 301
ถั่วเหลือง 297

ท

ทรานส์คริปโตมิคส์ (Transcriptomics) 521
โทษะ (dosha) 339
ไทรโคทีซีน (thichothecenes) 639

ธ

ธงโภชนาการสู่การปฏิบัติ 6,7
ธรรมานามัย 212
ธาตุเจ้าเรือน 341,360-361
ธาตุเหล็ก 475

น

นม 15
น้ำตาลเชิงคู่ 567
น้ำตาลเชิงเดี่ยว 567,585
น้ำตาลแมนโนส 552
น้ำตาลอัลกอฮอล์ 465
น้ำปานะ 378
น้ำพริกปลาร้า 206
น้ำพริกหนุ่ม 204
นูทรีจีเนติคส์ (Nutrigenetics) 528
นูทรีจีโนมิคส์ (Nutrigenomics) 528
เนื้อไก่ 232
เนื้อเป็ด 324

เนื้อแพะ 288,323
เนื้อย่าง 329
เนื้อวัว 322
เนื้อสัตว์ไม่ติดมัน 14
เนื้อสุนัข 288,291,325
เนื้อหมู 321
ไนโตรซามีน (nitrosamines) 608,610,612,614
ไนโตรซาไมด์ (nitrosamides) 608,613,614
ไนไตรต์ (nitrite, NO_2^-) 609,612

บ

บัวบก 215,220,224,239,240,249
เบต้า- แคโรทีน 239,502
โบทูลินัมนิวโรท็อกซิน 624
ไบโออินฟอร์มาติคส์ (Bioinformatics) 525

ป

ปฏิกิริยาเมธิเลชัน (methylation) 621
ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) 375,605
ปฏิกิริยาอัลคีเลชัน (alkylation) 613
ประกฤติลักษณะ 341
ประภพ (prabhav) 348-349
ปริมาณกรดไขมันในอาหาร 41
ปริมาณโคเลสเตอรอลในอาหาร 41
ปริมาณโซเดียมในเครื่องปรุงรส 37
ปริมาณโซเดียมในอาหารต่างๆ 38
ปริมาณใยอาหาร 42
ปลังแดง 225,250,269
ปลาปักเป้า (puffer fish) 658
ปลิงทะเล 291,327
ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจขาดเลือด 39

ปากอักเสบเหตุฟันปลอม 549
ปาท่องโก๋ 328
ปิตตะ 340-342,344-353,358,360-361
ปู 291,326
โปรติโอมิคส์ (Proteomics) 522
โปรตีน 372,376,567,569-572
โปรโตซัว 627

ผ

ผงชูรส 330
ผลดีต่อสุขภาพของอาหารสด 393
ผลไม้ที่สามารถรับประทานสดได้ 431
ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับการลดน้ำหนัก 485
ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคกระดูกและข้อ 504
ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคความดันโลหิตสูง 491
ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด 489
ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคเบาหวาน 497
ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคมะเร็ง 500
ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสำหรับโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ 496
ผักกะหล่ำปลี 303
ผักกาดขาว 302
ผักกูไฉ่ 305
ผักกูด 215,220,236,238,239
ผักขี้หูด 203,237,238,243,251
ผักคราดหัวแหวน 203,231,235,245,252
ผักเชียงดา 215,244,252,271
ผักดอก 420
ผักดอง 329
ผักปวยเล้ง 291,304,329
ผักผล 421

ผักไผ่ 225,235,236,246,252
ผักพื้นบ้าน 390,409
ผักพื้นบ้านภาคกลาง 218-222
ผักพื้นบ้านภาคใต้ 227-235
ผักพื้นบ้านภาคเหนือ 213-217
ผักพื้นบ้านภาคอิสาน 223-227
ผักหัวและราก 420
ผักฮ้วนหมู 236,238,253,272

ฝ

ฝัก และเมล็ด 420

พ

พริกไทย 221,239,254,272
พรีไบโอติกส์ (prebiotics) 462
พลังงาน 565-572
พลูคาว 255,273
พิษจากสัตว์ทะเล 656
พืชผักที่กินสดได้ 419,421
พุทราจีน 287,294,320
เพกา 216,221,226,236,254
เพิ่มการเคลื่อนไหวร่างกาย 18
โพรไบโอติกส์ (probiotics) 461
โพรวิตามินเอหรือเบต้า-แคโรทีน 471
โพลีฟีนอล 450,451,496,505

ฟ

ฟักเขียว 306
ฟินอลลิค 450
ฟูโมนิซิน (fumonisins) 644
ไฟโตเคมิคอล (phytochemicals) 450

ไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) 450,452,453,504
ภ
ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน 32
ภาวะเบาหวาน 572,577,579-580
ภาวะพลังพร่อง 289
ภาวะเลือดพร่อง 289
ภาวะเลือดและพลังพร่อง 290
ภาวะหยางพร่อง 290
ภาวะหยินพร่อง 290
ภูมิปัญญาพื้นบ้าน 409
โภชนบำบัด 1
โภชนบำบัดทางการแพทย์ 25-26
โภชนบำบัดในผู้ที่มีระดับไขมันในเลือดสูง 22
โภชนบำบัดสำหรับการลดน้ำหนัก 21
โภชนาการพันธุศาสตร์ (Nutritional genomics) 528
ม
มละ 357
มวลร่างกาย 12
มะเขือเทศ 306
มะเร็งต่อมลูกหมาก 551
มะระ 291,309
มะระขี้นก 216,281,226,231,235,236,238,240,246,256-274
มะเร็งกระดูก 550
มะเร็งกระเพาะอาหาร 550,554
มะเร็งเต้านม 554
มะเร็งทางเดินปัสสาวะส่วนบน 550
มะเร็งที่พบบ่อยในประเทศไทย 500
มะเร็งปอด 551
มะเร็งหลอดอาหาร 550,551

มังสะ (mamsa) 354
มัชชะ (majja) 355
มันเทศ 296
มันฝรั่ง 313
เมตาโบโลมิคส์ (Metabolomics) 524
เมทะ (meda) 355
เมธิลเมอคิวรี (methylmercury) 619
เมล็ดทานตะวัน 329
เมล็ดพืชที่นิยมนำมาเพาะ 381,382,430
เมล็ดแฟลกซ์ (flax seed) 456
เมี่ยงคำ 204
แมกนีเซียม 475
แมงดาทะเล 658

ย

ยำถั่วพู 205
ยำและตำต่างๆ 411,437

ร

รสขม 286
รสเค็ม 285
รสที่ควรหลีกเลี่ยง 346
รสที่เหมาะสม 346
รสเปรี้ยว 285
รสเผ็ด 285
รสหวาน 285
รสะ 348-354
รัชตะ (rajta) 348-354
แร่ธาตุ 373,390,472
โรคกระดูกบาง 549
โรคกระดูกพรุน 549,551

โรคข้ออักเสบ 548
โรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ 578
โรคความดันโลหิตสูง 34-35
โรคเบาหวาน 25
โรคเบาหวานชนิดที่ 1 31-32
โรคเบาหวานชนิดที่ 2 28,30
โรคภูมิแพ้ 578
โรคมะเร็ง 578
โรคมะเร็งหลอดอาหาร 549
โรคลมชัก 577
โรคหลอดเลือดแข็งตัว 577
โรคหลอดเลือดหัวใจ 550
โรคหัวใจและหลอดเลือด 39
โรคอ้วน 16,17,576,578
โรคอ้วนลงพุง 17,25
โรคอาหารเป็นพิษจากโปรโตซัว 630

ฤ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, ฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น 239,390,496

ล

ลดการบริโภคอาหาร 17
ลาบ 206,211
เลคติน 552
เลือดหมู 330
โลหะหนัก 616

ว

วาตะ 339-342,344-353,358,360-361
วิตามิน 373,376,390
วิตามินซี 451,468,493,496

วิตามินอี (α-tocopherol) 469,496
วิธีเอมส์ (Ames test) 601
วิปากะ 348-349,351-353
วีรยะ 348-353
ไวรัสตับอักเสบไทป์ซี 549

ศ

ศาสนาบาไฮ 566
ศาสนาพุทธ 566
ศุกระ (sukra) 355

ส

ส้มจีน 314
สะเดา 205,222,234,236,238,240,246,257,274
สะตอ 207,222,234,236,257
สัดส่วนพลังงานที่ควรได้รับ (Caloric distribution) 5
ส้า 410,411
สารก่อมะเร็ง 377,400
สารกำจัดแมลง (insecticide) 649,650
สารกำจัดไร (acaricide) 649
สารกำจัดวัชพืช (herbicide) 649
สารกำจัดศัตรูพืช 648
สารกำจัดหนู (rodenticide) 649
สารกำจัดหอยและหอยทาก (mollussicide) 649
สารไซยาไนด์ 392,400
สารต้านโภชนาการ 381,392,399
สารต้านอนุมูลอิสระ 238,448,468,493,496
สารต้านเอนไซม์ (protease inhibitor) 399
สารปรอท 619
สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (fungicide) 649
สารพฤกษเคมี 374

สารพิษต่อไต 400
สารพิษต่อพันธุกรรม 377
สารพิษเตโตรโดท็อกซิน (Tetrodotoxin) 657
สารพิษที่ทำให้เกิดโรคคอพอก (goitrogenic substance) 399
สารพิษในพืชสด 399
สารพิษในเห็ดพิษ 653
สารพิษโบทูลินัม (Botulinum toxin) 622,627
สารพิษระคายเคือง 401
สารพิษสคอมบรอยด์ (Scombroid toxin) 657
สารไฟเตท (phytate) 392,399,403
สารสำคัญในพืช 390
สารหนู 620
สารอาหารในแต่ละส่วนบริโภค 11
สารอาหารและสารพลังงาน 4
สาลี่ 291,314
สาหร่ายทะเล 330
สาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งที่พบบ่อยในประเทศไทย 500
เส้นใยอาหาร (dietary fibers) 485,487,501
เส้นรอบพุง 12,13

ห
หน่วยพลังงานจากอาหาร 4
หนูทดลอง 566,577
หมู่บี 542,543,548,551,553
หมู่เอ 542,543,547,548,550,551,553-555
หมู่เอบี 542,543,548,549,551,553-555
หมู่โอ 542,543,547,549,553-555
หยางของไตพร่อง 290
หยางของม้ามพร่อง 290
หยางของม้ามและไตพร่อง 291

หยินของกระเพาะอาหารพร่อง 290
หยินของไตพร่อง 290
หยินของปอดพร่อง 290
หัวผักกาด 310
หัวหอม 307
เห็ด 330
เหรียง 208,234,258,275
เหล็ก 475

อ

องุ่น 318
อดอาหาร 359
ออคราทอกซิน (orchatoxins) 632,637
อ่อม,อ่อมปลาดุก 206
ออร์กาโนคลอรีน (organocholine) 650
อะครีลาไมด์ (acrylamide) 605
อะเซตีลโคลีน (acetylcholine) 624
อะฟลาทอกซิน (aflatoxins) 633,634
อัลคีลไดอะโซไฮดรอกไซด์ (alkyldiazohydroxides) 611
อัสถิ (asthi) 355
อายุรเวท 337,341,354-356,348,359-364
อาร์เอชแฟคเตอร์ (Rh factor) 542,543
อาหาร 343
อาหารครบ 5 หมู่ 14
อาหารคาร์โบไฮเดรต 20
อาหารจานด่วน 18
อาหารดิบที่ย่อยยาก 403
อาหารตามกระแส 18
อาหารตามฤดูกาล 235
อาหารตามหมู่เลือด 541-556

อาหารตามหลักโภชนาการ 1
อาหารที่ควรรับประทาน 23
อาหารที่ควรหลีกเลี่ยง 23
อาหารที่ปรุงด้วยความร้อน 377
อาหารบำรุงพลัง 291
อาหารบำรุงหยิน 291
อาหารบำรุงเลือด 291
อาหารบำรุงหยาง 291
อาหารปรับธาตุ 235
อาหารโปรตีน 30
อาหารเพื่อสุขภาพ 13
อาหารรสหวานจัด 15
อาหารแลกเปลี่ยนไทย 24
อาหารสด 379,412
อาหารสดกับสุขภาพตา 398
อาหารสดช่วยลดน้ำหนัก 395
อาหารสดบรรเทาโรคปวดข้อรูมาตอยด์ 395
อาหารสดบรรเทาอาการโรคปวดกล้ามเนื้อ 394
อาหารสดแบบงอก 381
อาหารสดแบบแช่เย็นจนแข็ง 383
อาหารสดแบบหมัก/ดอง 384
อาหารสดแบบแห้ง 383
อาหารสดป้องกันโรคอ้วน 395
อาหารสดลดสารพิษในร่างกาย 393,396
อาหารสดและระบบกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อ 394
อาหารสดและระบบทางเดินหายใจ 393
อาหารสดและระบบทางเดินอาหาร 393
อาหารสดและระบบภูมิคุ้มกัน 396
อาหารสดและระบบหัวใจและหลอดเลือด 393
อาหารสดและโรคกระดูกพรุน 395

อาหารสดสำหรับนักกีฬา 396
อินซูลิน 570-573,579
อุปวาส 359
เอ็นไซม์กาแลคโตสทรานสเฟอเรส 543
เอ็นไซม์เอ็นอะเซทิลกาแลคโตซามีนทรานสเฟอเรส 543,547
แอนติออกซิแดนท์ 373,384,390,395
แอปเปิ้ล 316
แอลกอฮอล์กับโรคเบาหวาน 31
แอลฟา-ไฮดรอกซิลไนโตรซามีน (α-hydroxynitrosamine) 611
แอสปาราจีน (asparagine) 605
โอชะ (ojas) 355,356,362

ฮ

ฮอร์โมนส์ 570-573
เฮทเทอโรไซคลิกเอมีนส์ (heterocyclic amines) 601,266
อาหารสดป้องกันการเกิดมะเร็ง 397

.....

A

ABO 541,542

Azadirachta indica 217,222,234,246,257

B

Basella rubra 215,220,225,231,242

Biomics Technology 518

C

Cassia siamea 219,223,228,248,267

Centella asiatica 215,220,224,249,268

cocliac disease 554

concanavalin A 552

Curcuma mangga 218,243,247,266

D

Diplazium esculentum 21,522,022,824,425

Dr.Peter D, Adamo 551

Dragea volubilis 213,223,233,253,272

E

Epigenetics 535

G

Garcinia cowa 219,224,248,267

Genetic modification 518

Gluten lectin 554

Gymnema inodorum 215,224,252,271

H

Helicobactor pylori 554

Houttuynia cordata 215,255,273

M

Momordica charantia 216,221,226,231,246

Musa sapientum 218,241,247,266

N

N-acetylglucosamine 552

O

Oroxylum indicum 216,221,226,232,246

P

Parkia speciosa 222,234,257,275

Parkia timoriana 234,258,275

Phytohaemagglutinin 552

Piper nigrum 221,254,272

Piper sarmentosum 214,219,229,243,249

Polygonum inodorum 225,246,252,271

R

Red kidney bean 552

S

Spilanthes acmella 243,251,270

.....