abst

ข้อมูลข่าวสาร วศ.

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กช
อว 34

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว

ของ

นางสาว ประทุม พุทธิวนิช
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เรื่องที่ 2

การศึกษาปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมด ในข้าวพันธุ์ต่างๆ ขนมปังชนิดต่างๆ ผลไม้ และผัก

ผู้ร่วมดำเนินการ
นางศรีสุดา หร่มระฤก
นักวิทยาศาสตร์ 5
นางพิมพาภรณ์ ไตรณรงค์สกุล
นักวิทยาศาสตร์ 5
นางสาวพูนทรัพย์ วิชัยพงษ์
นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ข้อมูลข่าวสารของทางราชการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

เลขหมู่ วน
ว034
เลขทะเบียน 10510
วันที่ 5 ม.ค. 45

บทคัดย่อ

จากการตั้งสมมติฐานที่เรียกว่า "ไดเอทารีไฟเบอร์ ไฮโพทีซีส" (Dietary Fiber Hypothesis) โดยใช้ข้อมูลทางระบาดวิทยาแสดงความสัมพันธ์ของโรคที่เกิดในปัจจุบัน (modern deseases) กับการเปลี่ยนแปลงจากการที่เคยบริโภคอาหารที่มีกากและใยอาหารสูงไปสู่การบริโภคอาหารที่มีกากและใยอาหารต่ำ จากสมมติฐานนี้กระตุ้นให้นักวิทยาศาสตร์ในหลายสาขาวิชาให้ความสนใจ เพราะมีแนวโน้มว่าการขาดใยอาหาร จะทำให้เกิดโรคต่างๆได้

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพได้วิเคราะห์หาปริมาณกากและใยอาหารในอาหารต่างๆเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้สนใจ เนื่องจากตารางแสดงคุณค่าอาหารในตำราทางวิชาการที่ศึกษาข้อมูลไว้แต่เดิมจะแสดงค่าของไฟเบอร์ในรูปของกาก (crude fibre) ซึ่งแตกต่างจากใยอาหาร(dietary fibre)

จากการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างอาหารประเภทต่างๆ 4 กลุ่มคือ ข้าวสารพันธุ์ต่างๆ ขนมปังชนิดต่างๆ ผลไม้ และผัก รวมทั้งสิ้น48 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดสูงกว่าปริมาณกาก ข้าวสารที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดมากเป็นอันดับหนึ่งในจำนวนสิบตัวอย่าง คือ ข้าวหอมนพคุณมาบุญครอง รองลงมาคือ ข้าวมันปูอนามัยและข้าวมันปูธัญญทิพย์ มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 3.35 3.27 และ3.11 ตามลำดับ ขนมปังที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดมากเป็นอันดับหนึ่งในจำนวนสิบตัวอย่าง คือ ขนมปังโฮลวีท รองลงมาคือ ขนมปังฝรั่งเศสตราฟาร์มเฮ้าส์และขนมปังแซนด์วิชตราฟาร์มเฮ้าส์ มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 4.84 3.88 และ 3.08 ตามลำดับ ผลไม้ที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดมากเป็นอันดับหนึ่งในจำนวนสิบหก ตัวอย่าง คือ ละมุด รองลงมาคือ ฝรั่ง และส้มเขียวหวาน มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดร้อยละ10.4 6.11 และ4.75 ตามลำดับ และผักที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดมากเป็นอันดับหนึ่งในจำนวนสิบสองตัวอย่าง คือ ฟักเขียว รองลงมาคือ ถั่วฝักยาวและดอกกุยช่ายมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 3.49 3.42 และ 2.66 ตามลำดับ

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	ii
สารบัญภาคผนวก	iii
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	8
ระยะเวลาดำเนินการ	8
ประโยชน์ที่ได้รับ	8
วัสดุ อุปกรณ์ วิธีดำเนินการและตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลอง	8
การวิเคราะห์ปริมาณกาก	8
สารเคมีและวิธีเตรียม	8
เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์	9
การเตรียมตัวอย่าง	9
วิธีวิเคราะห์	10
การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด	12
สารเคมีและวิธีเตรียม	12
เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์	13
การเตรียมตัวอย่าง	14
วิธีวิเคราะห์	14
ผลการศึกษาทดลอง	18
วิจารณ์และสรุป	22
คำขอบคุณ	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	25

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	ผลการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างข้าวสารพันธุ์ต่างๆ	19
ตารางที่ 2	ผลการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างขนมปังชนิดต่างๆ	19
ตารางที่ 3	ผลการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างผลไม้	20
ตารางที่ 4	ผลการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างผัก	21

สารบัญภาคผนวก

		หน้า
รูปที่ 1	เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด	25
แผนภูมิที่ 1	วิธีวิเคราะห์ปริมาณกาก	26
แผนภูมิที่ 2	วิธีวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด	27
รูปที่ 2	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างข้าวสารพันธุ์ต่างๆ	28
รูปที่ 3	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างขนมปังชนิดต่างๆ	29
รูปที่ 4	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างผลไม้	30
รูปที่ 5	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างผัก	31
รูปที่ 6	กราฟแสดงปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างข้าวสารพันธุ์ต่างๆ ขนมปังชนิดต่างๆ ผลไม้ และผัก	32

บทนำ

กาก (crude fibre) และ**ใยอาหาร (dietary fibre)** มีความหมายเดียวกันในด้านการขับของเสียออกจากร่างกาย คือหมายถึงสิ่งที่ร่างกายขับถ่ายออกมาเป็นอุจจาระ แต่สำหรับนักเคมี หรือนักวิเคราะห์อาหาร กากและใยอาหารต่างกัน เนื่องจากมีส่วนประกอบทางเคมีที่ต่างกัน อีกทั้งวิธีวิเคราะห์ก็ไม่เหมือนกัน

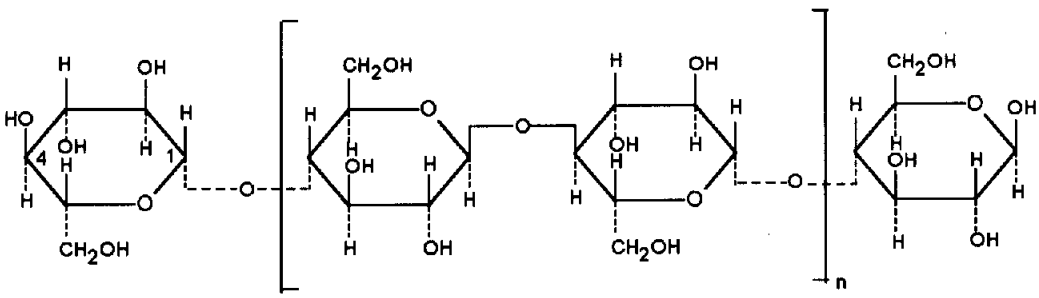
ความหมายในด้านเคมีวิเคราะห์ **กาก** หมายถึง ส่วนของพืชประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นยังมี เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน วิเคราะห์หาปริมาณกากได้โดยการย่อยด้วยสารละลายกรดซัลฟุริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.25 และสารละลายด่าง (โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.25 สิ่งที่เหลือจากการย่อยด้วยกรดและด่าง และถูกเผาไหม้ได้ภายใต้สภาวะที่กำหนด คือปริมาณกาก

ใยอาหาร หมายถึงส่วนของพืชที่ไม่สามารถย่อยได้โดยน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ประกอบด้วยสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่ และมีโครงสร้างซับซ้อน ผนังเซลล์พืชที่เป็นแหล่งสำคัญของใยอาหาร ประกอบด้วย เซลลูโลส ไซโลกลูแคน (xyloglucan) อะราบิโนกาแล็กแตน(arabinogalactan) และแรมโนกาแล็กทูโรแนน(rhamnogalacturonan) ซึ่งเกาะเกี่ยวกันด้วยพันธะเคมี ที่เรียกว่าพันธะไฮโดรเจน(hydrogen bond) และพันธะโควาเลนท์ (covalent bond) เมื่อทำการย่อยด้วยสารเคมี เช่น กรดและด่างทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงทำให้มีผลต่อพันธะเคมีเหล่านี้ ทำให้ยากต่อการศึกษาโครงสร้างที่แท้จริงและสมบัติของใยอาหารได้ จากองค์ประกอบจะเห็นว่าใยอาหารประกอบด้วยพอลิแซ็กคาไรด์เป็นส่วนใหญ่ ทำให้ใยอาหารมีสมบัติเหมือนพอลิแซ็กคาไรด์ คือสามารถรวมกับน้ำได้ในปริมาณมาก ทำให้โครงสร้างที่อัดแน่นเกิดการกระจายตัว และสามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าได้ (cation exchange system) คือสามารถจับอิออนของโลหะบางตัว หรือโมเลกุลที่มีประจุไฟฟ้าได้ ทำให้สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดระดับคอเลสเทอรอล และขจัดพิษโลหะบางชนิดได้ เช่น สารหนู ปรอท แคดเมียม และตะกั่ว

<u>การจำแนกใยอาหารตามโครงสร้างทางเคมี</u> แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

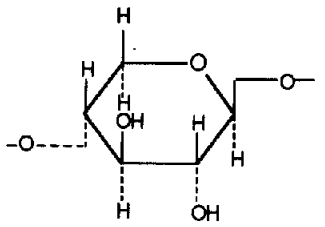
1. ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่

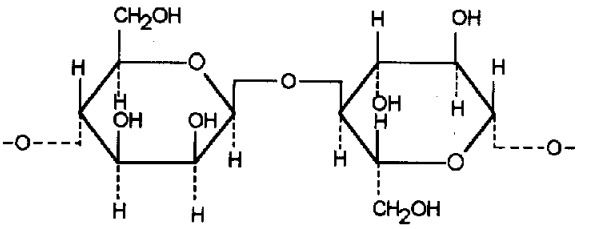
- เซลลูโลส พบในพืช ผัก และผลไม้หลายชนิด มีมากในนัท(nuts) และเมล็ดพืช เป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์ของพืช ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสเป็นจำนวนพันๆโมเลกุลคล้ายในแป้ง(starch) แต่ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว จากผลของการศึกษาค้นคว้าเชื่อว่า เซลลูโลสจะช่วยดูดซึมสารก่อมะเร็ง (carcinogens) ซึ่งอาจเกิดขึ้นในลำไส้อันเนื่องมาจากการกินอาหารที่มีสารไนเตรต และช่วยป้องกันการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นจึงมีประโยชน์แก่ผู้ป่วยโรคเบาหวาน



สูตรโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส

- เฮมิเซลลูโลส เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืช และมักเกิดร่วมอยู่กับเซลลูโลส ช่วยป้องกันท้องผูกได้เช่นกัน ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเชิงเดี่ยว(monosaccharides)ชนิดต่างๆ ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปเป็นจำนวนร้อยๆโมเลกุล ที่มีสมบัติในการละลายเหมือนกัน คือละลายได้ในสารละลายด่าง น้ำตาลเชิงเดี่ยวนี้แบ่งได้เป็นสองชนิดคือ เพนโทแซนส์ (pentosans) และเฮกโซแซนส์ที่ไม่ใช่เซลลูโลส (non-cellulose hexosans) น้ำตาลเชิงเดี่ยวที่พบมากในเฮมิเซลลูโลสคือ ดี-ไซแลนส์ (D-xylans) และ ดี-กลูโค-ดี-แมนแนนส์ (D-gluco-D-mannans) และมีไซด์เซนส์เป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวชนิดอื่นๆ เช่น แอล-อะราบิโนส (L-arabinose)





สูตรโครงสร้างทางเคมีของ ดี-ไซแลนส์ **สูตรโครงสร้างทางเคมีของ ดี-กลูโค-ดี-แมนแนนส์**

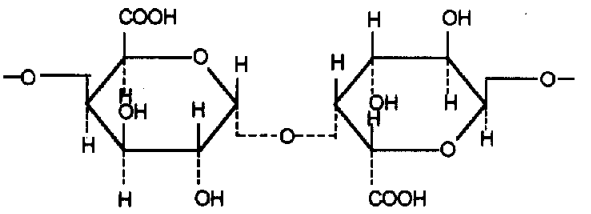
- ลิกนิน เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแอลกอฮอล์ที่พืชผลิตเมื่อแก่ขึ้น ทำให้ส่วนต่างๆของพืชมีโครงสร้างที่แข็งแรง เช่น เปลือกนอกของธัญพืช ซึ่งจะถูกทำลายในกระบวนการขัดสี ลิกนินพบมากในข้าว เช่น ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต รำ แป้งที่ไม่ผ่านกรรมวิธีขัดและฟอกสี ผลไม้พวกเบอร์รี สตรอเบอร์รี ราสเบอร์รี ถั่วงอก กะหล่ำปลี และมะเขือเทศ เชื่อกันว่าลิกนินมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดนิ่วในถุงน้ำดี

2. ใยอาหารที่ละลายน้ำ

ใยอาหารชนิดนี้ ถึงแม้จะละลายน้ำได้แต่จะไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว ได้แก่

- กัม เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมากและในหมู่โมเลกุลน้ำตาลบางหมู่มีกลุ่มกรดยูโรนิค ไม่มีโครงสร้างทางเคมีที่แน่นอนสำหรับกัม และกัมบางชนิดก็ไม่ละลายน้ำ เป็นใยอาหารที่รับประทานโดยไม่รู้ตัว เพราะใช้เป็นตัวทำให้ซอสข้นเหนียว เช่น ซอสมะเขือเทศ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์พบว่า ใยอาหารประเภทกัมนอกจากทำให้อาหารข้นเหนียวแล้ว ยังมีส่วนในการลดปริมาณคอเลสเทอรอลในร่างกาย และช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวาน กัมในที่นี้ หมายความรวมถึงอะการ์ กัมอะราบิก คาราจีแนน กัมการายา แซนแทนกัม
- เพกทิน เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมากและในหมู่โมเลกุลของน้ำตาลบางหมู่มีกลุ่มเมทิลและกลุ่มกรดยูโรนิค เพกทินบางชนิดก็ไม่ละลายน้ำ ถ้ากลุ่มไฮดรอกซิลในกรดถูกแทนที่ด้วยกลุ่มเมทิล สารประกอบเพกทินนั้นก็จะละลายได้ในสารละลายด่าง เพกทินพบมาก

ในผนังเซลล์พืช ทำหน้าที่ยึดเซลล์ให้เชื่อมติดกัน มีมากในแอปเปิล ส้ม องุ่น กล้วย ผลไม้พวกสตรอเบอร์รี มัน และ แครอท จากการศึกษาวิจัย พบว่า เพกทินมีส่วนช่วยลดปริมาณคอเลสเทอรอลในร่างกายมนุษย์ แต่เพกทินจะไม่ช่วยป้องกันท้องผูกซึ่งแตกต่างจากเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส



สูตรโครงสร้างทางเคมีของ สารประกอบเพกทิน

แหล่งอาหารที่มีใยอาหาร

รำ เป็นแหล่งใยอาหารรวมกันหลายชนิด รวมทั้งเฮมิเซลลูโลสและเพกทิน รำจากข้าวสาลีช่วยป้องกันท้องผูก ช่วยควบคุมปริมาณกลูโคสในผู้ป่วยโรคเบาหวาน รำจากข้าวโพดช่วยลดอาการท้องผูก ลดปริมาณคอเลสเทอรอลที่เป็นสาเหตุของโรคหลอดเลือดแห้ง (atherosclerosis) ลดไขมันในเลือด(triglycerides) และช่วยกำจัดน้ำตาลกลูโคสในเลือด ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

พืชตระกูลถั่ว ถั่วทุกชนิดมีใยอาหารสูงกว่า ผักและผลไม้ ใยอาหารที่ได้จากพืชตระกูลถั่วมักละลายน้ำ เชื่อว่าใยอาหารจากถั่วมีส่วนช่วยในการลดปริมาณคอเลสเทอรอล แต่ไม่ช่วยลดอาการท้องผูก

ผักและผลไม้ ใยอาหารจากผักไม่ได้ประกอบด้วยเซลลูโลสเพียงอย่างเดียว ใยอาหารในพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน มากน้อยต่างกันแล้วแต่พันธุ์และส่วนของพืช ก้านและใบมีใยอาหารมากกว่าผล ฟัก แฟง แตงกวา จึงมีใยอาหารน้อยกว่าผักคะน้า ชะอม ผักกะเฉด และถั่วฝักยาว เป็นต้น

ในสาขาโภชนาการมีผู้ตระหนักถึงความสำคัญของใยอาหารมานานแล้ว ก่อนที่จะมีผู้ให้คำนิยามของใยอาหารอีก แพทย์ในสมัยฮิปโปเครติส รู้ดีว่าการกินรำข้าวสาลีจะทำให้ท้องไม่ผูก นับตั้งแต่ พ.ศ. 2466 เป็นต้นมา ในประเทศสหรัฐอเมริกามีผู้สนใจค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องใยอาหาร คาวกิล(Cowgill) และ ซัลลิ

แวน(Sullivan) พบว่า การกินรำข้าวสาลีจะเพิ่มน้ำหนักอุจจาระ ในประเทศอังกฤษ ไดมอก (Dimoc) รายงานว่า ผู้ป่วยด้วยโรคท้องผูก โรคริดสีดวงทวาร โรคลำไส้ใหญ่อักเสบ และโรคระคายเคืองของลำไส้ใหญ่ จะมีอาการดีขึ้นเมื่อรับประทานใยอาหาร ในประเทศอินเดียก็มีรายงานว่า เด็กที่รับประทานขนมปังที่ทำจากข้าวสาลีที่ไม่ขัดสี ถั่ว และผลไม้ จะแข็งแรงกว่าเด็กที่กินข้าวที่ขัดสีแล้ว มัลฮอลตรา (Malholtra) เป็นผู้หนึ่งที่ชี้ให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างโรคหลายชนิดกับอาหารที่รับประทาน รวมทั้งเรื่องใยอาหาร แต่ผลดีของใยอาหารจะเกิดได้ต่อเมื่อรับประทานสารอาหารต่างๆครบถ้วน

มีนักวิจัยชาวอังกฤษหลายคนไปทำงานในทวีปแอฟริกา และเป็นผู้บุกเบิกการวิจัยเรื่องใยอาหาร วอล์คเกอร์ (Walker) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานใยอาหารกับระยะเวลาที่อาหารผ่านจากปากถึงทวารหนัก ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักอุจจาระและการดูดซึมของไขมัน นายแพทย์โทรวเวลล์ (Trowell) ได้เคยเสนอแนะเมื่อปี พ.ศ. 2503 ว่า อาหารของชาวผิวดำมีใยอาหารช่วยป้องกันพยาธิสภาพที่อาจเกิดขึ้นในลำไส้ใหญ่ นายแพทย์เบอร์กิต (Burkitt)ได้ศึกษาในปี พ.ศ. 2507 พบว่าชาวแอฟริกันที่เป็นโรคของหลอดเลือดดำและโรคของลำไส้ใหญ่ที่ไม่เกี่ยวกับโรคติดเชื้อมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด อีก 3 ปีต่อมานายแพทย์เบอร์กิตได้พบกับนายแพทย์คลีฟ(Cleave) และได้สนใจสมมติฐานของนายแพทย์คลีฟว่าด้วยเรื่องโรคที่เกิดจากการรับประทานน้ำตาลทราย อย่างไรก็ตามนายแพทย์เบอร์กิตเชื่อว่าสาเหตุที่สำคัญอยู่ที่การรับประทานใยอาหารน้อย ไม่ใช่เพราะรับประทานน้ำตาลทรายมาก เขาได้แสดงความคิดเห็นเรื่องนี้โดยไม่ได้อ่านข้อเขียนของนายแพทย์โทรวเวลล์มาก่อน

การศึกษาพบว่าโรคหลายชนิดที่ไม่ทราบสาเหตุแน่ชัดพบในชาวตะวันตกมากกว่าชาวเอเชียหรือชาวแอฟริกัน ปัจจัยสองประการที่ทำให้เกิดโรคที่ไม่ทราบสาเหตุ คือ การขาดการออกกำลังกาย และการรับประทานอาหารที่มีใยอาหารน้อย มีแป้งน้อย แต่มีน้ำตาลมาก ไขมันมาก และโปรตีนจากสัตว์มาก ในขณะที่ประชาชนในประเทศที่กำลังพัฒนายังคงรับประทานอาหารที่มีใยอาหารมาก มีแป้งมาก น้ำตาลน้อย ไขมันน้อย และโปรตีนจากพืชมาก และมีการออกกำลังกายมากกว่าชาวตะวันตก

ใยอาหารกับการขับถ่ายอุจจาระ ใยอาหารจะเพิ่มน้ำหนักอุจจาระ และจำนวนครั้งของการถ่ายอุจจาระ เพราะน้ำย่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กย่อยใยอาหารไม่ได้ ใยอาหารจะผ่านต่อถึงลำไส้ใหญ่ ใยอาหารสามารถอมน้ำในลำไส้ได้ ทำให้น้ำหนักของใยอาหารเพิ่มได้ 4 ถึง 6 เท่า มีผลทำให้ลำไส้ใหญ่บีบตัวบ่อยขึ้น และน้ำหนักอุจจาระเพิ่มมากขึ้น ลักษณะอุจจาระจะไม่แข็ง นอกจากนี้ลำไส้ใหญ่ยังมีแบคทีเรียซึ่งสามารถย่อยใยอาหารบางชนิดได้ เกิดกรดไขมันที่มีห่วงโซ่คาร์บอนขนาดสั้น กาซคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน และมีเทน กรดไขมันที่มีห่วงโซ่คาร์บอนขนาดสั้นมีฤทธิ์กระตุ้นให้ลำไส้ใหญ่บีบตัวมากขึ้น กาซที่เกิดขึ้นในลำไส้ถ้ามีมากก็จะทำให้ผายลม และแน่นท้องได้

นายแพทย์เบอร์กิต ได้ศึกษาว่า ใยอาหารมีฤทธิ์เพิ่มการบีบตัวของลำไส้ใหญ่จริง โดยจับเวลาที่อาหารผ่านจากปากถึงทวารหนัก เขาพบว่านักศึกษาชาวอังกฤษที่รับประทานใยอาหารน้อยใช้เวลา 69 ชั่วโมง ในขณะที่ชาวอูกันดาซึ่งรับประทานใยอาหารมากใช้เวลา 33 ถึง 35 ชั่วโมง

ใยอาหารกับโรคถุงตันที่ลำไส้ใหญ่ โรคถุงตันที่ลำไส้ใหญ่เป็นภาวะที่เกิดขึ้นจากผนังเยื่อบุภายในของลำไส้มีจุดอ่อน ทำให้เกิดเป็นถุงยื่นจากลำไส้ใหญ่โดยมีปากถุงแคบๆติดต่อกับรูของลำไส้ใหญ่ หากเปรียบเทียบลำไส้ใหญ่เป็นยางในของล้อจักรยาน เมื่อสูบลม ถ้าผนังยางในไม่แข็งแรง ตำแหน่งที่เป็นจุดอ่อนนี้จะโป่งออกเป็นลูกโป่งเล็กๆ ถุงตันที่ลำไส้ใหญ่อาจมีจำนวนมากก็ได้

การเกิดโรคถุงตันที่ลำไส้ใหญ่มีข้อเสียคือ อาหารและกาซที่อยู่ในถุงตันผ่านเข้าออกจากปากถุงที่แคบได้ไม่ดี ทำให้เกิดการหมักหมมของเศษอาหาร และแบคทีเรียบางชนิดเจริญเติบโตมากกว่าปกติ ทำให้เกิดการอักเสบของถุงตัน ผู้ป่วยมีอาการปวดท้องเป็นประจำ บางรายมีมากก็ต้องผ่าตัดเอาลำไส้ใหญ่ตรงตำแหน่งที่มีถุงตันนั้นออก

ในปี พ.ศ. 2510 นายแพทย์เพนท์เตอร์ (Painter) ได้รักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคถุงตันของลำไส้ใหญ่ 70 ราย โดยให้เพิ่มใยอาหาร พบว่า 62 ราย มีอาการดีขึ้นมากไม่ต้องรักษาด้วยการผ่าตัด ผู้ป่วย 62 รายที่การรักษาได้ผลมีประวัติว่า ก่อนการรักษาด้วยใยอาหารมักมีอาการท้องผูกและอุจจาระแข็ง ในเวลาต่อมางานศึกษาของอีสต์วูด (Eastwood) ได้แสดงให้เห็นว่าใยอาหารมีประโยชน์ในการรักษาโรคถุงตัน

ที่ลำไส้ใหญ่ เพราะทำให้ระยะเวลาที่อาหารผ่านจากปากถึงลำไส้ใหญ่มีค่าเหมือนคนปกติ ความดันภายในลำไส้ใหญ่ลดลง และอุจจาระมีลักษณะไม่แข็ง

ใยอาหารกับโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ เนื่องจากใยอาหารมีผลทำให้อาหารผ่านจากปากถึงทวารหนักในอัตราที่เร็วขึ้น ดังนั้นเวลาของการสัมผัสระหว่างสารพิษรวมทั้งสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งที่มีอยู่ในอาหารกับเยื่อบุลำไส้จะน้อยลง โอกาสที่สารพิษจะทำลายเยื่อบุลำไส้ย่อมเป็นไปได้น้อย ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้ตั้งสมมติฐานว่า การรับประทานใยอาหารอาจป้องกันการเกิดมะเร็งของลำไส้ใหญ่

ใยอาหารกับระดับคอเลสเทอรอลในเลือด การศึกษาในขณะนี้แสดงให้เห็นว่าใยอาหารสามารถลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือดได้ โดยใยอาหารจับเอาคอเลสเทอรอลไว้ ทำให้ปริมาณของคอเลสเทอรอลที่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายน้อยลง นอกจากนี้ใยอาหารยังจับเอากรดน้ำดีไว้ด้วย ในภาวะปกติร่างกายสร้างคอเลสเทอรอลได้และเผาผลาญคอเลสเทอรอลให้อยู่ในสภาพของกรดน้ำดี แล้วขับถ่ายออกทางลำไส้ กรดน้ำดีที่เกิดขึ้นจะถูกเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็นเกลือน้ำดี ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการย่อยและการดูดซึมของไขมันภายในลำไส้ เมื่อทำหน้าที่นี้แล้ว กรดน้ำดีจะถูกดูดซึมที่ส่วนปลายของลำไส้เล็กกลับเข้าสู่ร่างกาย ตับจะเผาผลาญคอเลสเทอรอลเป็นกรดน้ำดีมากน้อยเพียงใดขึ้นกับปริมาณกรดน้ำดีที่ดูดซึมกลับที่ลำไส้ เมื่อใยอาหารจับกรดน้ำดีไว้และขับถ่ายออกไปกับอุจจาระ จึงทำให้เกิดการเผาผลาญคอเลสเทอรอลมากขึ้น เพื่อรักษาระดับเกลือน้ำดีในลำไส้เล็กที่จำเป็นต่อการย่อยและการดูดซึมของไขมัน การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้มีผลลดระดับคอเลสเทอรอลในเลือดได้ ดังนั้นการรับประทานใยอาหารจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะควบคุมระดับคอเลสเทอรอลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ ซึ่งเท่ากับเป็นการป้องกันโรคหัวใจขาดเลือดด้วย

ใยอาหารกับโรคอ้วน ใยอาหารทำให้รู้สึกอิ่มเร็วและอิ่มทนกว่าอาหารที่มีใยอาหารน้อย และไม่ให้พลังงานสูง การเพิ่มใยอาหาร อาจทำให้น้ำหนักตัวลดได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนอาหารที่เคยรับประทาน

ใยอาหารจะทำหน้าที่ได้ดีเมื่อร่างกายได้รับสารอาหารครบถ้วน ในทางปฏิบัติ หากรับประทานอาหารหลัก 5 หมู่ของคนไทย คืออาหารที่ให้โปรตีน ข้าว ผักต่างๆ ผลไม้ต่างๆ และไขมัน ในจำนวนที่พอเหมาะในแต่ละวัน ก็จะได้สารอาหารครบถ้วน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณใยอาหารทั้งหมดในอาหารต่างๆ ได้แก่ ข้าวพันธุ์ต่างๆ ขนมปังชนิดต่างๆ ผัก และผลไม้รวม 48 ตัวอย่าง
2. เปรียบเทียบปริมาณกากกับปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างดังกล่าวข้างต้น

ระยะเวลาดำเนินการ

1 ปี (ตุลาคม 2539 - กันยายน 2540)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้บริโภคในการเลือกรับประทานอาหารที่มีใยอาหารตามวัตถุประสงค์ของแต่ละคน เพื่อให้มีสุขภาพอนามัยแข็งแรง โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงอย่างไม่จำเป็นในการซื้ออาหารเสริมที่เป็นใยอาหารสำเร็จรูปและมีราคาแพง เนื่องจากประเทศไทยมีพืชผักผลไม้ที่เป็นแหล่งของใยอาหารอยู่มากมายตลอดปี
2. ใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้ผลิตอาหารทั้งที่ผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศหรือเพื่อส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ เป็นการส่งเสริมและสนับสนุนการส่งออก เนื่องจากบางประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดให้แสดงค่าใยอาหารบนฉลาก ทำให้ผู้ผลิตสามารถมีข้อมูลไปแสดงต่อลูกค้าได้

วัสดุ อุปกรณ์ วิธีดำเนินการและตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลอง

เป็นอาหารต่างๆ จำนวน 48 ตัวอย่าง ประกอบด้วย

1. ข้าวสารพันธุ์ต่างๆ จำนวน 10 ตัวอย่าง
2. ขนมปังชนิดต่างๆ จำนวน 10 ตัวอย่าง
3. ผัก จำนวน 12 ตัวอย่าง
4. ผลไม้ จำนวน 16 ตัวอย่าง

1. การวิเคราะห์ปริมาณกาก

1.1 สารเคมีและวิธีเตรียม

1.1.1. เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95

1.1.2. สารละลายกรดซัลฟุริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25

เจือจางกรดซัลฟุริกเข้มข้นจำนวน 25 กรัม ด้วยน้ำและปรับปริมาตรให้เป็น 2 ลิตร

1.1.3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน 25 กรัม ด้วยน้ำและปรับปริมาตรให้เป็น 2 ลิตร

1.2 เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

1.2.1 เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า ชั่งได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

1.2.2 เครื่องบดตัวอย่าง Knifetec

1.2.3 เครื่องย่อยกาก LAB CONCO

1.2.4 ผ้าลินิน

1.2.5 กระดาษกรองวัตแมนเบอร์ 541

1.2.6 ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้

1.2.7 ตู้อบสุญญากาศ

1.2.8 เตาเผาไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้

1.2.9 เครื่องเตรียมตัวอย่างให้แห้งที่จุดเยือกแข็ง Freeze Dryer FD-1 EYELA

1.2.10เครื่องสกัด.....

1.2.11เครื่องแก้ว.....

- บีเกอร์ขนาด 200 มิลลิลิตร
- บีเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร สำหรับเข้าเครื่องย่อยกาก
- กระบอกตวงขนาด 250 มิลลิลิตร
- ขวดเป่าน้ำชนิดต้มน้ำได้
- กรวยบุคเนอร์

1.3 การเตรียมตัวอย่าง

1.3.1 ตัวอย่างข้าวสารพันธุ์ต่างๆ

- นำตัวอย่างมาบดด้วยเครื่องบด แร่งผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ขนาดตัวอย่างผ่านตะแกรงที่มีขนาด 0.3 - 0.5 มิลลิเมตร
- วิเคราะห์หาความชื้นและไขมัน แล้วนำส่วนที่เหลือจากการหาความชื้นและไขมันมาวิเคราะห์ปริมาณกาก

1.3.2 ตัวอย่างขนมปัง

- นำตัวอย่างไปอบให้พอบดได้ โดยต้องรู้น้ำหนักที่หายไปเนื่องจากการอบนี้
- นำตัวอย่างที่อบแล้วมาบดด้วยเครื่องบด แร่งผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ขนาดตัวอย่างผ่านตะแกรงที่มีขนาด 0.3 - 0.5 มิลลิเมตร
- วิเคราะห์หาความชื้นและไขมัน แล้วนำส่วนที่เหลือจากการหาความชื้นและไขมันมาวิเคราะห์ปริมาณกาก

1.3.3 ตัวอย่างผลไม้ และผัก

- นำตัวอย่างมาล้าง ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ ปอกเปลือกและเอาเมล็ดออก นำมาเฉพาะส่วนที่รับประทานได้ หั่นเป็นชิ้นเล็กๆแล้วนำเข้าเครื่องปั่น
- นำตัวอย่างส่วนหนึ่งมาวิเคราะห์หาความชื้น เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณกากในตัวอย่างเริ่มต้น
- นำอีกส่วนหนึ่งมาทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำให้แห้งที่อุณหภูมิจุดเยือกแข็ง
- กำจัดความชื้นที่เหลืออยู่โดยใช้ตู้อบสุญญากาศ

1.4 วิธีวิเคราะห์

1.4.1 ชั่งตัวอย่างในข้อ 1.3 ที่แห้งและปราศจากไขมันประมาณ 1 - 2 กรัม ให้รู้น้ำหนักแน่นอน ใส่ในบีเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร สำหรับย่อยกาก

1.4.2 เติมสารละลายกรดซัลฟุริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน200 มิลลิลิตร ที่ทำให้ร้อนแล้ว

1.4.3 นำไปเข้าเครื่องย่อย ต้มให้เดือดอย่างสม่ำเสมอ เป็นเวลา 30 นาที

1.4.4 นำออกจากเครื่องย่อย กรองด้วยผ้าลินินโดยใช้กรวยบุคเนอร์

1.4.5 ล้างสิ่งที่กรองได้ด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด

1.4.6 ถ่ายสิ่งที่กรองได้กลับสู่บีเกอร์ใบเดิมด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ที่ทำให้ร้อนแล้ว

1.4.7 นำเข้าเครื่องย่อย ต้มให้เดือดอย่างสม่ำเสมอ เป็นเวลา 30 นาที

1.4.8 นำออกจากเครื่องย่อย กรองโดยใช้กระดาษกรองวัตแมนเบอร์ 541 ที่ตัดให้มีขนาดที่วางในกรวยบุคเนอร์ได้พอดี

1.4.9 ล้างสิ่งที่กรองได้ด้วยน้ำร้อนจนหมดด่าง

1.4.10 ถ่ายสิ่งที่กรองได้ลงในอะลันดัม ครูซิเบิล

1.4.11 ล้างด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95

1.4.12 นำไปอบแห้งในตู้อบ อุณหภูมิ 100 - 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

1.4.13 นำมาทำให้เย็นในเดสิกเกเตอร์ และชั่งน้ำหนัก

1.4.14 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

1.4.15 นำมาทำให้เย็นในเดสิกเกเตอร์ และชั่งน้ำหนัก

1.5 การคำนวณ

1.5.1 การคำนวณปริมาณกากของตัวอย่างข้าวสารและขนมปัง

$$\text{ปริมาณกาก ร้อยละ} = (W_2-W_1) \times (100-\%\text{ความชื้น} -\%\text{ไขมัน})/w$$

W_1 = น้ำหนักของอะลันดัม ครูซิเบิลและสิ่งที่กรองได้หลังอบ เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของอะลันดัม ครูซิเบิลและสิ่งที่กรองได้หลังเผา เป็นกรัม

w = น้ำหนักของตัวอย่างที่แห้งและปราศจากไขมัน เป็นกรัม

1.5.2 การคำนวณปริมาณกากของตัวอย่างผลไม้และผัก

ปริมาณกาก ร้อยละ $= (W_2-W_1) \times (100-\%\text{ความชื้น})/w$

W_1 = น้ำหนักของอะลันดัม ครูซิเบิลและสิ่งที่กรองได้หลังอบ เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของอะลันดัม ครูซิเบิลและสิ่งที่กรองได้หลังเผา เป็นกรัม

w = น้ำหนักของตัวอย่างที่แห้ง เป็นกรัม

2. การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด

2.1 สารเคมีและวิธีเตรียม

2.1.1 เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95

2.1.2 เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 78

เจือจางเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 ด้วยน้ำ โดยใช้น้ำ 1 ส่วนปริมาตรต่อเอทานอล 4 ส่วนปริมาตร

2.1.1 อะซีโตน

2.1.2 สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.08 โมลาร์ มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.0 (pH 6.0)

ละลายโซเดียมฟอสเฟต ไดเบสิก แอนไฮดรัส 1.400 กรัม (หรือ โซเดียม ฟอสเฟต ไดเบสิก ไดไฮเดรท 1.753 กรัม) และ โซเดียม ฟอสเฟต โมโนเบสิก โมโนไฮเดรท 9.68 กรัม (หรือ โซเดียม ฟอสเฟต โมโนเบสิก ไดไฮเดรท 10.94 กรัม) ด้วยน้ำและปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง และปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.0

2.1.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.275 นอร์มัล

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 11.00 กรัม ด้วยน้ำและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ตรวจสอบความเข้มข้นของสาร

ละลาย โดยการไทเทรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมาตรฐาน โดยใช้ฟีนอลทาลีนเป็นอินดิเกเตอร์

2.1.4 กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.325 นอร์มัล

ตวงกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 1 นอร์มัล จำนวน 327 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำให้เป็น 1 ลิตร แล้วตรวจสอบความเข้มข้นโดยไทเทรตกับโพแทสเซียมแอสิด พทาเลตที่รู้น้ำหนักแน่นอน และใช้ฟีนอลทาลีนเป็นอินดิเกเตอร์

2.1.5 อัลฟา-อะมิเลส ที่ทนความร้อน หรือ สารละลายเทอร์มามีลแอล 120

2.1.6 โปรติเอส ซิกมา พี 5380

2.1.7 สารละลายโปรติเอส

ละลายโปรติเอส ซิกมาพี 5380 จำนวน 50 มิลลิกรัม ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ จำนวน 1 มิลลิลิตร (เตรียมทันทีก่อนใช้)

2.1.8 อะมิโลกลูโคซิเดส ซิกมา เอ 9268

2.1.9 บัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 4 pH 7 pH 10 สำหรับวัดความเป็นกรด-ด่าง

2.1.10 ซีไลท์ 545

2.2 เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

2.2.1 เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า ชั่งได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

2.2.2 เครื่องบดตัวอย่าง Knifetec

2.2.3 อ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้ 1024 Shaking Water Bath

2.2.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ORION 710 A

2.2.5 เครื่องวิเคราะห์หาใยอาหาร Fibertec System E พร้อมอุปกรณ์ได้แก่ขวดสำหรับย่อยตัวอย่าง(incubation flask)และถ้วยกรอง(filtration crucible)

2.2.6 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน/โปรตีน Kjeltec Auto Sampler System

2.2.7 เตาเผาไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้

2.2.8 เครื่องเตรียมตัวอย่างให้แห้งที่จุดเยือกแข็ง Freeze Dryer FD-1 EYELA

2.2.9 เครื่องแก้ว

2.2.9.1 ไมโครปิเปต ขนาด 100 และ 300 ไมโครลิตร

2.2.9.2 ขวดแก้วปริมาตร ขนาด 1 ลิตร

2.2.9.3 บีเกอร์ ขนาด 50 และ 400 มิลลิลิตร

2.3 การเตรียมตัวอย่าง

2.3.1 ตัวอย่างข้าวสารพันธุ์ต่างๆ

- นำตัวอย่างมาบดด้วยเครื่องบด แร่งผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ขนาดตัวอย่างผ่านตะแกรงที่มีขนาด 0.3 - 0.5 มิลลิเมตร
- วิเคราะห์หาความชื้นและไขมัน แล้วนำส่วนที่เหลือจากการหาความชื้นและไขมันมาวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด

2.3.2 ตัวอย่างขนมปัง

- นำตัวอย่างไปอบให้พอบดได้ โดยต้องรู้น้ำหนักที่หายไปเนื่องจากการอบนี้
- นำตัวอย่างที่อบแล้วมาบดด้วยเครื่องบด แร่งผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ขนาดตัวอย่างผ่านตะแกรงที่มีขนาด 0.3 - 0.5 มิลลิเมตร
- วิเคราะห์หาความชื้นและไขมัน แล้วนำส่วนที่เหลือจากการหาความชื้นและไขมันมาวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด

2.3.3 ตัวอย่างผลไม้ และผัก

- นำตัวอย่างมาล้าง ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ ปอกเปลือกและเอาเมล็ดออก นำมาเฉพาะส่วนที่รับประทานได้ หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วนำเข้าเครื่องปั่น
- นำตัวอย่างส่วนหนึ่งมาวิเคราะห์หาความชื้น เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างเริ่มต้น
- นำอีกส่วนหนึ่งมาทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำให้แห้งที่อุณหภูมิจุดเยือกแข็ง

- กำจัดความชื้นที่เหลืออยู่โดยใช้ตู้อบสุญญากาศ และนำไปหาปริมาณใยอาหารทั้งหมด

2.4 วิธีวิเคราะห์

2.4.1 ชั่งตัวอย่างในข้อ 2.3 ที่แห้งและปราศจากไขมันใส่ในขวดย่อย 2 ขวด (duplicate) ขวดละ 1 กรัม ให้น้ำหนักละเอียดถึง0.1 มิลลิกรัม น้ำหนักตัวอย่าง2 ขวดนี้ ต่างกันได้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัม และทำแบลงก์ 2 ขวด โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับตัวอย่างแต่ไม่มีตัวอย่าง

2.4.2 เติม ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 50 มิลลิลิตร

2.4.3 ตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างและปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ระหว่าง 6.0 ± 0.2

2.4.4 เติมอัลฟา-อะมิเลส ที่ทนความร้อน หรือ สารละลายเทอร์มามีลแอล 120 จำนวน 0.1 มิลลิลิตร

2.4.5 ปิดปากขวดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์

2.4.6 บ่มเป็นเวลา 30 นาที โดยจุ่มในเครื่องอังน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 95 - 100 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งเขย่าขวดเบาๆ โดยปรับตั้งปุ่มบังคับการเขย่าอัตโนมัติ

2.4.7 นำมาตั้งให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง ปรับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ที่ 7.5 ± 0.2 โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.275 นอร์มัล จำนวน 10 มิลลิลิตร

2.4.8 เติมสารละลาย โปรติเอส จำนวน 0.1 มิลลิลิตร

2.4.9 ปิดปากขวดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ และนำไปบ่มเป็นเวลา 30 นาที โดยจุ่มในเครื่องอังน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60องศาเซลเซียส พร้อมทั้งเขย่าขวดเบาๆ โดยปรับตั้งปุ่มบังคับการเขย่าอัตโนมัติ

2.4.10 นำมาตั้งให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง ปรับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ที่ 4.3 ± 0.3 โดยเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.325 นอร์มัล จำนวน 10 มิลลิลิตร

2.4.11 เติมอะมิโลกลูโคซิเดส จำนวน 0.3 มิลลิลิตร

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

2.4.12 ปิดปากขวดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ และนำไปบ่มเป็นเวลา 30 นาที ในเครื่องอังน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียสพร้อมทั้งเขย่าขวดเบาๆ โดยปรับตั้งปุ่มบังคับการเขย่าอัตโนมัติ

2.4.13 เติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 280 มิลลิลิตร ที่ร้อน 60 องศาเซลเซียส (ตวงปริมาตรก่อนนำไปทำให้ร้อน)

2.4.14 ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง

2.4.15 กรองด้วยถ้วยกรอง(บรรจุซีไลท์ 0.5 กรัม) ที่อบและชั่งน้ำหนักแล้ว ล้างตะกอนด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 78 จำนวน 20 มิลลิลิตร 3 ครั้ง และเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 10 มิลลิลิตร 3 ครั้ง

2.4.16 ล้างด้วยอะซีโตนจำนวน 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง

2.4.17 นำไปอบ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดสิกเกเตอร์ ชั่งน้ำหนักตะกอนที่ได้

2.4.18 นำตะกอนที่กรองได้ของขวดใบที่หนึ่งไปวิเคราะห์โปรตีนโดยใช้แฟคเตอร์ 6.25 ในการคำนวณ

2.4.19 นำตะกอนที่กรองได้ของขวดใบที่สองไปวิเคราะห์เถ้า โดยเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง

2.5 การคำนวณ

2.5.1 การคำนวณค่าแบลงก์

$$B = \frac{(r_1 + r_2)}{2}\left(1 - \frac{p}{100}\right) - a$$

B = ค่าแบลงก์เป็นมิลลิกรัม

r_1 = ปริมาณตะกอนของแบลงก์ขวดที่หนึ่ง เป็นมิลลิกรัม

r_2 = ปริมาณตะกอนของแบลงก์ขวดที่สอง เป็นมิลลิกรัม

p = ปริมาณโปรตีนของตะกอนของแบลงก์ขวดที่หนึ่ง เป็นร้อยละ

a = ปริมาณเถ้าของตะกอนของแบลงก์ขวดที่สอง เป็นมิลลิกรัม

2.5.2 การคำนวณปริมาณใยอาหารทั้งหมด

$$\% \text{ (Total Dietary Fiber,TDF)} = \frac{[(R_1 + R_2)}{2} - P - A - B \,] \frac{100}{w}$$

TDF = ปริมาณใยอาหารทั้งหมดเป็นร้อยละของตัวอย่างที่แห้งและปราศจากไขมัน

B = ค่าแบลงก์เป็นมิลลิกรัม

R_1 = ปริมาณตะกอนของตัวอย่างขวดที่หนึ่ง เป็นมิลลิกรัม

R_2 = ปริมาณตะกอนของตัวอย่างขวดที่สอง เป็นมิลลิกรัม

P = ปริมาณโปรตีนของตะกอนของตัวอย่างขวดที่หนึ่ง เป็นมิลลิกรัม

A = ปริมาณเถ้าของตะกอนของตัวอย่างขวดที่สอง เป็นมิลลิกรัม

w = น้ำหนักของตัวอย่างที่แห้งและปราศจากไขมัน เฉลี่ยจากน้ำหนักตัวอย่างของขวดที่หนึ่งและขวดที่สอง เป็นมิลลิกรัม

ผลการศึกษาทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างอาหาร จำนวน 48 ตัวอย่าง พบว่าทุกตัวอย่างมีปริมาณใยอาหารทั้งหมด สูงกว่าปริมาณกาก

ได้จำแนกผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างข้าวสารพันธุ์ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 2 ข้าวสารที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดมากเป็นอันดับหนึ่งในจำนวนสิบตัวอย่าง คือ ข้าวหอมนพคุณมาบุญครอง รองลงมาคือข้าวมันปูอนามัย และข้าวมันปูธัญญทิพย์ มีใยอาหารทั้งหมด ร้อยละ 3.35 3.27 และ 3.11 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างขนมปัง ดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 3 พบว่าขนมปังที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดมากเป็นอันดับหนึ่งในจำนวนสิบตัวอย่าง คือ ขนมปังไฮลวีท รองลงมาคือขนมปังฝรั่งเศสตราฟาร์มเฮ้าส์ และขนมปังแซนด์วิชตราฟาร์มเฮ้าส์ มีใยอาหาร ร้อยละ 4.84 3.88 และ 3.08 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างผลไม้ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 4 พบว่าผลไม้ที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดมากเป็นอันดับหนึ่งในจำนวนสิบหกตัวอย่าง คือ ละมุด รองลงมาคือฝรั่ง และส้มเขียวหวาน มีใยอาหาร ร้อยละ 10.4 6.11 และ 4.75 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างผักดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 5 พบว่าผักที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดมากเป็นอันดับหนึ่งในจำนวนสิบสองตัวอย่าง คือ ฟักเขียว รองลงมาคือถั่วฝักยาว และดอกกุยช่าย มีใยอาหาร ร้อยละ 3.49 3.42 และ 2.66 ตามลำดับ

ส่วนใหญ่ผลไม้จะมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดสูงกว่าอาหารประเภทอื่นๆ ข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าวที่ไม่ได้ผ่านกรรมวิธีขัดสีมาก ก็จะมีปริมาณใยอาหารสูงกว่าข้าวและผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการขัดสีจนขาว การเปรียบเทียบปริมาณใยอาหารทั้งหมดในอาหารที่ได้ทำการศึกษาทดลองแสดงโดยสรุปไว้ในรูปที่ 6

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ปริมาณกากและใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างข้าวพันธุ์ต่าง ๆ เรียงลำดับ ตามตัวอย่างที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดจากมากไปน้อย

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	กาก ร้อยละ	ใยอาหารทั้งหมด ร้อยละ
1	ข้าวหอมนพคุณมาบุญครอง	0.66	3.35
2	ข้าวมันปูอนามัย	0.75	3.27
3	ข้าวมันปูชัญญทิพย์	0.70	3.11
4	ข้าวเหนียวดำ	0.90	2.61
5	ข้าวซ้อมมือหอม	0.55	2.30
6	ข้าวสาร 5%	0.18	0.99
7	ข้าวสารเสาไห้	0.10	0.41
8	ข้าวเหลืองอ่อน	0.18	0.40
9	ข้าวเหนียวเขี้ยวงู	0.14	0.33
10	ข้าวหอมมะลิ ทุ่งกุลาร้องไห้	0.08	0.15

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ปริมาณกากและใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างขนมปังชนิดต่าง ๆ เรียงลำดับตามตัวอย่างที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดจากมากไปน้อย

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	กาก ร้อยละ	ใยอาหารทั้งหมด ร้อยละ
1	ขนมปังโฮลวีท	1.09	4.84
2	ขนมปังฝรั่งเศส ตราฟาร์มเฮ้าส์	0.31	3.88
3	ขนมปังแซนด์วิช ตราฟาร์มเฮ้าส์	0.17	3.08
4	ขนมปังแซนด์วิช	0.22	2.92
5	ซอฟท์โรล	0.2	2.63
6	ขนมปังแซนด์วิช ตราการ์ดีเนีย	0.27	2.47
7	ขนมปังโฮลวีทชนิดแผ่น ตราฟาร์มเฮ้าส์	0.82	2.17
8	ขนมปังฮอทดอก ตราเอเอ	0.22	1.95
9	ครัวซอง	0.18	1.8
10	ขนมปังรสใบเตย ตราการ์ดีเนีย	0.53	1.78

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ปริมาณกากและใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างผลไม้ เรียงลำดับตามตัวอย่างที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดจากมากไปน้อย

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	กาก ร้อยละ	ใยอาหารทั้งหมด ร้อยละ
1	ละมุด	2.4	10.4
2	ฝรั่ง	3.47	6.11
3	ส้มเขียวหวาน (บางมด)	1.01	4.75
4	แอปเปิล	0.68	3.53
5	กล้วยน้ำว้า	0.38	3.3
6	มะม่วงมัน แรด	0.62	2.33
7	กล้วยไข่	0.33	2.08
8	กะท้อน	0.79	1.99
9	ชมพู่	0.49	1.36
10	มะละกอสุก	0.46	1.22
11	มะม่วงสุก (น้ำดอกไม้)	0.35	1.17
12	เงาะ	0.36	1.11
13	สับปะรด (ศรีราชา)	0.38	1.07
14	กล้วยหอม	0.32	0.86
15	แคนตาลูป	0.27	0.71
16	แตงโม	0.12	0.33

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ปริมาณกากและใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างผักชนิดต่าง ๆ เรียงลำดับตามตัวอย่างที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดจากมากไปน้อย

ลำดับที่	ชื่อตัวอย่าง	กาก ร้อยละ	ใยอาหารทั้งหมด ร้อยละ
1	ฟักเขียว	1.32	3.49
2	ถั่วฝักยาว	1.04	3.42
3	คอกกุยช่าย	1.07	2.66
4	ผักกวางตุ้ง	0.82	2.38
5	มะเขือยาว	0.85	2.35
6	มะระ	0.72	2.03
7	ผักกาดหอม	0.63	1.87
8	กะหล่ำปลี	0.53	1.41
9	แครอท	0.39	1.29
10	มันแกว	0.38	0.90
11	แตงกวา	0.42	0.83
12	ฟักทอง	0.32	0.78

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษาทดลอง

ก่อนทำการวิเคราะห์ใยอาหารทั้งหมด ต้องทำให้ตัวอย่างแห้ง โดยใช้วิธีการที่เหมาะสม และถ้าตัวอย่างมีไขมันเกินร้อยละ 10 ต้องสกัดไขมันออกก่อน ทั้งนี้ต้องรู้ปริมาณไขมันที่ถูกกำจัด เพื่อใช้ในการคำนวณกลับเป็นน้ำหนักของตัวอย่างเริ่มต้น

ตัวอย่างควรจะสัมผัสกับเอนไซม์มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เช่น การบดให้ขนาดเล็กลงจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวได้มาก และทำให้ได้ผลถูกต้อง แต่ในบางกรณีถ้าตัวอย่างละเอียดเกินไปตัวอย่างจะแน่นมาก ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปได้ เนื่องจากมีช่องว่างให้แทรกเข้าไปได้น้อย แก้ไขโดยการเขย่าเบาๆตลอดเวลาของการบ่ม และแต่ละขั้นตอนของการบ่มต้องควบคุมความเป็นกรด-ด่างให้ได้ตามที่วิธีวิเคราะห์กำหนดไว้ รวมทั้งการตรวจสอบประสิทธิภาพของเอนไซม์เป็นระยะๆ

ต้องทำการตรวจสอบความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่ใช้ โดยการวัดค่าความถ่วงจำเพาะเพื่อให้แน่ใจว่า แอลกอฮอล์ที่ใช้ในขั้นตอนการตกตะกอนมีความเข้มข้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 กล่าวคือต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสไม่มากกว่า 0.8092 และแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการล้างตะกอนที่กรองได้มีความเข้มข้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 78 นั่นคือต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่มากกว่า 0.8628 ถ้าความเข้มข้นของแอลกอฮอล์น้อยกว่าที่กำหนดค่าของปริมาณใยอาหารทั้งหมดจะน้อยกว่าความเป็นจริง เนื่องจากใยอาหารที่ละลายน้ำจะสูญเสียไป

ในการศึกษาปริมาณใยอาหารทั้งหมดในอาหารประเภทต่างๆ 4 กลุ่ม คือข้าว สารพันธุ์ต่างๆ ขนมปังชนิดต่างๆ ผลไม้ และผัก พบว่าข้าวสารที่ผ่านการขัดสีไม่มากจะมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดสูงกว่าข้าวสารที่ได้รับการขัดสีจนขาว ในทำนองเดียวกันขนมปังที่ทำจากข้าวสาลีที่ได้รับการขัดสีไม่มาก จะมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดสูงกว่าขนมปังที่ทำจากข้าวสาลีที่ได้รับการขัดสีจนขาว ส่วนผลไม้ที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดสูงสุดคือละมุด ผักที่มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดสูงสุดคือ ฟักเขียว ส่วนปริมาณใยอาหารทั้งหมดและปริมาณกาก เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว พบว่าอาหารทั้ง 4 กลุ่มดังกล่าวมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดสูงกว่าปริมาณกากทุกตัวอย่าง

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณสุจินต์ ศรีคงศรี (ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ) และคุณสุคนธ์ เนคมานุรักษ์ (หัวหน้ากลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ) ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของรายงานฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Alstin, Finn. Appendix to Fibertec Manual. H❶gan④s: Tecator AB, n.d. p. 1 - 8.

Eastward, Martin. Fiber and gastrointestinal disease. Edited by David Kritchevsky, Charles Bonfield and James W. Anderson. In Dietary fiber: chemistry, physiology, and health effects. New York: Plenum Press, 1990. p. 262.

Gordon, Dennis T. Total dietary fiber and mineral absorption. Edited by David Kritchevsky, Charles Bonfield and James W. Anderson. In Dietary fiber: chemistry, physiology, and health effects. New York: Plenum Press, 1990. p. 105 - 108

Helrick, Kenneth, ed. Official methods of analysis of AOAC international. Vol. 2. 16th ed. Verginia: AOAC, 1995, p. 70 - 71.

Kirk, Ronald S. and Sawyer, Ronald. Pearson's composition and analysis of foods. 9th ed. Harlow: Longman Scientific&Technical, 1991, p. 26 - 29.

Tecator AB. Manual: fibertec system E 1023 filtration module. H❶gan④s: Tecator AB, n.d.

วิชัย ตันไพจิตร. **โภชนาการเพื่อสุขภาพ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษรสมัย, 2530, หน้า 28 - 33

วิรดา ดิษยมณฑล. เส้นใยของอาหารช่วยให้สุขภาพดีอย่างไร. **ฉลาดบริโภค**, ธันวาคม, 2529, ปีที่ 11, ฉบับที่ 3, หน้า 28 - 31

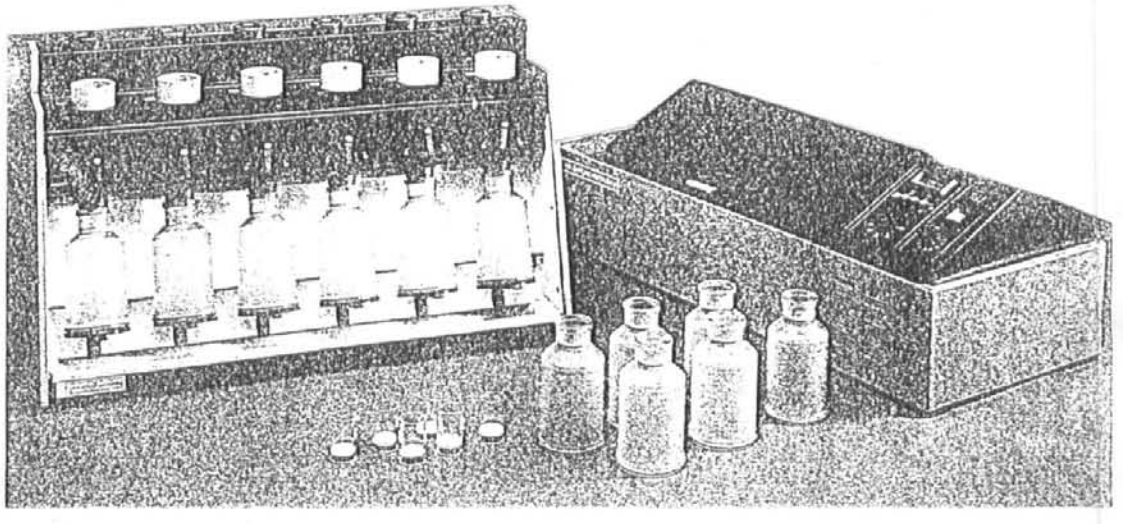
วิษฐิดา จันทราพรชัย และ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. อาหารที่มีเยื่อใยสูง. **อุตสาหกรรมเกษตร**, มกราคม-เมษายน, 2538, ปีที่6, ฉบับที่1, หน้า 28 - 34

สันทนา อมรไชย. ใยอาหาร. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ**, พฤษภาคม, 2537, ปีที่ 42, ฉบับที่ 135,หน้า 27 - 32

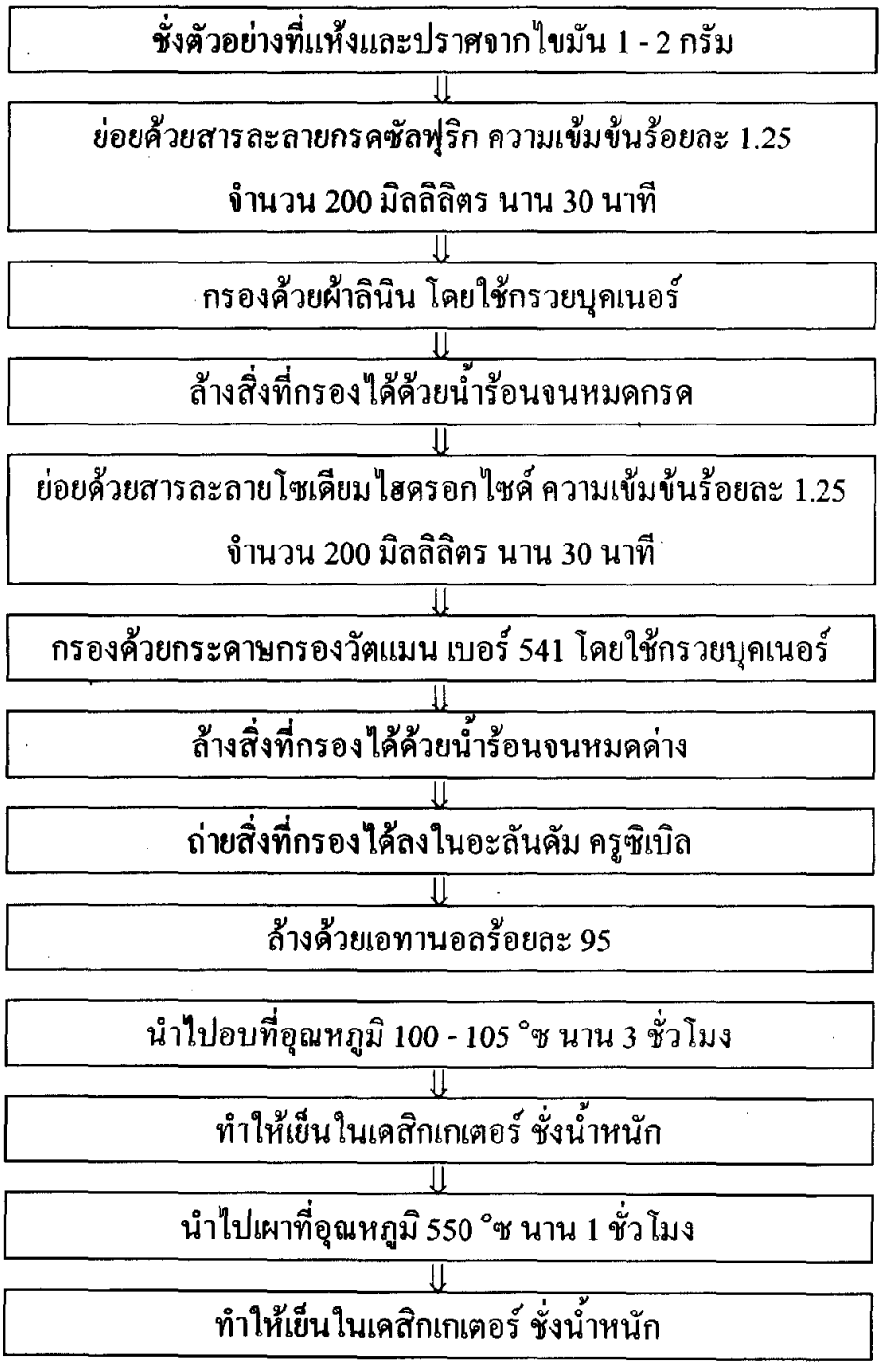
อรวินท์ โทรกี. **เรื่องต้องรู้เพื่อชีวิต: อาหารกับโรค.** กรุงเทพมหานคร: หอรัตนชัยการพิมพ์, 2537, หน้า 58 - 62, 67-71

ภาคผนวก

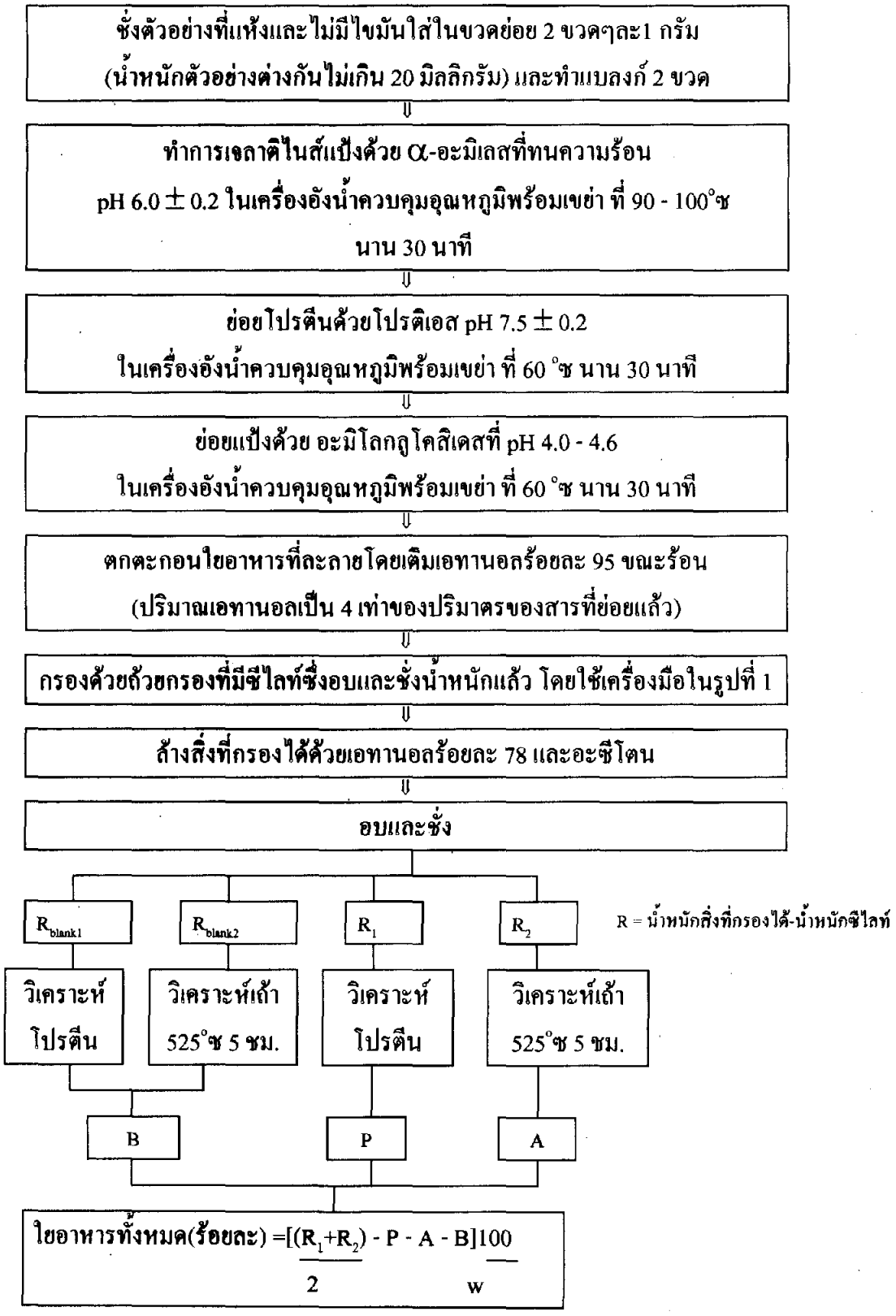
รูปที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด



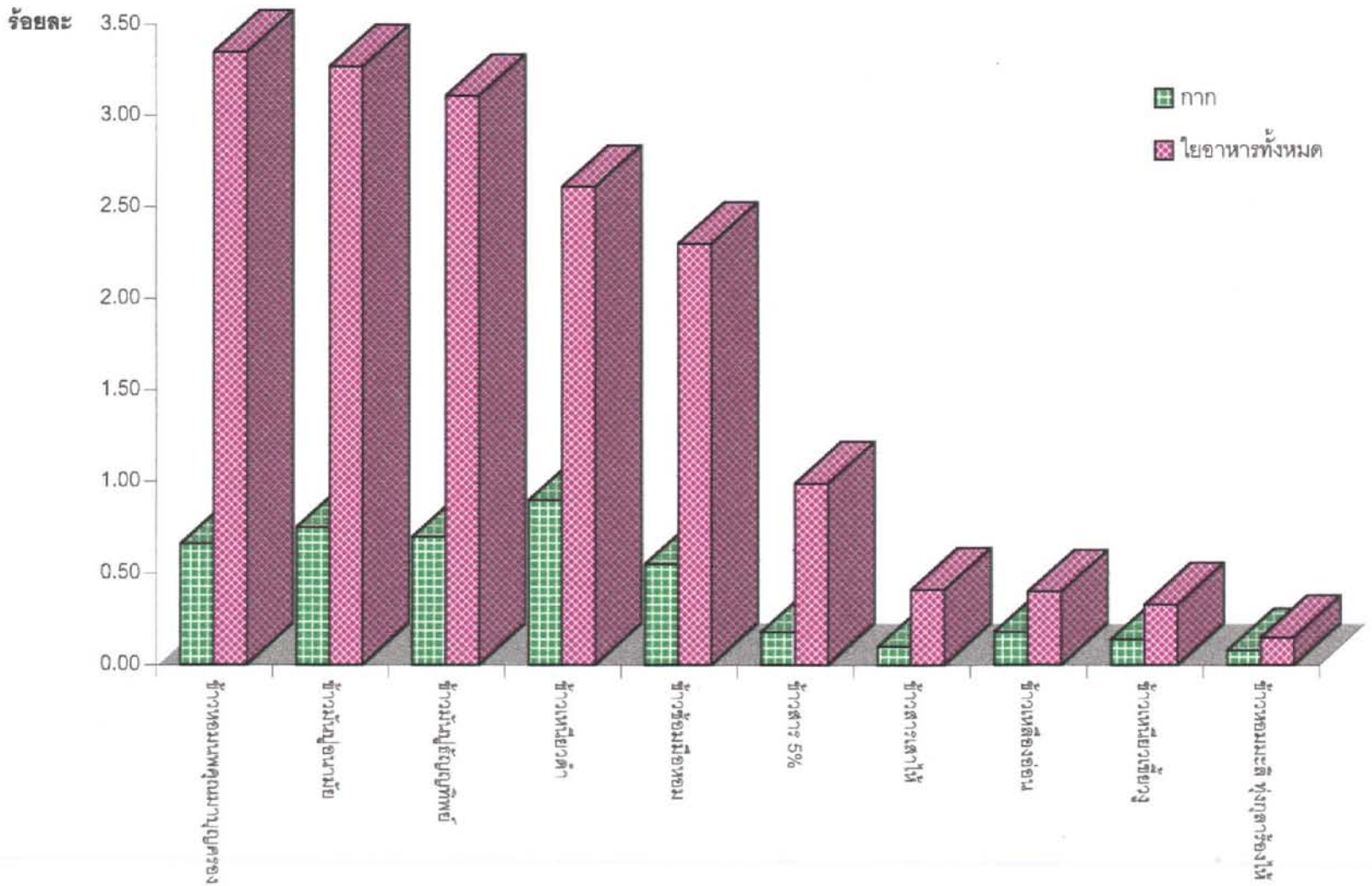
แผนภูมิที่ 1 วิธีวิเคราะห์ปริมาณกาก



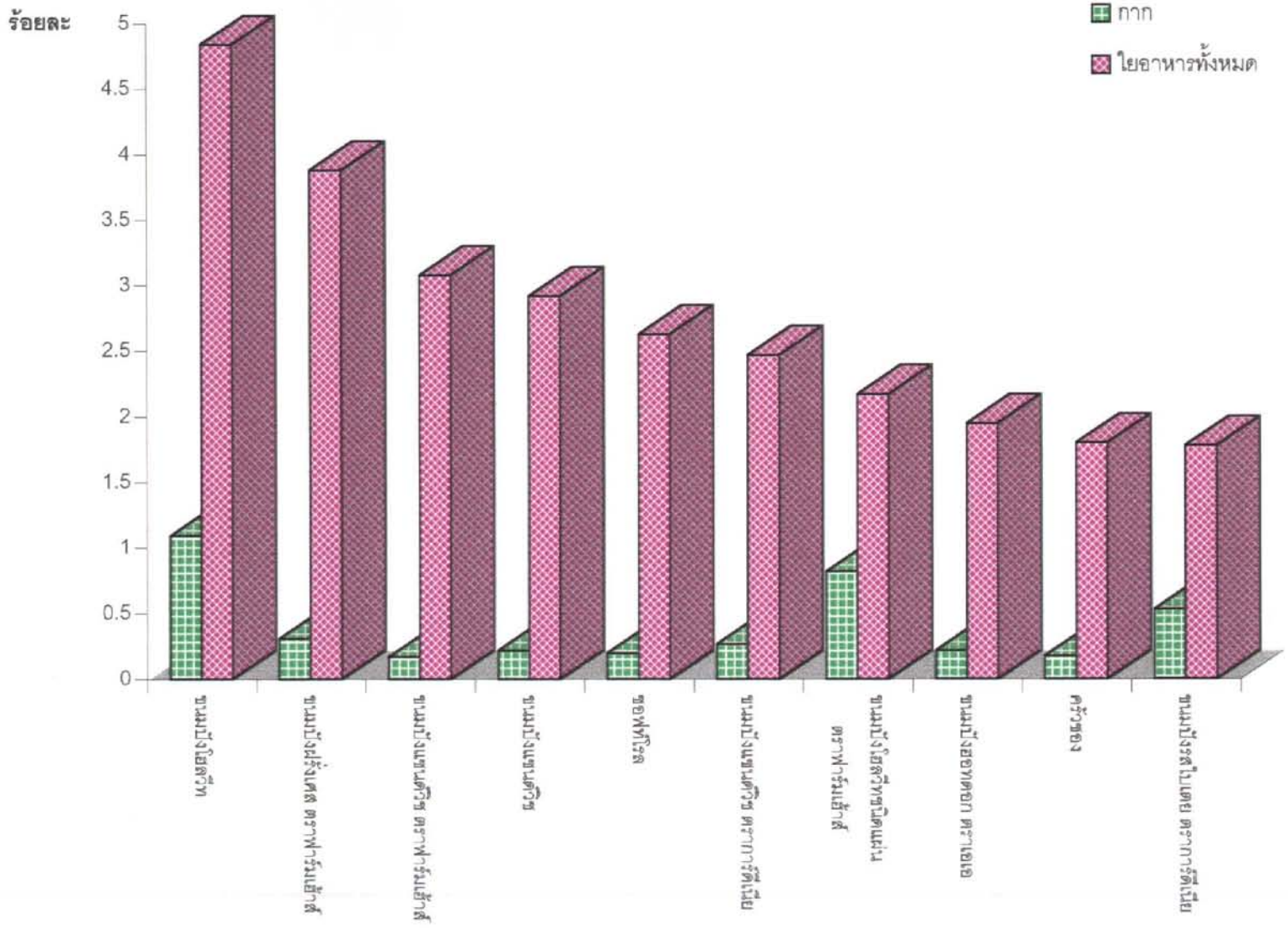
แผนภูมิที่ 2 วิธีวิเคราะห์ปริมาณใยอาหารทั้งหมด



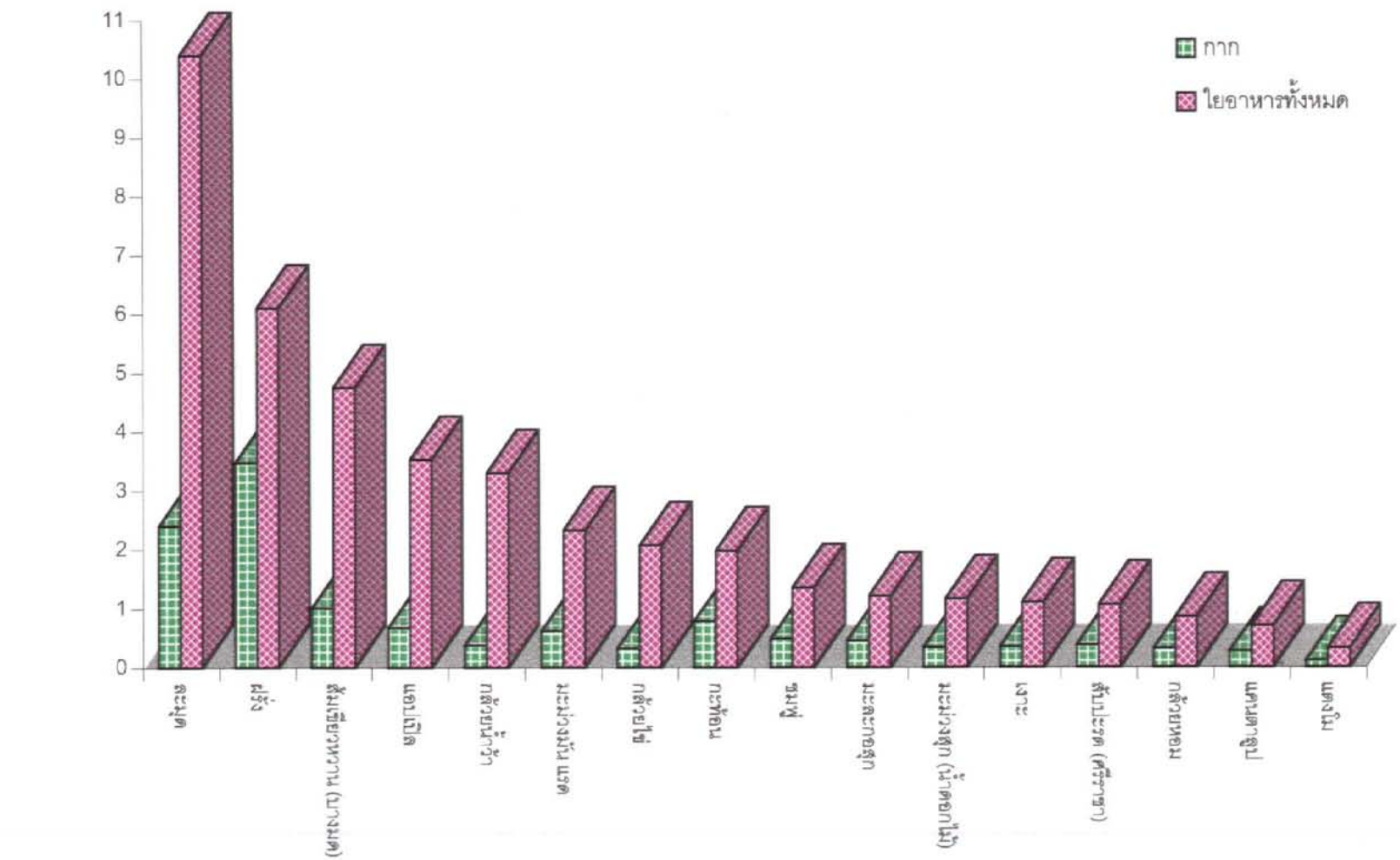
รูปที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างข้าวสารพันธุ์ต่าง ๆ



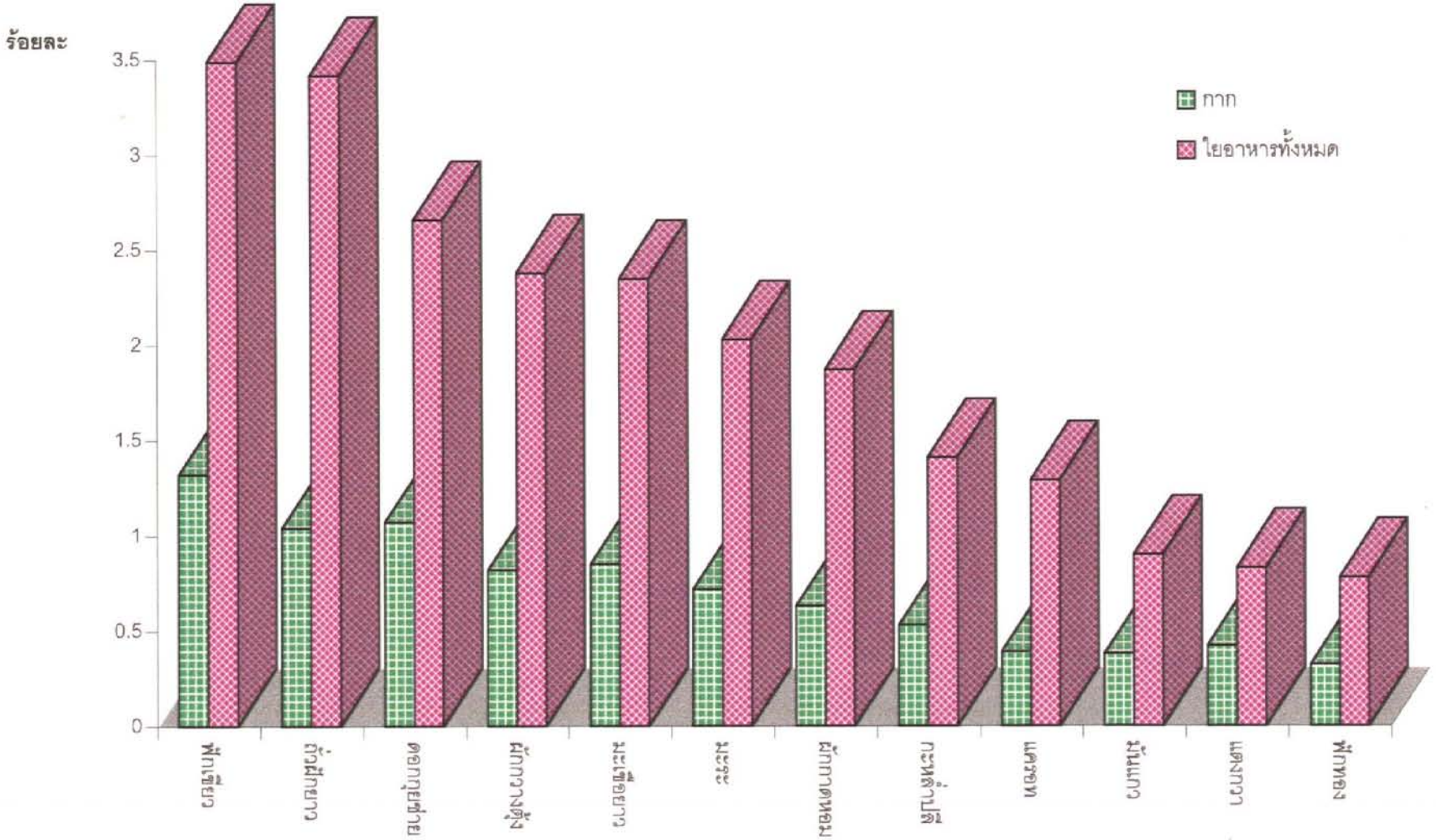
รูปที่ 3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างขนมปังชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณกากและใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างผลไม้



รูปที่ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณกากและปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างผัก



รูปที่ 6 กราฟแสดงปริมาณใยอาหารทั้งหมดในตัวอย่างข้าวสารพันธุ์ต่างๆ ขนมปังชนิดต่างๆ ผลไม้ และผัก