บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษารวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ความหมายของผักและผักพื้นบ้าน
2. คุณค่าด้านโภชนาการของผักพื้นบ้าน
3. บทบาทและผลของธาตุสังกะสีต่อสุขภาพ
4. เมตาบอลิซึมของธาตุสังกะสี
5. แหล่งอาหารที่มีปริมาณธาตุสังกะสีสูง
6. บทบาทและผลของธาตุทองแดงต่อสุขภาพ
7. เมตาบอลิซึมของธาตุทองแดง
8. แหล่งอาหารที่มีปริมาณธาตุทองแดงสูง
9. การหาปริมาณสารโดยการวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของผัก และผักพื้นบ้าน

สุนทร เรืองเกษม (2539) ได้ให้คำจำกัดคำว่า พืชผัก คือ พืชทุกชนิดที่เราสามารถนำส่วนต่าง ๆ เช่น ใบ ลำต้น ดอก ผล ราก อื่นๆ มาใช้บริโภคเป็นอาหารได้ โดยส่วนของพืชที่นำมาบริโภคนั้น จะต้องมีลักษณะอวบน้ำ อ่อนนุ่ม ไม่แข็ง ไม่เหี่ยว มีรสค่อนข้างหวานและที่สำคัญจะต้องไม่มีพิษต่อร่างกาย ผักบางชนิดอาจใช้บริโภคในลักษณะของผักในประเทศหนึ่ง แต่อาจเป็นผลไม้ วัชพืช ไม้ประดับหรือสมุนไพรในประเทศอื่น ขึ้นอยู่กับวัฒนธรรมและประเพณีของแต่ละท้องถิ่น ส่วน แสงโสม ลีนะวัฒน์ (2542) ได้ให้ความหมายของคำว่า ผัก คือ พืชที่ใช้เป็นอาหารที่มีธาตุอาหารประเภทไวตามินสูง ใช้ประกอบอาหารโดยเป็นเครื่องปรุงหลัก เป็นเครื่องปรุงรสและกลิ่นของอาหาร

ผักพื้นบ้าน คือ พรรณพืชผักพื้นบ้าน หรือพรรณไม้พื้นเมือง ในท้องถิ่นล้านนาภาคเหนือที่ชาวบ้านนำมาบริโภค เป็นผักตามวัฒนธรรมการบริโภคของชาวท้องถิ่น ในแหล่งธรรมชาติ (ป่าเขา ป่าละเมาะ ป่าแพะ หนองบึง ริมแม่น้ำ และธารน้ำ) สวน นาไร่ หรือชาวบ้านนำมาปลูกไว้ใกล้บ้านเพื่อความสะดวกในการเก็บมาบริโภค (สถาบันการแพทย์แผนไทย , 2540) นำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ด้านยารักษาโรค หรือด้านเศรษฐกิจ ผักพื้นบ้านเหล่านี้เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายทั่วไปในกลุ่มชนพื้นเมือง (ทิพย์รัตน์ มณีเลิศ , 2539)

ผักพื้นบ้านบางชนิดอาจเป็นพืชผักดั้งเดิม ที่เจริญงอกงามแพร่พันธุ์ในล้านนามาแต่โบราณ หรือบางชนิดอาจเป็นพืชพันธุ์ที่นำมาจากแหล่งอื่นปลูกไว้หลายชั่วอายุคน จนสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นล้านนาได้ ส่วนที่นำมาบริโภคนั้นแตกต่างกันออกไป เช่น อาจเป็นส่วนของใบ ยอดอ่อน ผล ดอก ราก ลำต้น หัว หรือทุกส่วนของต้นพืช ส่วนฤดูกาลที่จะบริโภคผักพื้นบ้านชนิดไหนนั้น ส่วนใหญ่จะขึ้นกับฤดูกาลของผลผลิตและการเจริญเติบโตของพืชผักชนิดนั้น ๆ เมื่อพูดถึงวิธีการนำผักมาปรุงหรือประกอบอาหารนั้นก็มีความแตกต่างหลากหลายไปตามชนิดของผัก นอกจากจะใช้เป็นอาหารแล้วผักพื้นบ้านบางชนิดชาวบ้านยังใช้เป็นยาสมุนไพรชนิดหาได้ง่ายในท้องถิ่น เพื่อรักษาหรือแก้โรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ บางชนิดใช้เป็นอาหารเสริม เพราะเชื่อว่าช่วยเพิ่มกำลังหรือบำรุงร่างกาย การบริโภคพืชบางชนิดจะเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมประเพณีความเชื่อ พืชบางชนิดใช้ในการประกอบพิธีกรรมทางศาสนาหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ ตามทัศนคติและความเชื่อที่ปฏิบัติกันมาจนเป็นประเพณีการรดน้ำดำหัวของคนภาคเหนือก็จะใช้ส้มป่อยแช่น้ำพร้อมดอกมะลิ ถือว่าเป็นพืชมงคลและนอกจากนี้ยังใช้ส้มป่อยนั้นต้มหรือแกงปรุงเป็นอาหารสำหรับคนที่ฟื้นไข้ เพื่อกระตุ้นความอยากอาหารของคนไข้ได้ด้วย (ทิพย์รัตน์ มณีเลิศ , 2539)

2.2 คุณค่าด้านโภชนาการของผักพื้นบ้าน

อาหารธรรมชาติ และพืชผักพื้นบ้าน นั้นเป็นแหล่งวิตามินและเกลือแร่ที่สำคัญ ซึ่งนับว่ามีคุณค่าทางโภชนาการ ปลอดภัยจากสารเคมีทางการเกษตร (สถาบันการแพทย์แผนไทย และกองทุนสิ่งแวดล้อมโลก , 2537) ดังนั้นควรมีการส่งเสริมการบริโภคอาหารธรรมชาติและพืชผักพื้นบ้านให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น โดยแนะนำชนิดของอาหารวิธีการปรุงอาหารธรรมชาติและพืชผักพื้นบ้านให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น และสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของอาหารนำพืชผักพื้นบ้านมาบริโภคให้ครบส่วนตามหลักโภชนาการ เป็นอาหารที่มีคุณค่าทำให้ร่างกายแข็งแรง สมบูรณ์ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ และทำให้อายุยืน อาหารและพืชผักพื้นบ้านเป็นเสมือนยาอายุวัฒนะที่บำรุงร่างกายให้ แข็งแรง พืชผักบางชนิดก็เป็นสมุนไพรด้วย เช่น กระชาย กระเทียม กระเพรา ข่า ตะไคร้ พริกไทย หัวหอม ฯลฯ ซึ่งสมุนไพรเหล่านี้ มีคุณค่าทางโภชนาการและมีสรรพคุณในการบำบัด

รักษาการหลั่งของน้ำนม หัวหอมช่วยลดน้ำตาลกลูโคสในเลือด นอกจากนี้ยังสามารถรักษากลากเกลื้อนได้อีกด้วย (ทิพย์รัตน์ มณีเลิศ , 2539)

พืชผักพื้นบ้านภาคเหนือนั้นมีอยู่มากมายหลายชนิด บางชนิดใช้เป็นอาหารบริโภคโดยตรง บางชนิดใช้เป็นเครื่องแกล้มหรือจิ้มน้ำพริก บางชนิดใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารหรือผักเดี่ยวในอาหารแต่ละมื้อ มีความหลากหลายทั้งชนิดพืชพันธุ์ และคุณสมบัติต่าง ๆ การใช้ผักเหล่านี้ก็จะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่บริโภคในแต่ละมื้อ เช่น คนภาคเหนือนั้นนิยมบริโภคน้ำพริกเป็นอาหารประจำวันโดยที่ผักจิ้มที่นำมาบริโภคร่วมกันกับน้ำพริก ก็จะหมุนเวียนเปลี่ยนไปตามฤดูกาล และความเหมาะสมของผักและน้ำพริกแต่ละชนิด ตลอดจนถึงวิธีการที่จะปรุงแต่งผักที่จะนำมาจิ้มน้ำพริก ผักที่นำมาจิ้มน้ำพริกนั้นจะเป็นผักพื้นบ้านที่หาได้ทั่ว ๆ ไป ที่มีประโยชน์ทั้งในแง่อาหารและยา มีการเจริญงอกงามและวิวัฒนาการมาเป็นเวลายาวนาน เมื่อรับประทานพืชผักหลากหลายชนิดแล้ว ร่างกายก็จะได้สารอาหารประเภทต่าง ๆ ตามที่ร่างกายต้องการคุณค่าสารอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพืชผักพื้นบ้านและพืชผักตามธรรมชาติที่มีในฤดูกาลต่าง ๆ จากการวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารของกองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข พบว่า พืชผักพื้นบ้านนั้นมีคุณค่าทางโภชนาการสูงบางชนิดจะสูงกว่าพืชผักอื่นหรือผักเศรษฐกิจที่คนนิยมบริโภคกัน (ทิพย์รัตน์ มณีเลิศ, 2539)

2.3 บทบาทและผลของธาตุสังกะสีต่อสุขภาพ

สังกะสีเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นของพืช สัตว์ และคน เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายตัวที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างและสลายตัวของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และการสังเคราะห์ Ribonucleic acid (RNA) (Michael and Nancy, 2001) หน้าที่ของสังกะสีที่เกี่ยวข้องกับ RNA คือเป็นตัวขัดขวางการทำงานของ ribonuclease ถ้าร่างกายขาดสังกะสีเอนไซม์ตัวนี้จะทำลาย RNA เพิ่มขึ้น ทำให้มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์โปรตีนในร่างกาย สังกะสีที่พบในร่างกายจะอยู่ในรูป Zn metalloenzyme พบในเนื้อเยื่อของอวัยวะต่าง ๆ แสดงว่าสังกะสีมีหน้าที่สำคัญ และมีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิต ช่วยในการเจริญเติบโต และพัฒนาการของอวัยวะต่าง ๆ

สังกะสีเป็นส่วนประกอบของ metalloenzyme ในระบบชีวภาพมากกว่า 50 ชนิด (Kenneth et al , 2001) และเป็นส่วนประกอบของเซลล์และเยื่อบุผนังเซลล์ซึ่งมีความสำคัญในการรักษาสภาพโครงสร้างของสารอินทรีย์และเยื่อบุผนังเซลล์ สังกะสีช่วยทำให้โครงสร้างโมเลกุลของ RNA , DNA และ Ribosomes มีความมั่นคง สังกะสีมีบทบาทสำคัญในการเผาผลาญสารอาหารโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และกรดนิวคลีอิก จึงมีความสำคัญในขบวนการเจริญเติบโตและการพัฒนาการในเด็ก การขาดสังกะสีทำให้การเจริญโตชะงัก นอกจากนั้นสังกะสียังเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นในระบบการสร้างภูมิคุ้มกัน (http://www.vitaminsplus.com/vplus/zinc.htm 13 June 2001)

ความเพียงพอของสังกะสีที่ร่างกายได้รับขึ้นกับปัจจัยหลักสองประการ คือ

- ปริมาณสังกะสีในอาหาร และ
- การนำเอาสังกะสีจากอาหารไปใช้ประโยชน์ในร่างกาย (bioavailability)

ความต้องการสังกะสีของร่างกายอาจจะเพิ่มขึ้นได้ในบางกรณี เช่น เมื่อมีการติดเชื้อ หนอนพยาธิ ท้องเสีย สารอาหารบางชนิด เช่น ใยอาหาร ไฟเตท แคลเซียม และโปรตีนจะมีผลต่อการดูดซึมสังกะสี โดยที่ไฟเตทและใยอาหารจะมีผลในการยับยั้งการดูดซึมสังกะสี ปริมาณของสังกะสีที่จะถูกดูดซึมเอาไปใช้ จึงขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์ของสารอาหารต่าง ๆ กับสังกะสีในอาหาร

ปริมาณสังกะสีในอาหารจะเปลี่ยนแปลงตามอาหารที่รับประทาน และจะมีความสัมพันธ์กับอาหารโปรตีนที่บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่มาจากเนื้อสัตว์ หอย อาหารทะเลจะเป็นแหล่งอาหารที่ดีของสังกะสี อาหารจำพวกไข่ นม ไก่ และปลา จะมีสังกะสีต่ำ โปรตีนจากพืช เช่น ถั่วเหลือง จะมีสารไฟเตทซึ่งจะยับยั้งการดูดซึมสังกะสีในลำไส้ สังกะสีบางส่วนจะถูกดูดซึมในกระเพาะอาหาร นอกจากไฟเตทและใยอาหารแล้ว ปัจจัยสารอาหารอื่น เช่น ออกซาเลท เหล็ก ทองแดง และดีบุก จะยับยั้งการดูดซึมสังกะสี หลังจากสังกะสีถูกดูดซึมแล้วจะรวมกับ albumin เพื่อการขนส่งไปในกระแสเลือดไปยังตับและเนื้อเยื่ออื่น ๆ โดยที่ไม่มีการเก็บสะสมไว้เฉพาะในอวัยวะใดอวัยวะหนึ่งในร่างกาย ปริมาณสังกะสีทั่วร่างกายมีประมาณ 2 ถึง 3 กรัม จะกระจายไปทุก ๆ ส่วนทั่วร่างกาย โดยที่ปริมาณสังกะสีในเลือดจะมีประมาณ 900 ไมโครกรัม/ 100 มิลลิลิตร 75 – 88% จะอยู่ในเม็ดเลือดแดง 12-22% อยู่ในพลาสมา และประมาณ 3% อยู่ในเม็ดเลือดขาว สังกะสีในเม็ดเลือดขาวจะรวมอยู่กับ enzyme carbonic anhydrase ทั้งปริมาณสังกะสีในเม็ดเลือดแดง และการทำงานของ enzyme carbonic anhydrase จะขึ้นอยู่กับระดับฮีโมโกลบิน และฮีมาโตคริต สังกะสีในซีรัมเกือบทั้งหมดจะรวมอยู่กับโปรตีน กล่าวคือ 60-80% จะรวมอยู่กับ albumin หลวม ๆ ทำหน้าที่ขนส่งสังกะสี อีก 30-40% จะรวมอยู่กับ alpha-2-macroglobulin ซึ่งยังไม่ทราบบทบาทที่แน่นอน อีก 2-8% จะรวมกับ transferrin และกรดอะมิโนอิสระ ส่วนนี้จะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ (ปราณีต ผ่องแผ้ว , 2539)

นอกจากนี้สังกะสียังเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ในตับ เช่น carboxypeptidase dehydro genase ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยเพิ่มความเป็นกรดในกระเพาะอาหารช่วยทำลายแอลกอฮอล์ในร่างกาย และมีความสำคัญต่ออินซูลิน เนื่องจากสังกะสีเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด เช่น carbonic andhydrase , carbonic peptidase ช่วยในการทำงานของเอนไซม์ในร่างกายหลายชนิด เช่น arginase , peptidase , inolase สังกะสีจึงมีความสำคัญต่อร่างกายดังนี้ ช่วยการเก็บวิตามินเอในตับและการจายออกไปในกระแสเลือด ช่วยให้

ร่างกายใช้วิตามินซีได้ประโยชน์สมบูรณ์ขึ้น ช่วยการเจริญเติบโตของต่อมเพศและอวัยวะเพศ ช่วยการเจริญเติบโตของสเปิร์ม ถ้าหากผู้ชายในช่วงวัยรุ่นได้รับธาตุสังกะสีไม่เพียงพอจะทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์ในการสืบพันธุ์ได้ กล่าวคือเมื่ออายุมากขึ้น จะทำให้อัตราการสืบพันธุ์ลดลง เนื่องจากสเปิร์มไม่มีการเจริญเติบโต (http://www.wellnessweb. com/nutri/think_zinc.htm 13 June 2001) ช่วยการเจริญเติบโตของต่อมลูกหมาก ช่วยให้เกิดความอยากอาหาร ช่วยในการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง ช่วยระบบคุ้มกันโรคของร่างกายโดยเพิ่มเม็ดเลือดขาวที่เรียกว่า ที – เซลล์ ช่วยให้แผลหายเร็ว ช่วยการทำงาน DNA และ RNA ช่วยทำให้การหมุนเวียนของเลือดดีขึ้น เป็นต้น สังกะสีช่วยต้านพันธุกรรม เนื่องจาก DNA และ RNA เป็นสารพันธุกรรมที่จะถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปยังลูก RNA เป็นกรดนิวคลีอิกที่จะถ่ายทอดคำสั่งไปยังเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายให้ปฏิบัติงานให้ถูกต้องเหมาะสมเพื่อชีวิตและสุขภาพตามที่ DNA กำหนดไว้ นอกจากสังกะสีแล้ว วิตามินบี 6 วิตามินบี 12 และวิตามินเอ ยังมีส่วนช่วยสังเคราะห์ RNA และ DNA

อาการที่ปรากฏเมื่อร่างกายขาดธาตุสังกะสี คือไม่อยากรับประทานอาหาร ร่างกายไม่เจริญเติบโต ม้ามโต โลหิตจาง ผิวหนังมีบาดแผลหรือพิการ แผลหายช้า ผมร่วง ลดความว่องไวและความชัดเจนของรสชาติ ในเด็กหญิงวัยรุ่นทำให้มีประจำเดือนไม่สม่ำเสมอ ในคนหนุ่มสมรรถภาพทางเพศลดลง อาจปวดเข่า ข้อ ตะโพก ถ้าขาดสังกะสีเรื้อรัง อาจทำให้เซลล์ร่างกายมีแนวโน้มในการเกิดมะเร็ง ทั้งยังทำให้เกิดความเครียด ความเหนื่อยเพลีย ติดเชื้อง่าย ลดความกระปี้กระเปร่าและแคล่วคล่อง ยืดเวลาการวิวัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ นอกจากจะเกิดความไม่ปกติของต่อมสืบพันธุ์ คือ รังไข่ ลูกอัณฑะ แล้วยังเกิดอาการแคระแกรน (dwarism) ส่วนอาการขาดอย่างรุนแรงจะมีอาการพุพองตามมือและเท้า (ทรงศักดิ์ ลิ่มไพบูลย์, 2538)

2.4 เมตาบอลิซึมของธาตุสังกะสี

สังกะสีจะดูดซึมได้ดีในลำไส้เล็ก (King JC et al , 2000) บริเวณเดียวกับการดูดซึมเหล็ก ทำให้การดูดซึมเข้าสู่ร่างกายของธาตุทั้งสอง พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการดูดซึมคือ เหล็กต่อสังกะสีเท่ากับ 2 ต่อ 1 จึงจะดูดซึมธาตุทั้งสองได้ดีที่สุด ในร่างกายมีสังกะสีอยู่ประมาณ 1.4 – 2.3 กรัม ร่างกายจำเป็นต้องดูดซึมธาตุสังกะสี วันละ 5 มิลลิกรัม เพื่อรักษาระดับธาตุสังกะสีใน ร่างกายให้เพียงพอ สังกะสีจะอยู่กระจัดกระจายในเนื้อเยื่อ อวัยวะและพลาสมา ในพลาสมามีสังกะสีประมาณ 120 ไมโครกรัม / 100 มิลลิลิตร บางส่วนจะไปเกาะจับ (deposit) ที่กระดูก สังกะสีส่วนนี้ไม่สามารถกลับคืนหรือเคลื่อนที่เพื่อรักษาความสมดุลในเนื้อเยื่อ หรืออวัยวะได้อย่างรวดเร็ว ธาตุสังกะสีมีอยู่มากมายในเม็ดเลือดแดง เซลล์ตับ เซลล์ตับอ่อน เซลล์ไต เซลล์ของม้าม เซลล์ระบบประสาทส่วนกลาง ตา กระดูก กล้ามเนื้อ ต่อมลูกหมาก (postate) และอัณฑะ (testes)

ผิวหนัง ผม เล็บมือ และเล็บเท้า (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2541) พบสังกะสีอยู่ในต่อมลูกหมาก มากกว่าอวัยวะส่วนอื่นในร่างกาย คนที่เป็นโรคต่อมลูกหมากโต มะเร็งต่อมลูกหมาก จะมีสังกะสีลดลงอย่างมากในต่อมลูกหมาก ระดับสังกะสีในเลือดจะลดลงอย่างมากในคนที่เป็นโรคตับแข็งจากพิษสุราและโรคตับอื่น ๆ แผลในกระเพาะอาหาร พยาธิในลำไส้ การเสียเลือดจำนวนมากและเป็นเวลานาน โรคหัวใจที่มีภาวะวิกฤต โรคปัญญาอ่อน ซีสติกไฟโบซิล ในหญิงมีครรภ์ หรือกินยาคุมกำเนิด คนติดเหล้า (ทรงศักดิ์ ลิ่มไพบูลย์, 2538)

2.5 แหล่งอาหารที่มีปริมาณธาตุสังกะสีสูง

แหล่งอาหารที่มีสังกะสีที่ดีได้แก่ เนื้อ ตับ ไข่ นม โยเกิร์ต (อดุง ศิลป์ประเสริฐ, 2543) อาหารทะเลพวกมีเปลือก เช่น หอย กุ้ง ปู โดยเฉพาะหอยนางรม (บัญชา สุวรรณานนท์, 2541) ปลาทูน่า ปลาซาร์ดีน เพราะร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้ดี และอาหารกลุ่มนี้จะพบประมาณ 2 – 6 มิลลิกรัม/100 กรัม ส่วนในเมล็ดธัญพืชที่ไม่ผ่านการขัดสี เช่น ข้าวสาลี ข้าวไรย์ ข้าวโอ๊ต ขนมปัง ข้าวโพด ถั่วเหลือง พืชกินหัว ได้แก่ white turnips เครื่องปรุงรสได้แก่ พริกไทยดำ มัสตาร์ดบดจะมีสังกะสีส่วนที่ร่างกายดูดซึมไปใช้น้อยที่สุด ในกลุ่มนี้จะพบประมาณ 0.5 มิลลิกรัม/100 กรัม ในน้ำดื่มมีน้อยมาก ส่วนในพืชมีมากในโกโก้ ชา กระถิน ธัญพืช และถั่วเมล็ดแห้ง นอกจากนี้ในผัก และผลไม้มีธาตุสังกะสีอยู่พอสมควร การมีสังกะสีน้อยในพืชผักจะขึ้นกับดินที่ปลูก (ทรงศักดิ์ ลิ่มไพบูลย์, 2538)

จากการศึกษาทดลองที่ผ่านมามีข้อมูลที่บ่งชี้ว่า เนื้อสัตว์ และอาหารทะเลเป็นแหล่งที่ดีของสังกะสี เพราะจากการนำไปใช้ประโยชน์ของร่างกาย ซึ่งจะเห็นได้ว่าสังกะสีในเนื้อสัตว์จะดูดซึมได้ดีกว่าสังกะสีที่มีในอาหารจำพวกพืชผักหรือธัญพืช เนื่องจากอาหารจำพวกหลังนี้มีปริมาณเส้นใยสูงและยังมีไฟเตทด้วย ซึ่งทั้งสองอย่างนี้จะขัดขวางการดูดซึมสังกะสีในลำไส้ ดังนั้นบุคคลที่ชอบบริโภคพืชผักและธัญพืช โดยเฉพาะพวกมังสวิรัติ จะต้องเพิ่มปริมาณการบริโภคเพื่อทดแทนบางส่วนที่ดูดซึมไม่ได้ (ปราณีต ผ่องแผ้ว, 2539) ปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในผักชนิดต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 และ 2.2 สำหรับปริมาณธาตุสังกะสีที่ควรได้รับใน 1 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 ปริมาณธาตุสังกะสีในผักชนิดต่าง ๆ (ปริมาณต่อ 100 กรัม)

ชื่อผัก	สังกะสี (ไมโครกรัม)
ชะอม	529
คะน้า	547
ตำลึง	487
ถั่วลันเตา	556
ใบกระเพรา	548
ใบชะพลู	956
ใบแมงลัก	412
ใบโหระพา	845
ผักปวยเล้ง	644

ที่มา : รัชนี คงคาฉุยฉายและคณะ , 2534

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุสังกะสีในผักทั่วไปที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์และปลูกแบบเกษตรเคมี (ไมโครกรัม ต่อ 100 กรัม)

การบริโภค	ผักทั่วไปที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์	ผักทั่วไปที่ปลูกแบบเกษตรเคมี
ส่วนของใบ[1]	436.61	344.57
ส่วนของทั้งใบและดอก[2]	401.37	458.92
ส่วนของผล[3]	294.04	345.08

ที่มา : ปรารถนา อเนกปัญญากุล , 2544

ส่วนของใบ[1] ผักทั่วไปที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์และผักทั่วไปที่ปลูกแบบเกษตรเคมี ได้แก่ ผักชะอม ผักกาดขาว ผักกาดขาวใบเขียว ผักชี และผักบุ้งจีน

ส่วนของทั้งใบและดอก[2] ผักทั่วไปที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์และผักทั่วไปที่ปลูกแบบเกษตรเคมี ได้แก่ ผักกวางตุ้ง

ส่วนของผล[3] ผักทั่วไปที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์และผักทั่วไปที่ปลูกแบบเกษตรเคมี ได้แก่ ข้าวโพดอ่อน ถั่วฝักยาว พริกขี้หนู และแตงกวา

ตารางที่ 2.3 ปริมาณธาตุสังกะสีที่ควรได้รับใน 1 วัน

อายุ	ปริมาณที่ควรได้รับ (มิลลิกรัม)
ต่ำกว่า 6 เดือน	5
6 - 12 เดือน	5
1 - 10 ปี	10
ผู้หญิง 11 ปีขึ้นไป	15
ผู้ชาย 11 ปีขึ้นไป	15
หญิงมีครรภ์	20
หญิงให้นมบุตร (6 เดือนแรก)	25
หญิงให้นมบุตร (6 เดือนหลัง)	25

ที่มา : กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข, 2532

2.6 บทบาทและผลของธาตุทองแดงต่อสุขภาพ

ทองแดงมีในเอนไซม์ประมาณ 21 ชนิด และความสำคัญของทองแดงที่มีต่อสุขภาพโดยเอนไซม์ที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่งคือ Histaminase ซึ่งทำหน้าที่ย่อยสารฮิสตามีน ผู้ที่มีอาการภูมิแพ้ทุกคน (หมายถึงผู้ที่ร่างกายผลิตสารฮิสตามีนออกมามากเกินไป) จะต้องการเอนไซม์ชนิดนี้เพื่อรักษาระดับเกลือแร่ทองแดงในร่างกายให้เป็นปกติ ส่วนเอนไซม์ที่ต้องอาศัยทองแดงอีกชนิดหนึ่งคือ Cytochrome oxidase ซึ่งจำเป็นสำหรับการเผาผลาญพลังงาน

จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า บางคนที่มีอาการอ่อนเพลียเรื้อรัง และร่างกายโดยทั่วไปอ่อนแอจะมีระดับทองแดงในร่างกายที่ต่ำมาก

นอกจากนี้ทองแดงยังมี Superoxide Dismutase (SOD) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยปกป้องร่างกายต่อการแพ้สารเคมี และยังมีบทบาทในการชลอความชรา บรรเทาอาการของโรคข้ออักเสบและโรคความเสื่อมของร่างกายทั่วไป ระดับของ SOD จะต่ำกว่าปกติในโรคภัยไข้เจ็บเกือบทุกชนิด

นอกจาก SOD แล้วยังมีเอนไซม์อื่น ๆ อีกหลายชนิดที่ใช้ทองแดงเป็นสารสกัดพิษของสารเคมีต่าง ๆ ทองแดงยังพบใน Polyphenol oxidase ซึ่งจำเป็นในการย่อยสลายสารฟีนอล ซึ่งระเหยจากผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดบ้านทั่ว ๆ ไป ทองแดงยังจำเป็นต่อการสังเคราะห์ Glutathione peroxidase และปฏิกิริยาของเอนไซม์ Catalase แม้ว่าจะไม่ได้ถูกนำไปใช้ในเอนไซม์เหล่านั้นโดยตรง

นอกจากนั้นเกลือแร่ทองแดงยังมีบทบาทสำคัญในกระบวนการชีวเคมีที่เกี่ยวกับอารมณ์อีกด้วย ตัวอย่างเช่น ทองแดงในเอนไซม์ Dopamine beta hydroxylase ทำหน้าที่เผาผลาญ Norapinephrine ซึ่งเป็นสารที่เกี่ยวข้องกับอาการซึมเศร้าและอ่อนเพลีย ทองแดงยังเป็นสารที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์ฮอร์โมนที่เกี่ยวกับอารมณ์อื่น ๆ อีกหลายชนิดเช่น โดพามีน และซีโรโกนิน (ซึ่งใช้ในยารักษาอาการซึมเศร้าหลายชนิด) และฮอร์โมนความเครียด (แอดรีนัล) ที่สำคัญคือ Epinephrine ทองแดงยังมีอิทธิพลต่ออารมณ์ของเรามาก เพราะจำเป็นต่อการทำงานของสารที่เรียกว่า Amidoxidase ซึ่งทำงานในการเผาผลาญโปรตีนของสื่อนำประสาท (neuro-transmitter) หลายชนิดในสมองที่ทำหน้าที่ควบคุมอารมณ์และความคิด

นอกจากนี้ทองแดงยังเป็นสารที่จำเป็นในการป้องกันโรคหลอดเลือดแข็ง (arteriosclerosis) และโรคคอเลสเตอรอลในเลือดสูง โรคเส้นโลหิตแดงโป่งพอง (aneurysms) คลื่นไฟฟ้าหัวใจผิดปกติ การเกิดลิ่มเลือดมากเกินควร (ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคหัวใจพิบัติและโรคหลอดเลือดตีบ) และจำเป็นในการเผาผลาญน้ำตาลด้วย

ทองแดงเป็นสารสำคัญในเอนไซม์ deta-9-desaturase ซึ่งทำหน้าที่เผาผลาญกรดไขมันที่จำเป็นเพื่อใช้สร้างเยื่อบุผนังเซลล์ (ฉัตรตระกูล เจียจันทร์พงษ์ , 2537)

ธาตุทองแดงมีความสำคัญต่อเมตาบอลิซึมของเหล็ก โดยที่ทองแดงในพลาสมาที่อยู่ในรูปของ ceruloplasmin จะเปลี่ยนเหล็กจาก เหล็กเฟอรัส ไปเป็นเหล็กเฟอริคแล้วเหล็กเฟอริคจะรวมตัวกับ Apotransferrin กลายเป็น Transferrin ซึ่งทำหน้าที่ขนถ่ายเหล็กในร่างกาย และเป็นส่วนหนึ่งของน้ำย่อย Tyrosinase ซึ่งจำเป็นต่อการเปลี่ยนไทโรซิน เป็นเมลานินซึ่งเป็นสีคล้ำของผมและผิวคน เป็นส่วนประกอบในน้ำย่อย Cytochrome c oxidase น้ำย่อย Catalase ซึ่งเกี่ยวกับระบบหายใจ และการปล่อยพลังงานในเซลล์ นอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของโปรตีน และการรักษาแผล และจำเป็นในการสังเคราะห์ฟอสโฟลิปิด ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นในการสร้าง myelin ที่อยู่รอบเส้นประสาท และยังช่วยร่างกายในการออกซิไดส์วิตามินซี ซึ่งทองแดงและวิตามินซีจะร่วมกันในการสร้าง Collagen และ Elastin ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของร่างกายที่ช่วยบำรุงรักษาผิวหนังและทำให้ผิวหนังเกิดความยืดหยุ่น มีความสำคัญในการสร้างกระดูกและบำรุงรักษากระดูก และสร้าง RNA (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2541)

ถ้าร่างกายได้รับมากเกินไปจะเกิดพิษต่อร่างกาย ในกรณีที่มีโรคทางพันธุกรรมเกิดขึ้นเนื่องจากขาด Protein α - globulin ทำให้ในเลือดมี ceruloplasmin น้อย จะมีทองแดงไปสะสมอยู่ที่ตับและสมอง เรียกว่า Wilson's disease ถ้ามีทองแดงเป็นจำนวนมากจะทำให้ตับแข็ง ไตทำงานผิดปกติเพราะทองแดงถูกขับออกมาทางปัสสาวะ และเกิดความผิดปกติของระบบประสาทด้วย (นิธิยา รัตนาปนนท์, และ วิบูลย์ รัตนาปนนท์ 2537) และนอกจากนั้นการขาดธาตุทองแดงยังมีผล

กระทบต่อการเคลื่อนย้ายธาตุเหล็ก ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์โปรตีนต่าง ๆ ในร่างกายโดยเฉพาะ collagen , elastin และ myelin ซึ่งอาจทำให้เกิดโรคหัวใจและระบบประสาทผิดปกติ ทำให้กล้ามเนื้อไม่สัมพันธ์กัน เกิดโรคที่เรียกว่า sway back (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, และสุธน ตั้งทวีวิพัฒน์ , 2543)

2.7 เมตาบอลิซึมของธาตุทองแดง

ทองแดงเป็นแร่ธาตุที่อยู่ในปริมาณเล็กน้อย พบในเนื้อเยื่อทั่วไปของร่างกาย ในตับและเนื้อเยื่อของตา มีความเข้มของทองแดงมากกว่าส่วนอื่น ๆ ในตับของทารกจะมีทองแดงมากกว่าในผู้ใหญ่ 5 – 10 เท่า ส่วนมากทองแดงมักจะจับกับโปรตีน และการเรียกชื่อตามอวัยวะนั้น ๆ เพื่อให้ทราบได้ง่ายเช่น ที่ตับเรียก Hepatocuprein ที่สมองเรียก Cerebrocuprein ในเม็ดเลือดแดงเรียก Erythrocuprein ทองแดงที่บริโภคจะถูกใช้ในร่างกายประมาณร้อยละ 30 การดูดซึมจะเกิดขึ้นบริเวณกระเพาะและลำไส้เล็กตอนต้น (duodenum) แล้วจะรวมกับ albumin ทองแดงจะเคลื่อนจากลำไส้ลงสู่กระแสโลหิตไปยังตับ บางส่วนไปยังไตหลังจากที่ย่อยแล้ว 15 นาที ที่ตับทองแดงจะรวมกับ ceruloplasmin ซึ่งจะเป็นตัวกลางในการขนส่งทองแดงไปยังเซลล์ หรืออวัยวะต่าง ๆ ที่มี receptor สำหรับการจับทองแดงทั่วร่างกายที่จะต้องใช้ทองแดง เมื่อ receptor จับทองแดงแล้วจะปล่อยให้เป็นอิสระในเซลล์เพื่อที่จะนำไปใช้ต่อไป (ปราณีต ผ่องแผ้ว , 2539) ทองแดงที่บริโภคส่วนมากถูกขับออกทางอุจจาระและน้ำดี มีส่วนน้อยที่ขับออกทางปัสสาวะ การกินอาหารที่มีธาตุโมลิบดีนัม (Mo) สังกะสี (Zn) และแคดเมียม (Cd) ในปริมาณสูงจะทำให้ความต้องการทองแดงมากขึ้น เพราะธาตุเหล่านี้เป็นสารต้านฤทธิ์ทองแดงในร่างกาย นอกจากนี้การได้รับวิตามินซีสูงจะทำให้การดูดซึมทองแดงลดลง และทำให้ระดับ ceruloplasmin ในพลาสมาลดลงด้วย ทองแดงจะถูกเก็บไว้ในเนื้อเยื่อและสะสมไว้มากในตับ ไต หัวใจ และสมอง (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2541)

2.8 แหล่งอาหารที่มีปริมาณธาตุทองแดงสูง

แหล่งอาหารที่ดีที่สุดของทองแดง คือ เครื่องในสัตว์ อาหารทะเล ผลไม้เปลือกแข็ง เมล็ดพืช ข้าว และถั่วทั้งเมล็ด (ปราณีต ผ่องแผ้ว , 2539) สำหรับปริมาณแร่ธาตุทองแดงในผักชนิดต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4 และปริมาณธาตุทองแดงที่ควรได้รับใน 1 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 ปริมาณธาตุทองแดงในผักชนิดต่าง ๆ (ปริมาณต่อ 100 กรัม)

ชื่อผัก	ทองแดง (ไมโครกรัม)
ตำลึง	141
ดอกกุยฉ่าย	103
ถั่วงอก	110
ถั่วฝักยาว	183
ใบกระเพรา	139
ใบชะพลู	149
ใบแมงลัก	160
ใบโหระพา	161
ผักบุ้งจีน	90
ผักป่วยเล้ง	81

ที่มา : รัชนี คงคาฉุยฉาย และคณะ , 2534

ตารางที่ 2.5 ปริมาณธาตุทองแดงที่ควรได้รับใน 1 วัน

อายุ	ปริมาณที่ควรได้รับ (มิลลิกรัม)
แรกเกิดถึง 2 เดือน	เลี้ยงด้วยนมแม่
3 – 5 เดือน	0.5 – 0.7
6 – 11 เดือน	0.7 – 1.0
1 - 6 ปี	1.0 – 2.0
7 – 9 ปี	2.0 – 2.5
ผู้หญิง 10 ปีขึ้นไป	2.0 – 3.0
ผู้ชาย 10 ปีขึ้นไป	2.0 – 3.0

ที่มา : กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข, 2532

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

2.9 การหาปริมาณสารโดยการวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม

(Atomic Absorption Spectrophotometry)

เป็นการวัดปริมาณของสารโดยอาศัยหลักการดูดกลืนแสงของอะตอมที่อยู่ในสภาพก๊าซ โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ หลักการของวิธีนี้คือ เมื่อเป่าพ่นตัวอย่างสารละลายให้เป็นละอองเล็ก ๆ ในเปลวไฟ ตัวทำละลายจะระเหยหรือถูกเผาไหม้หมดไป พลังงานความร้อนของเปลวไฟจะทำให้สารประกอบแยกตัวออกเป็นอะตอมในสภาพก๊าซ และอะตอมเหล่านี้จะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นเฉพาะของธาตุนั้น ๆ ปริมาณของพลังงานแสงที่ถูกดูดกลืนจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับจำนวนอะตอมของธาตุที่อยู่ในสภาพก๊าซนั้น ดังนั้นจึงสามารถวัดปริมาณของธาตุได้ วิธีการนี้มีค่าความไว (sensitivity) ในการวัด ≤ 1 พีพีเอ็ม และมีความถูกต้องประมาณ $\pm$ 2% ดังนั้นจึงสามารถวัดตัวอย่างที่มีปริมาณน้อย ๆ ได้ แต่ไม่เหมาะสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีปริมาณสูงมาก ๆ (ศรีสม สุวรรณวงศ์ ,2544)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัชนี คงคาฉุยฉาย และคณะ (2534) ได้ทำการศึกษาแร่ธาตุปริมาณน้อย ทองแดง สังกะสีและเหล็ก ในผักและผลไม้ไทย โดยการเก็บตัวอย่างผักจำนวน 55 ชนิด จากตลาดในกรุงเทพฯ ทั้งหมด 10 แห่ง โดยวิเคราะห์ตัวอย่างที่สุ่มมาจากตลาด 3 แห่ง แล้วนำมารวมกัน (single composite samples) พบว่า กระเทียมเป็นแหล่งที่มีธาตุสังกะสีมากที่สุด คือ 1,026 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนผักที่มีธาตุสังกะสีอยู่ในระดับ 501-1000 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ได้แก่ ข้าวโพดอ่อน ชะอม คะน้า ใบกระเพรา ถั่วลันเตา ดอกกุยฉ่าย ผักปวยเล้ง ใบโหระพา ใบชะพลู (เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก) ผักที่มีธาตุสังกะสี ระหว่าง 251 - 500 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ได้แก่ หอมแดง เห็ดนางฟ้า ใบกุยฉ่าย บร็อคโคลี แขนงกะหล่ำ สะเดา พริกขี้หนู ผักกระเฉด ผักกวางตุ้ง ผักบุ้งจีน หัวปลี ผักกาดใบเขียว ผักกาดหอม ใบแมงลัก ถั่วงอก หน่อไม้ฝรั่ง ตำลึงและเห็ดฟาง (เรียงจากค่าน้อยไปหามาก) ส่วนผักอื่น ๆ ที่มีปริมาณธาตุสังกะสีน้อยกว่า 100 ไมโครกรัม ได้แก่ มะละกอดิบ เห็ดหูหนู และมะเขือยาว

สมศรี เจริญเกียรติกุล (2535) ได้ศึกษาด้านการทำงานและด้านชีวเคมีต่อการเสริมธาตุสังกะสีและ/หรือวิตามินเอในเด็กวัยเรียนภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย พบว่าการตอบสนองทางด้านชีวเคมีต่อการเสริมธาตุสังกะสีและ/หรือวิตามินเอเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการเสริม ผลของการตอบสนองด้านการทำงานที่น่าสนใจคือ การเสริมธาตุสังกะสีช่วยให้การมองเห็นในแสงสลัวดีขึ้น

ปรารถนา เอนกปัญญากุล (2544) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณธาตุสังกะสีในผักที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์และเกษตรเคมี โดยเก็บตัวอย่างผักเกษตรอินทรีย์ที่เป็นสมาชิกองค์กรมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ภาคเหนือ และผักที่ผลิตในระบบเกษตรเคมีจากตลาดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 10 ชนิด พบว่าปริมาณธาตุสังกะสีในผักบางชนิดที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์มีแนวโน้มสูงกว่าผักที่ปลูกแบบเกษตรเคมี

พิชัย เกิดโนด และ ประไพพิศ อินเสน (2542) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดในผักพื้นบ้าน 10 ชนิด ได้แก่ คะน้า ชะพลู ผักไผ่ ตำลึง ยอดฟักทอง ผักกาดแม้ว หน่อไม้ไร่ สะระแหน่ ดอกแค และผักกาดจอ พบว่า มีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.92-6.36 กรัมต่อ 100 กรัมผักสด โดยผักชะพลูมีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดมากที่สุดคือ 6.36 กรัมต่อ 100 กรัมผักสด และรองลงมาคือ ผักไผ่ 4.81 กรัมต่อ 100 กรัมผักสด ส่วนยอดฟักทองมีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดต่ำสุดคือ 0.92 กรัมต่อ 100 กรัมสด

เยาวภา บุญญานุภาพ (2542) ได้ทำการศึกษาความรู้เกี่ยวกับการบริโภคผักพื้นบ้านและการนำส่วนต่าง ๆ ของผักพื้นบ้านไปใช้ประโยชน์เป็นยาสมุนไพร และความรู้ด้านความเชื่อประเพณี และการอนุรักษ์วัฒนธรรมของผู้บริโภคผักพื้นบ้านในตลาดสดเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ จำนวน 120 คน ผลจากการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการบริโภคผักพื้นบ้านในระดับปานกลาง สำหรับความรู้ด้านการเป็นยาสมุนไพรพบว่า ผู้บริโภคมากกว่าครึ่งมีความรู้ว่าผักพื้นบ้านมีสรรพคุณเป็นยาสมุนไพร และผักพื้นบ้านบางชนิดสามารถใช้รักษาโรคแทนยาแผนปัจจุบันได้ นอกจากนี้ ยังพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความรู้ด้านความเชื่อ ประเพณี และการอนุรักษ์วัฒนธรรมของผู้บริโภคผักพื้นบ้านน้อย อีกทั้งยังขาดความรู้เกี่ยวกับผักพื้นบ้านและการนำไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องด้วย