บทที่ 5

วิจารณ์ และสรุปผลการวิจัย

โครงการเติมสารประกอบเหล็กลงไปในอาหารที่รับประทาน (iron fortification) มีเป้าหมายสำคัญคือ เพื่อแก้ปัญหาและเพื่อป้องกันภาวะโลหิตจาง และการขาดเหล็กของชุมชน จากการศึกษาเกี่ยวกับความชุกของโลหิตจาง และการขาดเหล็กของคนไทย ปรากฏว่าคนไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งคนไทยในชนบท หรือผู้ที่มีรายได้น้อย มีความชุกของโลหิตจางเนื่องจากการขาดเหล็กสูง (67,68) โครงการทดลองเสริมเหล็กแก่ประชาชนจึงเป็นสิ่งที่น่าจะได้รับความสนใจเป็นพิเศษอีกโครงการหนึ่ง งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบและคัดเลือกชนิดของสารประกอบเหล็กที่เหมาะสมสำหรับการเติมลงไปในอาหารที่คนไทยรับประทานอาหารที่ใช้เป็นพาหะของเหล็กควรเป็นอาหารหลักทั่วไปของคนไทย เช่น ข้าว สารประกอบเหล็กที่เลือกมาศึกษานั้นเป็นชนิดที่นิยมใช้กันแพร่หลาย คือ โซเดียมเฟอร์ริค อีดีทีเอ [NaFe (III) EDTA] แอมโมเนียมเฟอร์ริคซิเตรท (AFC) และเหล็กคอมเพล็กซ์ ซึ่งประกอบด้วย เฟอร์รัสซัลเฟต ที่ผสมกับโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต (SHMP) และโซเดียมไบซัลเฟต ($NaHSO_4$) ส่วนการวัดผลนั้นดูจากผลการดูดซึมเหล็กแต่ละชนิด โดยใช้เหล็กกัมมันตรังสีเป็นตัวติดตาม อนึ่งงานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาอิทธิพลของนมถั่วเหลืองซึ่งนิยมใช้เป็นอาหารเสริมโปรตีนต่อการดูดซึมเหล็กด้วย

ปัญหาใหญ่ของการศึกษาเกี่ยวกับการดูดซึมเหล็กอยู่ที่ความแตกต่างในความสามารถของการดูดซึมเหล็กของคนที่นำมาศึกษา กล่าวคือ ประชากรตัวอย่างแต่ละคนมีสถานภาพทางเหล็กต่างกัน (intersubject variation) แม้แต่ประชากรตัวอย่างคนเดียวกันก็มีการดูดซึมเหล็กในช่วงวันหรือในแต่ละวันไม่เหมือนกัน (intrasubject variation) (60) เพื่อลดปัญหานี้ Layrisse และคณะ (49) ได้เสนอให้ปรับค่าการดูดซึมเหล็กของแต่ละคนให้อยู่ในมาตรฐานอันเดียวกันก่อนที่จะนำค่าไปเปรียบเทียบ ซึ่งอาจทำได้โดยเปรียบเทียบเหล็กที่ศึกษากับเหล็กมาตรฐานบางชนิด เช่น เฟอร์รัสแอสคอร์เบต Magnussen และคณะ (5) เสนอเกณฑ์มาตรฐานสำหรับใช้วัดและเปรียบเทียบการดูดซึมเหล็ก โดยให้ปรับค่าการ

ดูดซึมเหล็กที่ทดสอบเทียบกับการดูดซึมเหล็กที่ร้อยละ 40 ของเหล็กมาตรฐาน (standard reference dose) เหล็กมาตรฐานที่ใช้คือเฟอร์รัสแอสคอร์เบต งานวิจัยนี้ได้นำหลักเกณฑ์นี้มาใช้สำหรับเปรียบเทียบผลการดูดซึมเหล็กทั้ง 3 ชนิด ในชายไทย 3 กลุ่ม

การดูดซึมเหล็กจากอาหารจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับสาเหตุหลายประการ เช่น ปริมาณเหล็กที่มีอยู่ในอาหาร คุณภาพของเหล็ก คุณภาพของอาหาร ภาวะระบบทางเดินอาหาร เพศ วัย และสถานภาพทางเหล็กของบุคคลนั้น (4,64) ในการศึกษาการดูดซึมเหล็กจึงต้องคำนึงถึงสาเหตุปัจจัยทั้งหลายเหล่านี้ด้วย การจัดกลุ่มบุคคลเพื่อศึกษาควรให้คนในกลุ่มเดียวกันมีสถานภาพทางเหล็กใกล้เคียงกันที่สุด การตรวจสอบสถานภาพทางเหล็กในห้องปฏิบัติการนั้น องค์ประกอบอนามัยโลกเสนอให้ใช้การตรวจวัดฮีโมโกลบิน ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น เหล็กในซีรั่ม TIBC serum ferritin และ free erythrocyte protoporphyrin (FEP) (68) งานวิจัยนี้ไม่ได้ตรวจวัด serum ferritin และ FEP จากการตรวจสอบชายไทยตัวอย่าง จำนวน 47 คน ที่นำมาศึกษาปรากฏว่า บุคคลเหล่านี้มีสถานภาพทางเหล็กอยู่ในเกณฑ์ปกติตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (69) ดังผลที่แสดงในตารางที่ 4 กล่าวคือมีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 15.44 ± 0.15 ก.% ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นร้อยละ 42.17 ± 0.38 ปริมาณเหล็กในซีรั่ม 162.60 ± 8.67 มค.ก.% TIBC 351.94 ± 14.35 มค.ก.% และความอิ่มตัวของทรานสเฟอร์รินร้อยละ 47.74 ± 2.60 เป็นที่น่าสังเกตุว่าค่าปริมาณเหล็กในซีรั่ม TIBC และความอิ่มตัวของทรานสเฟอร์รินที่วัดได้ในประชากรตัวอย่างแต่ละคนนี้มีความแตกต่างกันมาก ทำให้ค่าต่าง ๆ ในรายงานนี้มีช่วงค่อนข้างกว้าง รายงานของกลุ่มอื่น ๆ เช่น Bainton และ Finch(62) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับเกณฑ์การวินิจฉัยผู้ที่เป็นโรคโลหิตจางเนื่องจากการขาดเหล็ก ก็พบว่าได้ผลเป็นช่วงกว้างเช่นเดียวกัน

เมื่อดูศักยภาพการดูดซึมเหล็กของประชากรทั้ง 4 กลุ่ม จะเห็นว่า ประชากรกลุ่มที่ 1 มีการดูดซึมเหล็กต่อยกว่าประชากรกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 (ตารางที่ 6 และ 9) ผลการดูดซึมเหล็กมาตรฐานของประชากรกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 มีค่าอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยของคนปกติที่องค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ (ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20) (70) ส่วนประชากรกลุ่มที่ 1 นั้น ดูดซึมเฟอร์รัสแอสคอร์เบต ได้เพียงร้อยละ 14 เท่านั้น ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ การที่ประชากรกลุ่มที่ 1 มีค่าการดูดซึมเหล็กมาตรฐานต่ำอาจเนื่องมาจากประชากรกลุ่มนี้ 3 คน วัดค่า

การดูดซึมเหล็กได้ต่ำมาก คือเพียงร้อยละ 5.63, 6.43 และ 7.83 เท่านั้น (ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 11.41 – 49.14) ทำให้ค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งกลุ่มลดลง เมื่อพิจารณาสถานภาพทางเหล็กของบุคคลทั้ง 3 นี้ จะเห็นว่าเขามีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน เหล็กในซีรั่ม TIBC อยู่ในเกณฑ์ปกติ คือมีเหล็กในซีรั่มไม่ต่ำกว่า 122 มค.ก % (71) TIBC อยู่ในช่วง 200 – 450 มค.ก % (68) แต่เมื่อวัดค่าความอิ่มตัว ของทรานสเฟอร์รินแล้วปรากฏว่า ประชากร 2 คน ในจำนวนนี้มีทรานสเฟอร์รินที่อิ่มตัวสูงมากผิดปกติคือ มีถึงร้อยละ 92.59 (ดูดซึมเหล็กร้อยละ 5.63) และ 88.89 (ดูดซึมเหล็กร้อยละ 6.43) อาจเป็นได้ว่า บุคคลทั้งสองมีเหล็กสะสมอยู่จำนวนมาก ทำให้การดูดซึมเหล็กลดลง อย่างไรก็ตาม Wheby และ Umpierre (72) ได้รายงานว่าอาจไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซึมเหล็กกับความอิ่มตัวของทรานสเฟอร์รินในคน สำหรับบุคคลที่วัดการดูดซึมเหล็กมาตรฐาน เพียงร้อยละ 7.83 นั้น มีเหล็กในซีรั่ม 145 มค.ก.% TIBC285 มค.ก % และความอิ่มตัวของทรานสเฟอร์ริน ร้อยละ 50.88 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ปกติ การที่บุคคลผู้นี้มีค่าการดูดซึมเหล็กต่ำยังไม่ทราบสาเหตุ ผู้วิจัย ใคร่ขอตั้งข้อสังเกตุในที่นี้ว่ามีโรคหลายชนิด ที่อาจมีผลทำให้ทรานสเฟอร์รินมีความอิ่มตัวสูงผิดปกติ หรือมีผลต่อการดูดซึมเหล็ก (13) โดยที่งานวิจัยนี้ตรวจสอบเพียงสถานภาพทางเหล็กของประชากรตัวอย่างให้อยู่ในเกณฑ์ปกติเท่านั้น จึงยังไม่อาจยกเว้นเหตุผลดังกล่าวนี้ได้

การศึกษาการดูดซึมเหล็กจากสารประกอบเหล็ก 3 ชนิด คือ NaFe (III) EDTA, AFC (Fe (III)) และ Fe complex (Fe (II)) ที่เติมลงในข้าวคลุกปลาป่นในชายไทยกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ปรากฏว่าประชากรจะดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA และ AFC ได้เท่า ๆ กัน ($P > 0.05$) (ตารางที่ 6) ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาระหว่างประชากรในกลุ่มเดียวกัน (กลุ่มที่ 1) หรือต่างกลุ่มกัน (กลุ่มที่ 1 กับ 3 และกลุ่มที่ 1 กับ 2) ส่วนการเปรียบเทียบผลการดูดซึม Fe complex กับสารประกอบเหล็กอีกสองชนิดนั้น ยังมีข้อขัดแย้งกัน คือประชากรกลุ่มที่ 2 มีการดูดซึมเหล็กจาก Fe complex เท่ากับ AFC ($P > 0.05$) ส่วนประชากรกลุ่มที่ 3 ดูดซึมเหล็กจาก Fe complex ได้มากกว่า NaFe (III) EDTA ($P < 0.05$) หากพิจารณาเพียงประชากรกลุ่มที่ 1 และ 2 ก็น่าจะสรุปว่า NaFe (III) EDTA AFC และ Fe complex ถูกดูดซึมได้เท่า ๆ กัน อาจเป็นได้ว่า ความแตกต่างในการดูดซึมเหล็กจาก Fe complex ในประชากรกลุ่มที่ 3 นั้น เนื่องมาจากประชากร 3 คน

ในกลุ่มนี้มีค่าการดูดซึมเหล็กจาก Fe complex สูงกว่าคนอื่น ๆ (ร้อยละ 8, 10 และ 16) โดยที่ส่วนใหญ่มีค่าการดูดซึมกระจายระหว่าง ร้อยละ 1–5 (รูปที่ 3 และ 4) และการดูดซึมเหล็กจาก Fe complex ที่วัดได้จากประชากรกลุ่มนี้ค่อนไปทางค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ สาเหตุทั้งสองประการนี้ ทำให้ค่าเฉลี่ยของการดูดซึมที่คำนวณได้มีค่าสูงขึ้น

ผลการศึกษาใน 3 กลุ่มการทดลองนี้เมื่อนำมาคิดรวมกัน พบว่า การดูดซึมเหล็กจาก Fe complex ดีกว่า NaFe (III) EDTA และ AFC (รูปที่ 6) อาจอธิบายได้ว่า Fe complex ประกอบด้วย $FeSO_4$ กับส่วนผสมอีก 2 ชนิด คือ SHMP เป็นตัวรีดิวซ์ และ $NaHSO_4$ เป็นตัวช่วยการละลายและกันไม่ให้เกิดเป็นสารแขวนลอยจึงทำให้ถูกดูดซึมได้ดี ส่วน NaFe (III) EDTA และ AFC ซึ่งมีเหล็กที่วาเลนซี่เป็น 3 นั้น จะถูกดูดซึมได้น้อยกว่า $FeSO_4$ ซึ่งมีเหล็กที่วาเลนซี่เป็น 2 ปกติ Fe (II) จะถูกดูดซึมได้รวดเร็วกว่า Fe (III) เพราะไม่จำเป็นต้องผ่านขบวนการรีดิวซ์ที่ลำไส้เล็กก่อน (4)

เป็นที่น่าสังเกตุว่าการดูดซึมเหล็กจากข้าวคลุกปลาป่นของชายไทยที่นำมาศึกษานี้มีค่าต่ำมาก (ร้อยละ 0.1–2.6) ถึงแม้ว่าปริมาณเหล็กที่มีในอาหารมื้อทดลองนั้นจะสูงถึง 10 มก. (ตารางที่ 5) ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายผู้ชายปกติ ผลที่วัดได้นี้สนับสนุนผลที่เสนอโดย Hallberg และคณะ (73,76) ซึ่งศึกษาการดูดซึมเหล็กในคนไทยด้วยวิธีการใช้เหล็ก–55 และเหล็ก–59 เป็นตัวชี้บอกการดูดซึมเหล็กจากอาหาร และใช้เฟอร์รัสแอสคอร์เบต เป็นมาตรฐาน ส่วนประกอบของอาหารได้แก่ ข้าว ผัก พริก สรุปได้ว่า ศักยภาพการดูดซึมเหล็กจากอาหารของคนไทยไม่แตกต่างจากคนสวีเดน แต่วิธีการประกอบอาหาร ชนิดและคุณภาพของอาหาร การแปลกปนของอาหารด้วยวัตถุอื่น ๆ เช่น ขี้ดิน ขี้โคลน ตลอดจนลักษณะของอาหาร (ข้าวบดหรือข้าวสวย) และความเคยชินของผู้รับประทานมีส่วนสำคัญต่อผลการดูดซึมเหล็ก ข้าวเจ้าอาจมีองค์ประกอบบางอย่างที่ยังไม่อาจอธิบายได้ซึ่งทำให้ผู้ที่รับประทานข้าวเจ้ามีการดูดซึมเหล็กลดลง การเพิ่มเนื้อสัตว์หรือผลไม้ในมื้อรับประทานจะทำให้การดูดซึมเพิ่มขึ้น (19) ในทำนองเดียวกัน Martinez-Torres และ Layrisse(74) รายงานว่าค่าเฉลี่ยของเหล็กที่ดูดซึมจากข้าวว่ามีเพียงร้อยละ 1–3 เท่านั้น เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า คุณสมบัติทางเคมีของอาหารมีอิทธิพลต่อการดูดซึมเหล็กจากอาหาร เหล็กที่มีอยู่ในอาหารนั้นแบ่งได้เป็น heme และ nonheme iron โดยทั่วไปแล้ว heme iron จะถูกดูดซึมได้ดีกว่า nonheme iron และไม่ถูกขัดขวางด้วยปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดูดซึม non-heme iron เช่น ไฟเตท ฟอสเฟต ชา น้ำนม ไข่ เป็นต้น (4, 19) ถึงแม้ว่า

ปริมาณฟอสเฟตในข้าวคลุกปลาป่นจะต่ำ แต่ปริมาณไฟเตทมีสูงถึงประมาณ 1.5 ก.ต่อมื้อ และแคลเซี่ยมสูงประมาณ 0.6 ก.ต่อมื้อ (ตารางที่ 5) ซึ่งน่าจะมีผลไปชักขวางการดูดซึม-เหล็กจากอาหารได้

สำหรับปริมาณแคลเซี่ยมที่มีอยู่ในอาหารที่ให้ประชากรรับประทาน เป็นปริมาณแคลเซี่ยมทั้งหมด และไม่ทราบว่าแคลเซี่ยมนี้อยู่ในรูปของสารประกอบอะไร จึงไม่สามารถบอกได้ว่าจะมีส่วนในการชักขวางหรือส่งเสริมการดูดซึมเหล็ก จากผลงานของ Chapman และ Champbell (90) กับ Dunn(91) ซึ่งศึกษาในหนูพบว่า ปริมาณแคลเซี่ยมถ้ามีอยู่ในอาหารในจำนวนน้อยจะทำให้ดูดซึมเหล็กได้มากขึ้น โดยอาจจะไปจับกับฟอสเฟตที่มีอยู่ในอาหารนั้น แต่ถ้ามีจำนวนมากจะทำให้ดูดซึมเหล็กได้ลดลง

Spring และคณะ (75) รายงานว่ามักตรวจพบว่าชิ้นเนื้อจากลำไส้ของคนไทยปกติมีลักษณะ villi แบบ clubbing ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการรับประทานอาหารรสจัด เช่น เผ็ดจัด เป็นต้น ลักษณะของเยื่อบุลำไส้แบบนี้อาจมีผลต่อเนื่องทำให้เกิดการดูดซึมเหล็กได้น้อย แต่ Hallberg และคณะ (76) ไม่เห็นด้วย เนื่องจากคนไทยที่ศึกษานั้น เมื่อตรวจศักยภาพ การดูดซึมเหล็กก็จะพบว่าเป็นปกติ ดังนั้นการดูดซึมเหล็กที่วัดได้ต่ำนั้นไม่น่าจะเกิดเนื่องจากความผิดปกติของระบบลำไส้ของชายไทย ประชากรที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ก็มีศักยภาพการดูดซึมเหล็กอยู่ในเกณฑ์ปกติ การที่พบว่าประชากรตัวอย่างมีการดูดซึมต่ำน่าจะเนื่องมาจากคุณสมบัติของข้าวคลุกปลาป่น และ/หรือลักษณะของการทดลอง สาเหตุประการหลังนี้อาจมีผลทำให้ประชากรอยู่ในสภาวะที่ผิดแปลกไปจากภาวะปกติที่เคยชิน หรืออยู่ในภาวะที่ได้รับความกังวล อันจะมีผลทำให้การหลั่งน้ำย่อยและการทำงานของระบบทางเดินอาหารผิดปกติไป

Bioavailability ของเหล็กในอาหารศึกษาได้จากการเปรียบเทียบการดูดซึมเหล็กในอาหารกับการดูดซึมของ $FeSO_4$ ซึ่งถูกกำหนดให้มีค่า relative biological value (RBV) เท่ากับ 100 (4) งานวิจัยนี้พบว่า bioavailability ของ NaFe (III) EDTA, AFC และ Fe complex ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 7) ซึ่งก็สอดคล้องกับค่า RBV ที่ Lee และ Clydesdale (4) รวบรวมไว้ว่าค่า RBV ของ NaFe (III) EDTA และ AFC ได้ 97 และ 107 ตามลำดับ

เมื่อหาความสัมพันธ์ของสถานภาพทางเหล็กของประชากรกับการดูดซึมร้อยละของเหล็กจากสารประกอบเหล็กชนิดต่าง ๆ (รูปที่ 7, 8, 9) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากประชากรกลุ่มที่ใช้ศึกษานี้เป็นบุคคลที่มีสถานภาพทางเหล็กอยู่ในเกณฑ์ปกติ ภายในร่างกายมีปริมาณเหล็กเพียงพอกับความต้องการแล้ว ซึ่งในผู้ชายปกติจะต้องการเหล็กประมาณ 1 มก./วัน เพื่อทดแทนส่วนที่ถูกขับถ่ายออกจากร่างกายเท่านั้น (19) ถ้าศึกษาในประชากรกลุ่มที่ขาดเหล็กจึงจะพบความสัมพันธ์นี้ Cook และคณะ (77) ซึ่งศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเฟอร์ริตินในซีรั่มกับการดูดซึมเหล็กในประชากรที่มีสถานภาพทางเหล็กปกติก็ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ต่อกันเช่นเดียวกัน ส่วน Levine และคณะ (78)ก็ไม่พบว่าปริมาณทรานสเฟอร์รินมีความสัมพันธ์กับการดูดซึมเหล็ก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Schade และคณะ (79) เมื่อสังเกตุค่าสัมประสิทธิของสหสัมพันธ์ (r) ของการดูดซึมร้อยละของเหล็กจาก standard reference dose กับค่า TIBC, ความอิ่มตัวของทรานสเฟอร์รินและปริมาณทรานสเฟอร์รินในการศึกษานี้ จะได้เท่ากับ 0.57, 0.51 และ 0.58 ตามลำดับ (รูปที่ 9) ซึ่งดูคล้ายจะมีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้อาจจะเป็นได้ว่า เนื่องจาก standard reference dose นั้นประชากรดื่มโดยตรง และอยู่ในสภาพสารละลาย ซึ่งต่างจากการให้สารประกอบเหล็กอื่น ๆ ที่ใช้เติมลงในอาหารที่จะมีปัจจัยต่าง ๆ ในอาหารมาเกี่ยวข้องด้วย ได้แก่ ตัวขัดขวาง เช่น ฟอสเฟต ไฟเตต ชา เป็นต้น และตัวส่งเสริม เช่น วิตามินซี เป็นต้น

ปัจจุบันนี้มีผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองเป็นอาหารทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีราคาถูก และมีคุณภาพโปรตีนสูง จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงอิทธิพลของผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองต่อการดูดซึมเหล็กด้วย Morck และคณะ (81) ได้เสนอแนะการให้โปรตีนแก่ทารกโดยใช้นมข้าวโพด–ถั่วเหลือง (corn soya milk) ซึ่งส่วนประกอบส่วนใหญ่คือโปรตีนจากถั่วเหลือง ผลจะทำให้เด็ก ได้รับเหล็กน้อยกว่าภาวะความต้องการตามปกติทางโภชนาการ จากการศึกษาผลของนมถั่วเหลืองต่อการดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA ที่เติมลงในข้าวคลุกปลาป่น พบว่า เมื่อให้ประชากรดื่มนมถั่วเหลืองด้วยนั้น ทำให้การดูดซึมของเหล็กลดลงจากร้อยละ 1.44 ± 0.53 เป็น 0.91 ± 0.66 (ตารางที่ 9) bioavailability ของ NaFe (III) EDTA ก็ลดลงเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 10) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์อีกหลายกลุ่ม เช่นของ Cook และคณะ (80) กับ Morck และคณะ (81) ที่พบว่าผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง

ทำให้การดูดซึมเหล็กลดลงทั้งในผู้ใหญ่และเด็ก Fitch และคณะ (82) ได้ตั้งข้อสังเกตุว่า ลิง (rhesus monkey) จะเป็นโรคโลหิตจางเนื่องจากการขาดเหล็ก เมื่อให้อาหารที่ประกอบขึ้นด้วยโปรตีนที่แยกมาจากถั่วเหลือง (isolated soy protein ; ISP) แต่อาการนี้จะไม่เกิดขึ้นกับลิงที่ให้อาหารที่มี casein ซึ่งมีปริมาณโปรตีนและเหล็กเท่ากันเป็นหลัก นอกจากนี้เขายังแสดงให้เห็นว่า การดูดซึมของกัมมันตรังสีเหล็กจาก ISP น้อยกว่า casein ร้อยละ 50 อย่างไรก็ตาม มีผลงานของบางกลุ่มที่ขัดแย้งกับผลที่ได้เสนอในงานวิจัยนี้ด้วย เช่น Steinke และ Hopkins(14) ศึกษาในหนูทดลองด้วยวิธี hemoglobin repletionพบว่า เหล็กจากผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองมี bioavailability สูงถึงร้อยละ 60–80 แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่ทราบกันแล้วในปัจจุบันว่า ผลการวัดการดูดซึมเหล็กในสัตว์ทดลองขนาดเล็กมักจะขัดแย้งกับผลที่เกิดขึ้นในมนุษย์ มีการศึกษาในมนุษย์อีกมากที่แสดงว่าอาหารที่ประกอบด้วยถั่วเหลือง ที่ติดฉลาก Fe-55 แบบ intrinsic มีค่า bioavailability สูง ทั้งสำหรับคนปกติและผู้ที่เป็นโรคโลหิตจาง เนื่องจากการขาดเหล็ก (49,83,84) Ashworth และคณะ (85) ได้ศึกษาในเด็กทารก 10 คน พบว่า การดูดซึมเหล็กจากถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการเตรียม เช่น ถั่วเหลืองต้ม จะมีค่าเพียงร้อยละ 2.6 เท่านั้น แต่เมื่อนำถั่วเหลืองไปอบ (baked)ก่อนให้เด็ก 10 คน รับประทาน จะได้ค่าการดูดซึมร้อยละ 6.7

นมถั่วเหลืองที่ให้ประชากรดื่มในงานวิจัยนี้มีปริมาณไพเทต 0.08 มก./มล. ซึ่งไม่สูงถึงระดับที่จะไปขัดขวางการดูดซึมเหล็ก (86) แต่การที่พบว่านมถั่วเหลืองมีผลขัดขวางนั้น อาจเนื่องจากคุณสมบัติอื่น ๆ ของนมถั่วเหลืองเอง ซึ่งงานวิจัยนี้ยังไม่ได้ทำการศึกษา Simpson และคณะ (87) ศึกษาผลของรำข้าวสาลีต่อการดูดซึมเหล็กพบว่า การขัดขวางการดูดซึมเหล็กของรำข้าวสาลีไม่ได้ลดลง แม้ว่าจะได้เอาไพเทตออกจากรำข้าวสาลีแล้วก็ตาม ไพเทตที่อิ่มตัวด้วยเหล็ก (iron saturated phytate) จะไม่ละลายที่ pH เป็นกลาง แต่เหล็กในรำข้าวสาลีมากกว่าร้อยละ 50 จะอยู่ในรูปของโมโนเฟอร์ริคไพเทต (monoferric phytate) ซึ่งจากการศึกษาของ Morres และ Ellis(88) พบว่าเป็นสารประกอบเหล็กที่ละลายได้ที่ pH เป็นกลาง และจากการศึกษาของ Lipschitz (89) พบว่าเมื่อให้สุนัขกินอาหารที่เติมโมโนเฟอร์ริคไพเทต เทียบกับอาหารที่ไม่ได้เติม ปรากฏว่าการดูดซึมเหล็กจากอาหารทั้งสองนี้ถูกดูดซึมได้ดีพอ ๆ กัน

สรุปผลการทดลอง

1. สถานภาพทางเหล็กของประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่มีการกระจายค่อนข้างสูง

2. ชายไทยปกติสามารถดูดซึมเหล็กจาก NaFe (III) EDTA และ AFC ได้เท่ากัน แต่จะดูดซึมเหล็กจาก Fe complex ได้ดีกว่า NaFe (III) EDTA และ AFC

3. bioavailability ของ NaFe (III) EDTA, AFC และ Fe complex ในข้าวคลุกปลาป่นมีค่าเท่ากัน

4. นมถั่วเหลืองมีส่วนในการขัดขวางการดูดซึมเหล็ก ดังนั้นในการให้อาหารเสริมโปรตีนในรูปของนมถั่วเหลืองควรจะคำนึงถึงปัญหานี้ด้วย และการแก้ปัญหาอาจจะทำได้โดยไม่ควรดื่มนมถั่วเหลืองพร้อม ๆ กับมื้ออาหารที่มีการเสริมเหล็ก หรือเติมเหล็กให้มีปริมาณมากขึ้น หรือเติมสารที่ส่งเสริมการดูดซึมเหล็ก เช่น วิตามินซี หรือให้ประชากรเป้าหมายได้รับเหล็กในรูปยาเม็ดด้วย เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ พบว่าการดูดซึมร้อยละของเหล็กมีค่าต่ำมาก ถ้ามีการปรับปรุงบางอย่าง ซึ่งให้ได้ค่าสูงขึ้น จะทำให้เห็นการดูดซึมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และจะแยกความแตกต่างของสารประกอบเหล็กที่เติมลงในอาหารได้ดีขึ้น เช่น

1. ศึกษาในประชากรกลุ่ม ที่ขาดเหล็ก หรือ ก้ำกึ่งกับการขาดเหล็ก

2. ปรับปรุงคุณภาพของอาหาร จากอาหารที่ให้ประชากรตัวอย่างรับประทาน คือ ข้าวคลุกปลาป่น จากการวิเคราะห์พบว่ามีปริมาณไฟเตทสูงถึง 1.5 ก. ต่อมื้อ และแคลเซี่ยม 0.6 ก. ต่อมื้อ ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณเหล็กเพียงพอสำหรับความต้องการของร่างกายสำหรับคนปกติ

3. เปลี่ยนพาหะของเหล็กให้เหมาะสม