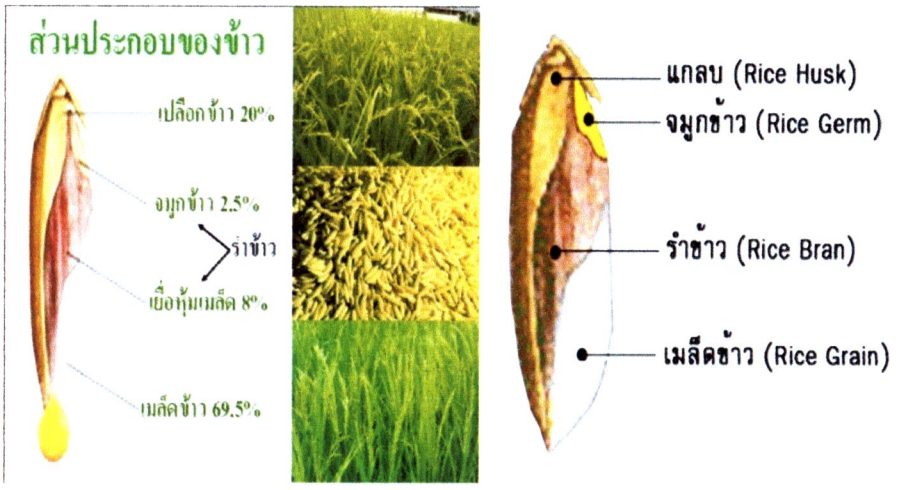
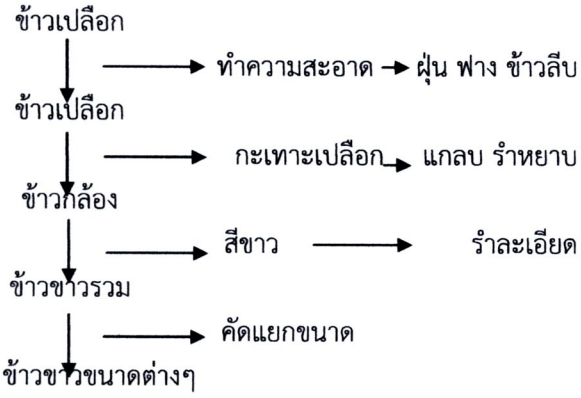
ตรวจเอกสาร

รำข้าว (Rice bran)

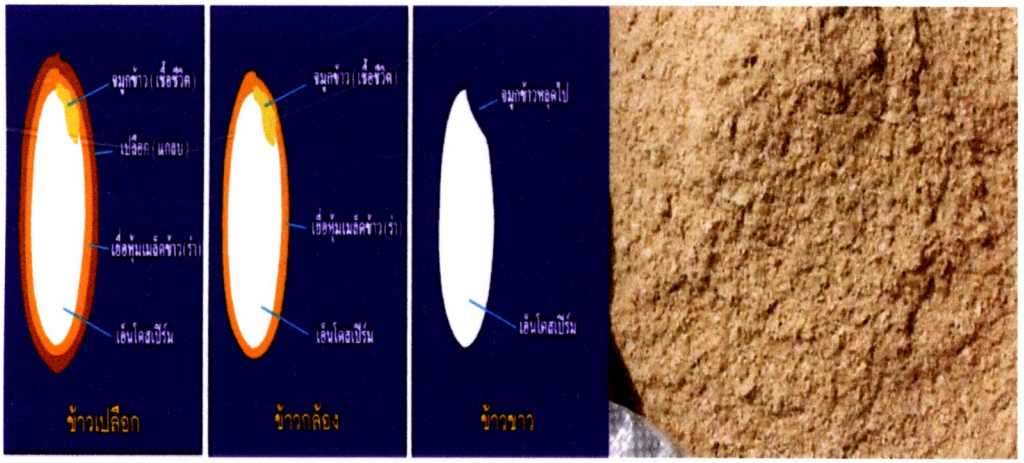
รำ หมายถึง ส่วนเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด นิวเซลลัส ชั้นแอลิวโรน และชั้นซับแอลิวโรน มักจะรวมส่วนของคัพภะเข้าไว้ด้วย (ดังภาพที่ 1) เนื่องจากในกระบวนการขัดสีข้าวกล้องให้เป็นข้าวสาร ส่วนใหญ่ต้องการข้าวสารที่ขาวจึงขัดผิวข้าวกล้องจนถึงชั้นแอลิวโรน ทำให้คัพภะหลุดออกจากเนื้อเมล็ดรวมอยู่ด้วย ดังนั้นปริมาณ ชนิดของโครงสร้าง และองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวที่ได้จากกระบวนการสีข้าว นับจากการกะเทาะเปลือกหุ้มแข็ง (แกลบ) ออกไปแล้วจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว และสภาวะแวดล้อมที่ปลูกจนถึงกรรมวิธีในการขัดผิวเมล็ดข้าวกล้อง การขัดขาว และการขัดมันเพื่อให้ข้าวสารขาวและมันวาว ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวขึ้นอยู่กับส่วนของรำที่ได้จากกระบวนการสีข้าว ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ รำหยาบ (bran) ซึ่งได้จากการขัดผิวเมล็ดข้าวกล้อง และรำละเอียด (polish) ได้จากการขัดขาวและขัดมัน จึงทำให้องค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันบ้าง [7] องค์ประกอบของรำข้าวในกระบวนการสีข้าวนั้น ดังภาพที่ 2 ข้าวเปลือกจะถูกสีเพื่อแยกเอาแกลบและบางส่วนของรำออก ซึ่งผลิตผลหลักที่ได้รับ คือ ข้าวกล้อง (brown rice) และข้าวขาว (white rice) (ภาพที่ 3) ในขณะที่รำ (bran) ซึ่งมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเหลืองปนน้ำตาล (ภาพที่ 3) แกลบ (husk) และปลายข้าว จะเป็นผลพลอยได้ [8]



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของข้าว [9]



ภาพที่ 2 ขั้นตอนในกระบวนการสีข้าว [8]



ภาพที่ 3 ลักษณะของข้าว และรำข้าว [10]

<u>เส้นใยอาหาร</u>

ใยอาหาร หรือเส้นใยอาหาร (Dietary fiber: DF) คือ ส่วนที่มาจากพืช ธัญพืช ผัก และผลไม้ ซึ่งเป็นโมเลกุลเชิงซ้อนของคาร์โบไฮเดรต ทนต่อการถูกย่อยสลายโดยกรดในกระเพาะอาหารและเอนไซม์ในลำไส้เล็ก สามารถผ่านถึงลำไส้ใหญ่ในสภาพเดิม ซึ่งบางส่วนอาจถูกย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ได้ เส้นใยอาหารมีทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ การบริโภคเส้นใยอาหาร เมื่อบริโภคแล้วให้ประโยชน์ต่อร่างกาย และช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ได้ เช่น ลดปริมาณคลอเลสเทอรอลในเลือด ลดอัตราการเกิดโรคกระดูกพรุน ป้องกันการเกิดมะเร็ง โรคอ้วน โรคเบาหวาน และยังเพิ่มภูมิคุ้มกันให้ร่างกายด้วย ขณะเดียวกันยังทำให้ระบบทางเดินอาหารทำงานได้สมบูรณ์เป็นปกติ ทั้งการเคลื่อนไหว การดูดซึมสารอาหาร การมีชีวิตอยู่ของจุลชีพและการขับถ่าย จึงส่งผลให้มีสุขภาพที่ดี อย่างไรก็ตาม การรับประทานอาหารที่มีเส้นใยอาหารมากเกินไปอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อร่างกายได้ เช่น มีส่วนทำให้ลดการ

ดูดซึมแร่ธาตุจำพวก แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และสังกะสี นอกจากนี้กระบวนการย่อยเส้นใยอาหารอาจก่อให้เกิดแก๊สลำไส้ใหญ่ ทำให้อืดอัดท้องและผายลมมากได้ ดังนั้นควรรับประทานเส้นใยอาหารที่เหมาะสม คือ ประมาณ 20 – 35 กรัมต่อวัน โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2000 กิโลแคลอรี และควรรับประทานใยอาหารทั้งสองชนิด คือ เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำและที่ไม่ละลายน้ำ ไม่ควรเลือกรับประทานเส้นใยอาหารอย่างใดอย่างหนึ่ง สำหรับผู้ที่ต้องการเพิ่มเส้นใยอาหารให้แก่ร่างกาย ควรเพิ่มเมล็ดถั่ว ธัญพืชและผักเป็นส่วนประกอบในอาหารแต่ละมื้อ รับประทานข้าวกล้องแทนข้าวขาว รับประทานผลไม้สดหลังมื้ออาหารทุกมื้อ หากเป็นผลไม้ที่รับประทานเปลือกได้ ควรล้างให้สะอาดและทานทั้งเปลือก หรืออย่างน้อยดื่มน้ำผลไม้ที่ผสมเนื้อผลไม้ รับประทานของว่างที่มีส่วนผสมเป็นธัญพืช เมล็ดถั่ว ผลไม้อบหรือตากแห้ง เพียงลองปฏิบัติตามคำแนะนำง่ายๆ เหล่านี้ก็สามารถช่วยให้ทุกคนมีสุขภาพดีขึ้นได้ [11]

<u>ส่วนประกอบและการแบ่งชนิดของเส้นใยอาหารตามการละลายน้ำ</u>

เส้นใยอาหารประกอบด้วยสารประกอบที่มีโครงสร้างโพลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพคติน กัม และ มิวซิเลจน์ เป็นต้น และสารประกอบที่ไม่มีโครงสร้างเป็นโพลิแซคคาไรด์ เช่น ลิกนิน และเส้นใยอาหารยังสามารถแบ่งตามความสามารถในการละลายได้เป็น 2 ประเภท คือ เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้แก่ เพคติน กัม และมิวซิเลจส์ [12]

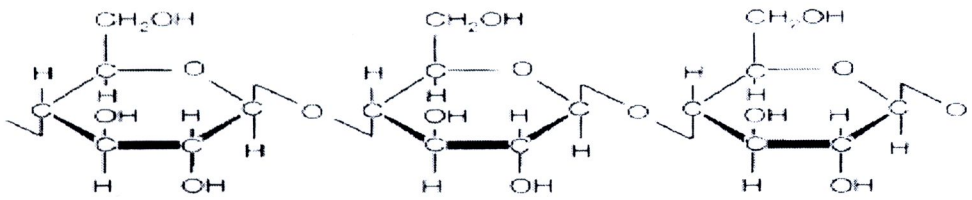
1. เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber: IDF)

เส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำจะไม่มีความหนืด ไม่ถูกย่อยโดยแบคทีเรียที่ลำไส้ใหญ่หรือถูกย่อยน้อยมาก ซึ่งช่วยเพิ่มปริมาณเนื้ออุจจาระทำให้อุจจาระอ่อนนุ่ม และลดระยะเวลาการค้างตัวของอุจจาระในลำไส้ใหญ่ ใยอาหารชนิดนี้พบมากในข้าวสาลี รำข้าวสาลี ถั่วเปลือกแข็ง มะขาม เปลือกของผลไม้ และผักต่างๆ [11] ซึ่งประกอบด้วย

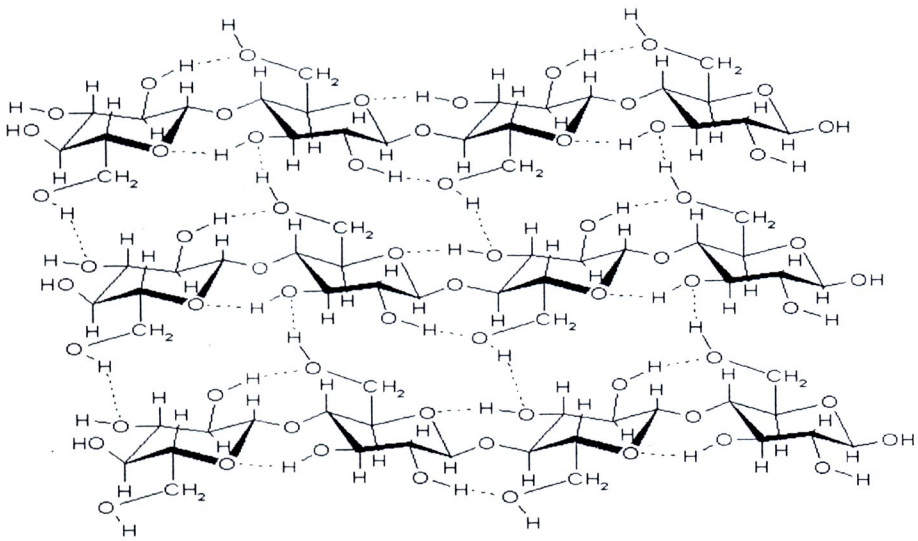
1.1 เซลลูโลส (cellulose)

เซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักสำคัญในผนังเซลล์พืช จัดเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีมากที่สุดบนโลก เซลลูโลสจะพบอยู่ร่วมกับเฮมิเซลลูโลส เพคติน และลิกนินในผนังเซลล์พืช มีความแตกต่างจากสตาร์ชตรงที่เซลลูโลสไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในร่างกาย เซลลูโลสจึงจัดเป็นเส้นใยอาหารชนิดหนึ่ง นักค้นคว้าหลายท่านเชื่อว่าเซลลูโลสจะช่วยดูดซึมสารก่อมะเร็ง (Carcinogen) ซึ่งอาจเกิดขึ้นในทางเดินลำไส้อันเนื่องมาจากการกินอาหารที่มีสารไนเตรตและอื่นๆ [13] นอกจากนี้ยังเชื่อว่าเซลลูโลสจะช่วยป้องกันการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นจึงมีคุณประโยชน์สำหรับผู้ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน และในอุตสาหกรรมอาหารมีการนำไปใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดและสารเพิ่มเนื้อในอาหารที่มีแคลอรีต่ำ [12]

โครงสร้างของเซลลูโลส (ภาพที่ 4) เซลลูโลสเป็นพอลิเมอร์สายโซ่ยาวประกอบขึ้นด้วยหน่วยซ้ำของเซลโลไบโอสซึ่งมี D-กลูโคส จับต่อกันด้วยพันธะ β-1, 4-กลูโคซิดิก เชื่อมกันเป็นโมเลกุลยาว และที่ทุกๆ หน่วยที่สองของ β-D-กลูโคส จะหมุน 180° จึงทำให้สายเซลลูโลสสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล [13]



(a) โครงสร้างของเซลลูโลส



(b) โครงสร้างเซลลูโลสที่แสดงพันธะไฮโดรเจน

ภาพที่ 4 โครงสร้างของเซลลูโลส [14]

1.2 **เฮมิเซลลูโลส** (hemicelluloses)

ผนังเซลล์ของพืชชั้นสูงจะประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน พอลิเมอร์ทั้งสามนี้จะอยู่ร่วมกัน ยึดเกาะเกี่ยวกันด้วยแรง เช่น จากพันธะไฮโดรเจนและแวนเดอวาลส์ เป็นต้น ทำให้ผนังเซลล์พืชมีความแข็งแรง [13]

เฮมิเซลลูโลสเป็นพอลิแซ็กคาร์ไรด์ ที่มีความหลากหลายแตกต่างกันระหว่างพืชต่างชนิดไม่เหมือนเซลลูโลส หรือสตาร์ช เฮมิเซลลูโลสจะถูกแบ่งตามชนิดของน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบหลักในโมเลกุล ประเภทที่สำคัญ เช่น

D-ไซโลกลูแคน ประกอบด้วย D-ไซโลไพแรโนส จับกับสายโซ่โมเลกุลเซลลูโลส

D-ไซแลน เป็นพอลิเมอร์ของ β-D-ไซโลส

D-กลูแคน เป็นพอลิเมอร์ของ β-D-กลูโคส

D-กาแลกแทน เป็นพอลิเมอร์ของ D-กาแลกโทส

สายโซ่หลักของเฮมิเซลลูโลสจะมีมอโนแซ็คคาไรด์ต่อกันด้วยพันธะ β-1, 4-ไกลโคซิดิก และมักมีน้ำตาลโมโนแซ็กคาไรด์หนึ่งตัวถึงสามตัวต่อกันมาเกาะอยู่ที่สายโซ่หลัก ยกตัวอย่างเช่น D-ไซโลกลูแคนจะประกอบด้วยสายโซ่หลักเป็นน้ำตาล D-กลูโคไพแรโนส ต่อกันด้วยพันธะ β-1, 4-ไกลโคซิดิก และมีน้ำตาล α-D-ไซโลไพแรโนส เดี่ยวๆจับเกาะกับสายโซ่หลักด้วยพันธะ α-1, 6-ไกลโคซิดิก และบางชนิดอาจมีน้ำตาล D-กาแลกโทไพแรโนซิล เกาะที่น้ำตาล D-ไซโลไพแรโนส ด้วยพันธะ β-1, 2 และมี L-ฟูโคไพแรโนสจับ β-1, 2 กับ D-กาแลกโทไพแรโนสอีก

1.3 ลิกนิน (Lignin)

ไม่ใช่โพลิแซคคาไรด์ มีอยู่ในผนังเซลล์ของพืชไม้ยืนต้น ลำต้นของผักที่ค่อนข้างแข็งและแก่ ลิกนินบริสุทธิ์แยกออกได้ยากด้วยเหตุนี้โครงสร้างของลิกนินจึงยังไม่ทราบแน่นอนแต่พอจะทราบว่าเป็นพอลิเมอร์ของฟีนิลโพรเพน (phenylpropane derivatieves)

2. เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber: SDF)

เส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำจะมีความหนืด และถูกย่อยได้ดี โดยแบคทีเรียที่ลำไส้ใหญ่ โดยความหนืดของเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำจะทำให้อาหารอยู่ในกระเพาะอาหารนานขึ้น ทำให้รู้สึกอิ่มและไม่รู้สึกหิวบ่อย อาจมีผลช่วยลดน้ำหนักตัว และยังช่วยลดการดูดซึมน้ำตาลและไขมันผ่านเยื่อบุผิวของลำไส้ได้ [11] ประกอบด้วย

2.1 เพคติน (Pectin)

เพคตินทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบโครงสร้าง พบในพืชทุกชนิดโดยเฉพาะที่ผนังเซลล์และที่ระหว่างเซลล์ (Intercellular) มีมากในผลไม้หลายชนิด ตัวอย่างเช่น เปลือกส้มและมะนาวจะมีสูงร้อยละ 20 – 30 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) แอปเปิ้ลประมาณร้อยละ 15 ในพืชเพคตินทำหน้าที่เปรียบเหมือนซีเมนต์เชื่อมยึดเซลล์ต่างๆของเนื้อเยื่อไว้ทำให้ผลไม้คงรูปอยู่ได้ แต่เมื่อผลไม้เข้าระยะสุกการทำงานของพวกเอนไซม์เพคทิเนส (pectinases) มีผลทำให้เพคตินมีขนาดโมเลกุลสั้นลง และมีหมู่คาร์บอกซิลอิสระในโมเลกุลมากขึ้น ส่งผลให้ผลไม้ที่เดิมมีเนื้อสัมผัสที่แน่น มีความนิ่มขึ้นกินได้ง่ายขึ้น [13]

โมเลกุลของเพคตินประกอบขึ้นจากกรด α-D-กาแลกโทไพแรโนซิลยูโรนิก ต่อเชื่อมกันเป็นสายโซ่ตรงยาว โดยจับระหว่างกันด้วยพันธะ α-1, 4-ไกลโคซิดิก บางส่วนของหมู่คาร์บอกซิล บนสายโซ่จะมีหมู่เมทิลมาเอสเทอริฟายด์ด้วย เพคตินยังมีพวกสายกิ่งที่ประกอบด้วยน้ำตาลชนิดเป็นกลาง (neutral sugar) โดยเฉพาะน้ำตาล L-แรมโนส น้ำตาลอื่นที่พบ ได้แก่ D-กาแลกโทส L-แอราบิโนส เป็นต้น ในโมเลกุลของเพคติน หน่วย α (1→ 2)-L-แรมโนไพแรโนซิลจะคั่นในสายโซ่ และในบริเวณนี้จะมีพวกน้ำตาลเป็นกลางจับเป็นสายกิ่งบริเวณนี้ เรียกว่า ช่วงกิ่งขุก (hairy region) ส่วนช่วงโมเลกุลที่มีแต่กรด D-กาแลกทูโรนิก เรียกว่า ช่วงเรียบ (smooth region) เพคตินมีความเสถียรที่พีเอชประมาณ 3.5 ช่วงของบริเวณสายโซ่หลักจะมีความสำคัญต่อการเกิดเจลของเพคติน เพราะสามารถเข้าใกล้กันได้ ส่วนช่วงกิ่งขุกจะขวางการเกิดขอบเขตรอยต่อบริเวณนั้น [13]

2.2 กัมและมิวซิเลจส์

เป็นเส้นใยอาหารที่เรากินโดยที่เราไม่รู้ตัว เพราะมักมีการใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร เช่น ใช้เป็นตัวทำให้ซอสข้นหนืด เส้นใยอาหารในกลุ่มนี้ได้แก่

1. วุ้น (agar) เป็นสารที่ได้จากสาหร่าย โครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วย sulfonated

Polymer of anhydrogalactose น้ำตาลกาแลกโตสที่อยู่ในรูป D และ L น้ำตาลไซโลส [13]

2. อัลจิเนต สกัดได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล โครงสร้างประกอบด้วย สายพอลิเมอร์ของกรดกลูโคโรนิก และแอนไฮโดรแมนนูโลนิก โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของเกลือโซเดียม เกลือโพแทสเซียม หรือเกลือแมกนีเซียม ทำให้สามารถละลายได้ดีทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น [13]

3. คาราจีแนน โครงสร้างเป็นสายพอลิเมอร์ของ sulfonated galactose

4. กัวกัม สกัดจากเอนโดสเปิร์มของเมล็ด *Cyamopsis tetragonolobus* เป็นพืชตระกูลถั่วที่พบในประเทศอินเดีย และปากีสถาน ประกอบด้วยสายพอลิเมอร์ของน้ำตาลแมนโนสเป็นโครงสร้างหลัก และมีน้ำตาลกาแลกโทสเป็นสาขาเกาะอยู่ที่โครงสร้างหลัก ลักษณะโดยทั่วไป ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น สามารถละลายได้ดีในน้ำร้อนและน้ำเย็น [13]

5. แซนแทนกัม เป็นพอลิแซ็กคาไรด์หรือกัมที่ละลายน้ำได้สังเคราะห์โดยแบคทีเรีย *Xanthomonas* โดยเฉพาะ *X. campestris* NRRL-B-1459 ด้วยกระบวนการหมักแบบใส่อากาศ (Submerged) มี D-Glucose เป็นแหล่งคาร์บอนหลักหรืออาจใช้น้ำตาลซูโครสหรือสตาร์ชก็ได้ กัมชนิดนี้แบคทีเรียสร้างเยื่อหุ้มอยู่ภายนอกเซลล์เพื่อช่วยป้องกันเซลล์จากสภาวะภายนอก เมื่อผลิตได้กัมตามที่ต้องการแล้ว ต้องสเตอริไรซ์เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ แล้วจึงแยกกัมออกด้วยการตกตะกอนด้วย isopropyl alcohol แยกเอา Xanthan gum ออกมาและล้างให้สะอาดทำให้แห้งแล้วบดให้ละเอียด [13]

<u>สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของเส้นใยอาหาร</u>

1. ความสามารถอุ้มน้ำไว้ภายในโครงสร้าง

คือ ความสามารถของเส้นใยอาหารที่จะตรึงน้ำไว้ภายในโครงสร้างของมันในสภาวะใดสภาวะหนึ่ง สามารถหาค่าเป็นตัวเลขได้ โดยคิดจากปริมาณน้ำที่ตรึงไว้ภายในโครงสร้างของมัน คิดเป็นมิลลิลิตรต่อหนึ่งหน่วยของน้ำหนักแห้ง จากการศึกษาพบว่า เส้นใยอาหารที่มีเพคติน และเฮมิเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ จะสามารถดูดซึมน้ำเข้าสู่เซลล์ได้มากจนเกิดลักษณะเป็นวุ้น ในขณะที่เส้นใยอาหารที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ จะไม่สามารถเกิดลักษณะเช่นนี้จึงทำให้มีการประยุกต์ใช้ในอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการจะลดน้ำหนัก เพื่อให้อาหารที่รับประทานไปขยายตัวเพิ่มปริมาตร (Bulking volume) ในกระเพาะอาหารทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มนานกว่าปกติ ซึ่งเป็นการลดปริมาณอาหารที่รับประทานและพลังงานที่ร่างกายจะได้รับ นอกจากนี้การอุ้มน้ำได้ดีของเส้นใยอาหารจะช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหารอันจะไปกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ (Transit Time) ทำให้กากอาหารนุ่ม เป็นต้น สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหารนี้ ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ขนาดเส้นใยอาหาร ปริมาณอิเล็กโทรไลต์ และค่าความเป็นกรด – เบสของสารละลายนั้น [15]

2. ความสามารถในการดูดซึมสารอินทรีย์

สารอินทรีย์ต่างๆ เช่น กรดน้ำดี (Bile acid) คลอเรสเทอรอล สารก่อมะเร็ง และสารพิษต่างๆ จากโครงสร้างของเส้นใยอาหารที่เป็นที่ยึดเกาะของสารอินทรีย์เหล่านี้ก่อให้เกิดผลดีต่อร่างกาย โดยเมื่อภายหลังจากที่เส้นใยอาหารถูกขับออกจากระบบลำไส้ใหญ่ สารอินทรีย์ที่เกาะกับเส้นใยอาหารก็จะถูกขับออกจากร่างกายด้วยพร้อมๆกัน ทำให้ปริมาณและความเข้มข้นของสารอินทรีย์ดังกล่าวลดลง เช่น ลดระดับซีรั่ม และคลอเรสเทอรอลที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อ จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบทางเคมีจะมีผลต่อการยึดเกาะของสารเหล่านี้ เช่น ลิกนิน เพคติน และโพลิแซคคาไรด์ที่มีความเป็นกรดจะมี

ความสามารถดูดซึมกรดน้ำดีได้ดี ส่วนเซลลูโลสสามารถยึดเกาะสารเคมี 1, 2 ไดเมทิลไฮดราซีนที่เป็นสารก่อมะเร็งได้ดีกว่าเพคติน จากผลการดูดซับและการเปลี่ยนประจุกับสารอื่นๆ ที่มากับอาหาร โดยเฉพาะพวกสารพิษและอนุมูลอิสระต่างๆ ทำให้เส้นใยอาหารสามารถดึงเอาสารพิษเหล่านี้ออกจากอาหาร รวมทั้งการที่เส้นใยอาหารสามารถลดความหมักหมมของกากอาหารในลำไส้ด้วย จึงทำให้ลดโอกาสที่สารก่อมะเร็งเหล่านี้จะสัมผัสกับผนังลำไส้ [15]

3. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

เส้นใยอาหารพวกโพลีแซคคาไรด์ที่มีหมู่คาร์บอนอิสระทำให้โมเลกุลมีความเป็นกรด เช่น เพคติน ลิกนิน จะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกกับเกลือแร่ และอิเล็กโทรไลต์ ต่างๆ ดังนั้นเมื่อเส้นใยอาหารถูกขับออกจากร่างกาย จึงทำให้เกลือแร่และอิเล็กโทรไลต์ที่เกาะกับโครงสร้างเส้นใยอาหารถูกขับออกจากร่างกายด้วย ซึ่งอาจจะมีโทษต่อร่างกายได้เหมือนกัน โดยการบริโภคเส้นใยอาหารมากเกินไปอาจจะไปจับกับเกลือแร่ที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งมีผลต่อการเจริญของกระดูก เหล็กและสังกะสี ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายได้เหมือนกัน แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการยืนยันที่แน่นอน หรือมีข้อมูลที่สนับสนุนการวิจัยในเรื่องของผลเสียที่มีต่อร่างกาย หากมีการบริโภคเส้นใยอาหารในปริมาณมากเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลเสียที่มีต่อการดูดซึม และนำไปใช้ของเกลือแร่ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งอาจจะทำให้เป็นการลดการนำเกลือแร่และอิเล็กโทรไลต์ไปใช้ ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถนี้ ได้แก่ สารประกอบไนโตรเจน สารประกอบฟีนอล และสารที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด วิธีการเตรียมเส้นใยอาหาร เป็นต้น [15]

4. ความสามารถในการถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์

. สมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของเส้นใยอาหาร คือ ความสามารถในการเป็นสารตั้งต้น หรือเป็นอาหารสำหรับจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ การย่อยสลายนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของโพลีแซคคาไรด์ โดยที่ความสามารถอุ้มน้ำ และโครงสร้างของโพลีแซคคาไรด์มีผลต่ออัตราการย่อยสลาย เช่น แบคทีเรียสามารถย่อยสลายเพคติน มิวซิเลจน์ และกัมได้ดี ในขณะที่แบคทีเรียสามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ผลที่ได้จากการย่อยสลาย คือ กรดไขมันที่มีจำนวนไขมันต่อกันเล็กน้อย (Short Chain Fatty acid) ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตและการย่อยสลายนี้จะทำให้ความเป็นกรด – เบส ในลำไส้ใหญ่เปลี่ยนไป โดยจะมีความเป็นกรดมากขึ้นซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการทำงานของเอนไซม์จากจุลินทรีย์นั่นเอง การทำงานของระบบลำไส้ที่ปกติก็เนื่องมาจากการทำงานของจุลินทรีย์นั่นเอง ดังนั้น ในอาหารที่รับประทานจึงควรพิจารณาถึงชนิดและองค์ประกอบที่มีอยู่ในเส้นใยอาหารนั้น เช่น จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายผักกาดขาว และกะหล่ำปลีได้ถึงร้อยละ 90 ขณะที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลาย รำข้าวสาลี และองค์ประกอบที่เป็นเอมิเซลลูโลสมีแนวโน้มที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้มากกว่าเซลลูโลส [15]

<u>บทบาทและหน้าที่ของเส้นใยอาหารในร่างกาย</u>

งานวิจัยทางด้านระบาดวิทยา ได้ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ระหว่างการบริโภคเส้นใยอาหารกับการลดอุบัติการณ์ของโรคต่างๆ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยในห้องปฏิบัติการที่แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติ บทบาท และหน้าที่ของเส้นใยอาหารในร่างกาย

1. บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด

โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือดเป็นโรคที่อันตรายมากที่สุดในระบบทางเดินโลหิต ประมาณครึ่งหนึ่งของผู้เสียชีวิตจากโรคนี้จะอายุเกิน 45 ปี สาเหตุของโรคเกิดจากมีสารอาหารไปเกาะผนังด้านในของเส้นเลือด สารอาหารที่เกาะนั้น ได้แก่ ไขมัน โปรตีน และคลอเรสเทอรอล โดยเฉพาะสารคลอเรสเทอรอลนั้นเป็นตัวหลักที่ก่อให้เกิดปัญหา ทั้งนี้เพราะคลอเรสเทอรอลไม่เป็นเพียงสารที่ได้รับจากการบริโภคอาหารเท่านั้น แต่ยังถูกสร้างขึ้นมาได้ในปริมาณมากพอควรในร่างกาย โดยเฉพาะในตับ สารคลอเรสเทอรอลที่มีในร่างกายจะถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดน้ำดี ซึ่งจะถูกขับออกมาทางลำไส้เล็กเพื่อช่วยในการย่อยและการดูดซึมกลับของไขมันและสารคลอเรสเทอรอลจากอาหาร มีนักวิจัยหลายท่านได้ทดลองใช้สารอาหารที่มีเส้นใย สูงในอาหารให้ผู้ที่มีคลอเรสเทอรอลในเลือดบริโภคชั่วระยะหนึ่ง พบว่าระดับของคลอเรสเทอรอลในเส้นเลือดลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งผลเกี่ยวเนื่องมาจากเส้นใยอาหารเป็นตัวแยกกรดน้ำดี สารคลอเรสเทอรอล และไขมัน โดยป้องกันการดูดซึมกลับในทางเดินโลหิตของสารเหล่านี้ จึงทำให้คลอเรสเทอรอลที่ถูกสร้างขึ้นมาถูกขับออกจากเลือดเป็นส่วนใหญ่ จะเห็นได้ว่าการเกิดโรคหัวใจนั้นมีอัตราเกิดโรคน้อยมากในกลุ่มที่เป็นมังสวิรัติ ทั้งนี้เพราะว่าในพืชมีเส้นใยอยู่ในปริมาณมากพอ [16]

2. บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคผนังลำไส้อักเสบ

โรคนี้เกิดจากลำไส้ใหญ่ส่วนบนเป็นแผลชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Blowout protrusion แล้วเกิดติดเชื้อจากจุลินทรีย์ในลำไส้ จากสถิติโรคนี้มักจะพบในคนที่เป็นไส้ติ่งอักเสบและริดสีดวงด้วย จากการศึกษาพบว่า อาหารเส้นใยมีบทบาทในการแก้ไขปัญหานี้ได้อย่างมาก ทั้งนี้เพราะว่าลำไส้ปกติบีบตัวอยู่ตลอดเวลา ถ้าในกรณีที่ อุจจาระจะมีลักษณะแข็ง ก็จะทำให้ผนังลำไส้โดยเฉพาะเส้นโลหิตดำเกิดการโป่ง และบวมอันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคได้ ขณะเดียวกันถ้าอาหารมีเส้นใยมาก เส้นใยจะอุ้มน้ำทำให้อุจจาระนุ่มอยู่ตลอดเวลาเมื่อลำไส้ใหญ่บีบตัวก็จะไม่ทำให้แรงกดดันให้เส้นเลือดดำโป่งตัวได้ ฉะนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า เส้นใยนอกจากจะทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับทางชีวเคมี คือ ป้องกันการดูดซึมกลับเข้าไปของพวกคลอเรสเทอรอล อันเป็นสาเหตุของเส้นเลือดอุดตันแล้ว เส้นใยอาหารยังทำหน้าที่ทางกายภาพในทางเดินอาหารอีกด้วย คือ การทำให้อุจจาระนุ่มและลดระดับความดันจากการบีบตัวของลำไส้ใหญ่ [16]

3. บทบาทเส้นใยอาหารต่อเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและโรคเบาหวาน

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด เป็นผลลัพธ์ของน้ำตาลที่เข้าสู่ร่างกายจากภายนอกหรือผลิตขึ้นเองภายในร่างกายกับความสามารถในการใช้น้ำตาลของร่างกาย โดยเปลี่ยนให้เป็นรูปของพลังงาน หรือเก็บสะสมในรูปไกลโคเจนหรือไขมัน และส่วนที่เกินขีดความสามารถที่จะใช้ในขณะนั้นก็จะถูกขับออกทางปัสสาวะ ซึ่งทั้งหมดนี้อยู่ในสมดุลได้โดยมีการทำงานของฮอร์โมนอย่างพอเหมาะ ในกรณีที่ระดับฮอร์โมนปกติ เช่น อินซูลินหลั่งน้อยเกินไปก็มีผลทำให้ระดับกลูคากอนและน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น และขับออกไปทางปัสสาวะมากขึ้น เส้นใยอาหารพวกที่ละลายน้ำได้ สามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลโดยตรงได้แก่ ผลต่อการย่อยและการดูดซึมคาร์โบไฮเดรตภายในทางเดินอาหารโดยจะจับกับน้ำและน้ำตาลเกิดเป็นวุ้นเหนียว ทำให้ดูดซึมได้ช้าลงค่อยเป็นค่อยไป เป็นผลให้อาหารอยู่ในกระเพาะนานมากขึ้น และยังมีผลไปขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ของตับอ่อนที่ใช้ย่อยคาร์โบไฮเดรต ผลในทางอ้อม คือ ทำให้การตอบสนองของระดับอินซูลินและฮอร์โมนจากลำไส้ (entero – hormoral response) ลดลง ทำให้ความรู้สึกไวต่ออินซูลินดีขึ้นมีการใช้กลูโคสดีขึ้น เส้นใยอาหารคนละตัวกันแม้จะเป็นพวกละลายน้ำได้ ก็จะให้ผลการควบคุมน้ำตาลต่างกัน พบว่า กัวกัม เป็น galactomanan ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตจากถั่วพวก legume จะให้ผล

การควบคุมน้ำตาลได้ดีกว่าเพคตินและรำข้าว การศึกษาในผู้ป่วยโรคเบาหวานจากหน่วยโภชนวิทยาของโรงพยาบาลรามาธิบดี พบว่าถ้าให้ผู้ป่วยดื่มเส้นใยอาหารประเภทละลายน้ำ Psylium seed (Metamucil) 2 ช้อนชาผสมน้ำ 1 แก้ว 15 นาที ก่อนการดื่มน้ำอัดลม 280 มิลลิลิตร จะสามารถป้องกันไม่ให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นสูงมาก จนถึงระดับเดียวกับการดื่มน้ำอัดลมเพียงอย่างเดียว [17]

4. บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคอ้วน

สาเหตุส่วนใหญ่ของโรคอ้วนเกิดจากการกินจุและการออกกำลังกายน้อย ดังนั้นการรักษาเพื่อให้น้ำหนักตัวลดลงนั้นต้องทำให้เกิดดุลลบของพลังงาน คือ ปริมาณอาหารที่กินเข้าไปเพื่อให้พลังงานต้องน้อยกว่าพลังงานที่ใช้ ร่างกายจึงสามารถดึงเอาไขมันที่สะสมไว้เผาผลาญเป็นพลังงาน หลักการสำคัญในการลดน้ำหนักผู้ป่วยโรคอ้วน คือ การควบคุมอาหารและการออกกำลังกายสม่ำเสมอ

ปัจจุบันได้มีการนำเส้นใยอาหารมาใช้ลดน้ำหนักผู้ป่วยโรคอ้วนมากขึ้น เส้นใยอาหารที่นำมาใช้รักษาอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ โพลิเมอร์ของเส้นใยอาหารบริสุทธิ์ (purified fiber polymers) เส้นใยอาหารเข้มข้น (fiber concentration) และอาหารที่มีเส้นใยอาหารมาก (high fiber diets) โดยเส้นใยอาหารที่ละลายในน้ำจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นและกลายเป็นเจล ทำให้รู้สึกอิ่มได้นาน อัตราการย่อยและการดูดซึมอาหารต่างๆ ช้าลง เพิ่มปริมาตรและเร่งการขับถ่ายอุจจาระ ได้มีการศึกษาถึงผลของการรักษาโรคอ้วนด้วยเมล็ดแมงลักสกัด พบว่าการรับประทานเมล็ดแมงลักสกัด วันละ 4 กรัม ไม่เพียงพอที่จะลดน้ำหนักผู้ป่วยโรคอ้วนภายหลังจากการรับประทานไปแล้ว 4 สัปดาห์ [16]

5. บทบาทเส้นใยอาหารต่อโรคท้องผูก

โดยทั่วไปแล้วเส้นใยอาหารที่ผ่านไปถึงลำไส้ใหญ่ที่ไม่ถูกย่อย ก็จะทำให้ปริมาณอุจจาระมากขึ้นและส่วนของเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะเป็นส่วนที่ให้น้ำหนักอุจจาระหนักที่สุด นอกจากนั้นน้ำหนักอุจจาระที่มากขึ้น ยังเกิดจากความสารถในการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหาร น้ำหนักแบคทีเรีย และพวกกรดไขมันที่ปรากฏอยู่ในอุจจาระนั้น น้ำหนักอุจาระที่เพิ่มขึ้นประกอบกับอุจจาระที่นิ่มลงจากการอุ้มน้ำไว้มาก จะมีผลต่อความเร็วของการเคลื่อนที่ของอุจจาระจากส่วนต้นของลำไส้ใหญ่จนถึงปากทวาร ในคนที่ท้องผูกถ้ามีปริมาณอุจาระอยู่ใน caecum ประมาณ 20 – 40 กรัม อาจต้องใช้เวลา 5 – 7 วัน กว่าจะไปถึงปากทวารได้แต่ถ้าปริมาณอุจจาระมากพอ คือ ประมาณ 150 – 200 กรัม ก็จะใช้เวลาเพียง 1 – 2 วันเท่านั้น [16]

6. บทบาทของเส้นใยอาหารต่อโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่

โรคนี้มักเกิดในผู้ใหญ่และเป็นมากอันดับสองรองจากมะเร็งในปอด สาเหตุนั้นมักเกิดจากสารซึ่งเป็นสารเคมี หรือ พวกไวรัสบางตัวอยู่ในอุจจาระนั้นตกค้างอยู่ในลำไส้ใหญ่เป็นเวลานานทำให้เกิดการระคายเคือง ในขณะที่อาหารเส้นใยทำให้อุจจาระมีลักษณะนุ่มและมีการขับถ่ายอยู่เสมอ สารพวกสเตอรอล กรดน้ำดี และไขมันที่ถูกขับออกมายังเป็นตัวสำคัญในการละลายเอาสารเคมี หรือไวรัสออกมาจากอุจจาระด้วย [16]

7. บทบาทของเส้นใยอาหารต่อการเจริญของมดลูก

การเพิ่มการรับประทานเส้นใยอาหารบางชนิด พบว่า จะมีผลไปชะลอการเจริญของมดลูกในหนูถีบจักร หนูขาว หนูตะเภา ซึ่งมีอายุน้อย จากการทดลองโดยเพิ่มเพคติน หรือกัวกัม ลงในอาหารเลี้ยงสัตว์ทดลองร้อยละ 16 พบว่า จะมีผลไปลดการเจริญของมดลูกในสัตว์ทดลองลงถึงร้อยละ 50 เมื่อ

เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารซึ่งไม่เติมเส้นใยอาหารลงไป ซึ่งปริมาณเส้นใยอาหารร้อยละ 16 นี้จะเปรียบได้กับเส้นใยอาหารที่คนเรารับประทาน 40 – 50 กรัมต่อวัน สำหรับอาหารที่คนไทยรับประทานอยู่เป็นประจำนี้ ก็จะมีเส้นใยอาหารมากกว่าร้อยละ 16 และบุคคลที่รับประทานมังสวิรัติยิ่งได้รับเส้นใยอาหารสูงขึ้นไปอีก [16]

8. บทบาทของเส้นใยอาหารต่อระดับเอสโตรเจน (Estrogen status)

จากรายงานซึ่งทำการศึกษาในคนที่อเมริกาเหนือ และชนผิวดำในแอฟริกาใต้ พบว่าการเปลี่ยนแปลงบริโภคนิสัยในคนเหล่านี้ มีผลทำให้ระดับฮอร์โมนจากมดลูกเปลี่ยนแปลงไปด้วย ในชาวพื้นเมืองซึ่งยังบริโภคอาหารตามแบบเดิมซึ่งมีเส้นใยอาหารสูง พบว่ามีระดับฮอร์โมนเอสตราไดออล (Estradiol) ในเลือดต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าสตรีมังสวิรัติจะมีการขับถ่ายฮอร์โมนเอสโตรเจนออกมาในอุจจาระมากกว่าสตรีที่กินเนื้อสัตว์ 2 -3 เท่า และระดับเอสโตรนและเอสตราไดออล ที่ไม่สังยุคในพลาสมาก็ต่ำด้วย เส้นใยอาหารจะไปทำให้เมตาบอริซึมของเอสโตรเจนเปลี่ยนแปลงไปได้สองทาง เส้นใยอาหารหลายชนิดโดยเฉพาะพวกกัมที่ละลายน้ำได้ เป็นสารอาหารพวกที่จะช่วยลดระดับคลอเรสเทอรอลในเลือด ดังนั้นจะทำให้ปริมาณคลอเรสเทอรอลที่เป็นสารเริ่มต้นจะถูกเปลี่ยนไปเป็นฮอร์โมนเอสโตรเจนลดลง เส้นใยอาหารยังมีผลไปลดการดูดซึมกลับของสารเอสโตรเจน ที่ไหลเวียนผ่านลำไส้และตับ สารเอสโตรเจนที่ถูกเมตาโบไลซ์จะออกมาในน้ำดีในรูปที่สังยุคกับกลูคิวโรไนซ์และอีเธอรอลซัลเฟต (Conjugated glucuronides and etherol sulphates) หลังจากนั้นก็จะปลดปล่อยเอสโตรเจนอิสระออกมาโดยแบคทีเรียในลำไส้ แล้วเอสโตรเจนก็จะถูกดูดซึมกลับเข้าไป จากการศึกษา พบว่า ถ้าให้ยาปฏิชีวนะไปยับยั้งแบคทีเรียก็จะทำให้ปริมาณเอสโตรเจนที่ถูกขับถ่ายออกมาในรูปของอุจจาระสูงขึ้นส่วนระดับเอสโตรเจนในปัสสาวะก็จะลดลง เนื่องจากเอสโตรเจนที่อยู่ในรูปสังยุคจะดูดซึมได้น้อย ในทำนองเดียวกันก็พบว่าเส้นใยอาหารก็มีส่วนไปเปลี่ยนแปลงความไวในการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรียในลำไส้ และพบว่าในสตรีมังสวิรัติซึ่งรับประทานอาหารที่มีไขมันต่ำแต่เส้นใยอาหารสูงจะมีระดับเอสโตรเจนในอุจจาระสูงด้วย ส่วนระดับเอสตราไดออลในปัสสาวะ และเอนไซม์ β – glucuronidase จากแบคทีเรียในอุจจาระก็จะต่ำกว่าในบุคคลที่รับประทานเนื้อสัตว์ซึ่งมีไขมันสูงแต่เส้นใยอาหารต่ำ [17]

9. บทบาทของเส้นใยอาหารต่อมะเร็งเต้านม

การเริ่มมีประจำเดือนเร็วพบว่าเป็นแฟคเตอร์อันหนึ่ง ซึ่งไปเพิ่มการเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเต้านม ซึ่งคงจะเกี่ยวข้องกับเอสโตรเจน จากการศึกษาอาหารที่รับประทานก็พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดมะเร็งเต้านมกับการรับประทานไขมัน และเส้นใยอาหารมีผลโดยตรงกับการเกิดมะเร็งเต้านม แต่อย่างไรก็ตามก็มีหลักฐานแสดงความสัมพันธ์ในทางกลับกันระหว่างการรับประทานไขมันและเส้นใยอาหาร จากการศึกษาการเกิดมะเร็งกับบริโภคนิสัยของประชากร พบว่าการเกิดมะเร็งเต้านมจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการรับประทานอาหารที่มีไขมันจากสัตว์ แต่มีความสัมพันธ์ตรงข้ามกับการบริโภคธัญพืชและถั่วซึ่งเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร การเพิ่มการรับประทานเส้นใยอาหาร จะมีผลไปลดระดับเอสโตรเจน ส่งผลให้การเจริญของมดลูกในสัตว์ทดลองช้าลง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดมะเร็งเต้านม [16]

เนื่องด้วยเส้นใยอาหารมีบทบาทที่สำคัญต่อสุขภาพ ดังนั้นหน่วยงานในต่างประเทศหลายหน่วยงานจึงได้มีการกำหนดปริมาณเส้นใยอาหารที่ควรบริโภค เช่น ในประเทศอังกฤษ HCF DIABETES FOUNDATION ได้กำหนดปริมาณเส้นใยอาหารที่ควรบริโภคต่อวัน ในรูปปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ในพระบรมราชูปถัมภ์

จำนวน 20 – 30 กรัม ส่วนในองค์กร The British Advisory Committee On Nutrition Education เสนอให้ประชาชนทั่วไปบริโภคเส้นใยอาหารอย่างน้อยวันละ 30 กรัม สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา หน่วยงาน The Federation of American Societies For Experimental Biology เสนอให้เพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารจาก 10 กรัม เป็น 13 กรัมต่อ 1000 กิโลแคลอรี่ หน่วยงาน The American Diabates Association เสนอให้บริโภควันละ 25 กรัมต่อ 1000 กิโลแคลอรี่ของอาหารที่รับเข้าสู่ร่างกาย และสถาบัน The National Cancer Institute เสนอให้บริโภควันละ 20 – 30 กรัม สำหรับประเทศไทยนั้นยังมิได้มีการกำหนดปริมาณการบริโภคเส้นใยอาหารที่แน่นอนขึ้นแต่อย่างใด ทั้งนี้เนื่องจากวัฒนธรรมการบริโภคและชนิดของอาหารประจำวันโดยทั่วไปของคนไทยมักจะประกอบไปด้วย ผักและผลไม้หลายชนิด จึงทำให้การบริโภคเส้นใยอาหารโดยทั่วไปของประชากรไทยสูงอยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่น่าเป็นห่วงในขณะนี้ คือ พฤติกรรมการบริโภคของประชาชนคนไทยเริ่มเปลี่ยนไปจากเดิม เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ และปัจจัยรอบด้านหลายๆอย่าง เช่น ภาวะความเร่งรีบ รสนิยมการบริโภค การเข้ามามีบทบาทของวัฒนธรรมตะวันตก เป็นต้น ทำให้มีรสนิยมการบริโภคอาหารจานด่วน (Fast Food) มีมากขึ้น จากเหตุนี้เองทำให้ปริมาณเส้นใยอาหารที่ร่างกายได้รับมีปริมาณน้อยลงมาก คาดว่าในไม่ช้าหลายๆ หน่วยงานในประเทศไทยที่รับผิดชอบทางด้านอาหารและโภชนาการคงจะช่วยกันกำหนดแนวทางในทางปฏิบัติ และปริมาณการบริโภคเส้นใยอาหารนี้ขึ้นอย่างแน่นอน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดคณะกรรมการวิจัย
วันที่ 7 ธ.ค. 2555
เลขทะเบียน 190932
เลขเรียกหนังสือ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รำข้าว คือ ผลผลิตที่ได้จากการสีข้าว โดยจะมีโปรตีนร้อนละ 12 น้ำมันร้อยละ 12-13 โดยจะมีโปรตีนต่ำกว่าข้าวสาลีเล็กน้อย (ร้อยละ14-16) โปรตีนในรำข้าวจะมีสารต้านภูมิแพ้ (hypoallergenic) [18] และมีไลซีนสูง [19] ซึ่งกรดอะมิโนที่มีในรำข้าวจะดีกว่าโปรตีนในนมและถั่วเหลือง ซึ่งเหมาะกับเด็กอายุ 2-5 ปี [20] นอกจากนี้ในรำข้าวยังมีสารต้านการเกิดออกซิเดชั่นในโปรตีนและไขมัน [21] และเป็นแหล่งของวิตามินอี oryzanol โดยจะมีองค์ประกอบต่างๆในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และแหล่งที่ปลูก [22], [23]

ได้มีการศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของเส้นใยอาหารที่ได้จากการเอาไขมันออกจากรำข้าวของข้าวกล้อง และศึกษาสมบัติของเส้นใยอาหารเมื่อเติมลงไปในขนมปัง พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวที่ผ่านการสกัดเอาไขมันออกแล้วมีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มสูงขึ้น เมื่อทำการศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของเส้นใยอาหารจากรำข้าวเปรียบเทียบกับเส้นใยอาหารทางการค้าที่ได้จาก Sugar beet (FIBREX) พบว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันของเส้นใยอาหารจากรำข้าวมากว่าเส้นใยอาหารทางการค้า รวมทั้งเส้นใยอาหารจากรำข้าวมีความเป็นอิมัลชันที่ดี สำหรับสมบัติของเส้นใยอาหารจากรำข้าวเมื่อเติมลงไปในขนมปัง พบว่าการเพิ่มเส้นใยอาหารมีผลทำให้ปริมาตรขนมปังลดลง และมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งในสูตรขนมปังที่เติมเส้นใยอาหารจากรำข้าว และ FIBREX (สูตรควบคุม) ร้อยละ 5 และ 10 มีค่าคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม [24] และได้มีการศึกษารำข้าวจากข้าว 4 สายพันธุ์คือ TK 8 TCS10 TKW1 และ TCSW1 พบว่ามีปริมาณโปรตีนแตกต่างกันคือร้อยละ 15 13.46 15.4 และ 14.39 ตามลำดับ โดยมีไขมันร้อยละ 20.79 20.9 25.61 และ 22.66 ตามลำดับ และเมื่อนำรำข้าวเหล่านี้มาเติมในลูกชิ้นหมูอิมัลชัน จะมี

โปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณรำข้าวเพิ่มขึ้น และทำให้ค่า hardness gumminess และ chewiness ต่ำลง นอกจากนี้การเติมรำข้าวร้อยละ 10 จะทำให้ผลทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมูไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่เติมรำข้าว แต่หากเติมรำข้าวร้อยละ 15 จะส่งผลให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลง [25] นอกจากนั้นได้มีการศึกษาการใช้แป้งจากรำข้าวทดแทนแป้งสาลีในพิซซ่า พบว่าการใช้แป้งจากรำข้าวที่มีเส้นใยอาหารร้อยละ 26 และแป้งสาลีในอัตราส่วน 5: 95 และ 10: 90 ในการทำพิซซ่าแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน จะมีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 3.8 และ 5.3 ตามลำดับ และทำให้ farinographic curve ของโดพิซซ่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความสามารถในการดูดซับน้ำและความคงตัวในการดูดซับน้ำมีค่าลดลง พิซซ่าที่เติมแป้งจากรำข้าวปริมาณร้อยละ 5 จะมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ค่อนข้างสูงตลอดอายุการเก็บรักษา [26] นอกจากนั้นได้มีการศึกษาศักยภาพการเป็นเส้นใยอาหารของกากที่เหลือจากการสกัดน้ำมันของยี่หร่า พบว่ามีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 62.1 ปริมาณแป้งร้อยละ 7.7 ปริมาณไขมันร้อยละ 5 และยังพบโปรตีนเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 20.3 และมีสมบัติการดูดซับน้ำในปริมาณสูง [27] และได้มีการศึกษาวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำมะนาว พบว่ามีปริมาณเส้นใยอาหารสูง โดยขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน เช่น การอบแห้งโดยตรง หรือการล้างก่อนนำไปอบแห้ง ซึ่งจะมีผลต่อสมบัติเชิงหน้าที่ ชนิดและปริมาณเส้นใยอาหาร คุณภาพด้านจุลินทรีย์ และสมบัติเชิงเคมีฟิสิกส์ โดยเส้นใยอาหารที่ได้มีสมบัติเหมาะสมในทุกลักษณะดังกล่าวสำหรับเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นม และขนมอบ กระบวนการล้างก่อนอบแห้ง จะให้ปริมาณเส้นใยอาหารสูงและมีค่าน้ำอิสระต่ำ รวมทั้งมีปริมาณการอุ้มน้ำสูง แต่ไม่มีผลต่อการอุ้มน้ำมัน นอกจากนั้นการล้างก่อนอบแห้งของเส้นใยอาหารยังช่วยป้องกันการเกิดสีน้ำตาลระหว่างการทำแห้ง และการทำแห้งยังช่วยลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียอีกด้วย [28] รวมทั้งได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอนุภาคและสมบัติการดูดซับน้ำของเส้นใยอาหารที่ได้จากกากมะพร้าว พบว่า การลดขนาดอนุภาคจาก 1127 เป็น 550 ไมโครเมตร จะมีผลในการเพิ่มสมบัติการดูดซับน้ำของเส้นใยอาหาร อาจเนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ผิวและปริมาตรของโครงสร้าง นอกจากนั้นยังพบว่าการดูดซับไขมันเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดอนุภาคลดลง [29], [30] และได้มีการศึกษาถึงอิทธิพลของการเติมเส้นใยอาหารชนิดต่างๆ (แอปเปิ้ล ข้าวสาลี เยื่อไม้ไผ่และอินนูลิน) ที่มีผลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสและลักษณะทางกายภาพของโยเกิร์ต พบว่า โยเกิร์ตที่เติมเส้นใยอาหารจากแอปเปิ้ลจะมีความหนืดแตกต่างจากเส้นใยอาหารชนิดอื่นๆ เนื่องจากแอปเปิ้ลมีเส้นใยอาหารประเภทเซลลูโลสและเพคตินสูง ซึ่งเซลลูโลสเป็นเส้นใยอาหารที่อุ้มน้ำได้ดี ส่วนเพคตินจะมีสมบัติในการเกิดเจลได้ดี จึงทำให้โยเกิร์ตมีความหนืดสูง สำหรับเส้นใยอาหารจากเยื่อไม้ไผ่เป็นเส้นใยอาหารกลุ่มลิกนิน หรือเซลลูโลส เส้นใยอาหารจากข้าวสาลีเป็น β-glucan และเซลลูโลส ส่วนอินนูลินเป็นเส้นใยอาหารที่สามารถละลายน้ำได้แต่มีสมบัติให้ความหนืดต่ำ จึงทำให้เส้นใยอาหารจากพืชเหล่านี้มีความหนืดไม่ต่างจากโยเกิร์ตที่ไม่ได้เติมเส้นใยอาหาร [31] นอกจากนั้นยังมีการศึกษาสมบัติทางเคมีของรำข้าวและเส้นใยรำข้าว พบว่า รำข้าวมีค่าเส้นใยอาหารสูง (ร้อยละ 28.60) รวมถึงปริมาณไขมันที่สูงอีกด้วย (ร้อยละ 20.31) ส่วนเส้นใยรำข้าวมีค่าเส้นใยอาหารและโปรตีนสูง (ร้อยละ 53.25 และร้อยละ 21.91 ตามลำดับ) ในทางตรงข้ามเส้นใยรำข้าวมีความชื้นและปริมาณเถ้าน้อยกว่ารำข้าว นอกจากนั้นยังได้มีการศึกษาผลของน้ำมันพืชต่างชนิด (โดยใช้น้ำมันแต่ละชนิดร้อยละ 10) ร่วมกับเส้นใยจากรำข้าว (ร้อยละ 2) ทดแทน

ไขมันหมูของเนื้ออิมัลชั่นไขมันต่ำ (low – fat meat emulsion) โดยทำการศึกษาทั้งหมด 6 สูตร ดังนี้ ตัวอย่างควบคุม (control) คือ ใช้ตัวอย่างไขมันหมู (pork back fat) T1 คือ น้ำมันมะกอก (olive oil) T2 คือ น้ำมันเม็ดองุ่น (grape seed oil) T3 คือ น้ำมันข้าวโพด (corn oil) T4 คือ น้ำมันดอกคำฝอย (canola oil) และ T5 คือ น้ำมันถั่วเหลือง (soybean oil) หลังจากนั้นทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของ uncooked meat batter ทั้ง 6 สูตร พบว่า ปริมาณความชื้นของตัวอย่าง T1 ถึง T5 มีค่ามากกว่าตัวอย่างควบคุม เนื่องจากการเพิ่มเส้นใยรำข้าวมีผลทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้น เพราะเส้นใยรำข้าวมีความสามารถในการกักเก็บน้ำได้สูง นอกจากนั้นการเติมเส้นใยรำข้าวมีผลทำให้ระบบอิมัลชันมีความคงตัวได้ดีขึ้น เนื่องจากเส้นใยรำข้าวจะไปช่วยทำให้ความหนืดในระบบอิมัลชันเพิ่มขึ้น ทำให้ระบบอิมัลชันมีความยืดหยุ่นและความคงตัวเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณไขมันตัวอย่างควบคุมมีค่าสูงกว่าสูตร T1 ถึง T5 เนื่องจากตัวอย่างควบคุมใช้ไขมันหมูร้อยละ 30 ในขณะที่สูตร T1 ถึง T5 มีน้ำมันพืชร้อยละ 10 และปริมาณเถ้าสูตร T1 ถึง T5 มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุม เนื่องจากมีการเติมเส้นใยรำข้าวทุกสูตรและในรำข้าวมีเถ้าที่ผลิตจากรำข้าวเอง อีกทั้งยังพบว่าค่า pH ของ uncooked และ cooked meat batter ของสูตร T1 ถึง T5 มีค่าสูงกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย เนื่องจากการเติมเส้นใยรำข้าวที่มีสภาวะเป็นกลางทำให้ pH ของตัวอย่างสูตร T1 ถึง T5 มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีความสว่าง (L*) และสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากสีของน้ำมันพืชที่เติมลงในส่วนผสม สำหรับการสูญเสียในระหว่างการปรุงสุก (cooking loss) พบว่า การเติมเส้นใยรำข้าวลงใน meat batter จะทำให้ค่า cooking loss ในสูตร T1 ถึง T5 มีค่าน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม เนื่องจากเส้นใยรำข้าวมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี สำหรับสมบัติทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของ meat batter พบว่า ตัวอย่างควบคุมมีความแน่นเนื้อ (hardness) น้อยกว่าตัวอย่างสูตร T1 ถึง T5 เนื่องจากไขมันหมูที่เติมลงไปในปริมาณที่มากจะเข้าไปแทรกระหว่างโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบใน meat batter ส่งผลทำให้ meat batter ไม่แข็ง ซึ่งจะสัมพันธ์กับค่าความยืดหยุ่น (springiness) ของตัวอย่างควบคุมมีค่าสูงกว่าตัวอย่าง meat batter สูตร T1 ถึง T5 ส่วนค่าความสามารถในการยึดเกาะ (cohesiveness) ความเหนียว (gumminess) และการเคี้ยว (chewiness) ของตัวอย่าง T1 ถึง T5 มีค่ามากกว่าตัวอย่างควบคุม [32]

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัตถุดิบในการสกัดเส้นใยอาหาร

รำละเอียด และรำหยาบ ได้มาจากรำข้าวหอมมะลิพันธุ์ กข.105 จากโรงสีข้าว อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ส่วนรำข้าวที่ผ่านการสกัดน้ำมัน ได้จากโรงงานผลิตน้ำมันรำข้าว อำเภอสำโรง จังหวัดอุบลราชธานี

วัตถุดิบในการทำขนมปัง

1. แป้งขนมปัง
2. น้ำ
3. ยีสต์ผง
4. เกลือ
5. น้ำตาล
6. เนยขาว

อุปกรณ์

<u>อุปกรณ์ในการสกัดเส้นใยอาหาร</u>

1. หลอดทดลอง 50 มิลลิลิตร
2. ตู้อบ (Hot Air Oven)
3. Water bath
4. เครื่องชั่ง (Sensitive 0.1 มิลลิกรัม)
5. เตาเผา (muffle furnace)
6. Hotplate
7. Filtering system
8. Fritted (sintered) glass cucibles
9. Desiccator
10. ชุดวิเคราะห์โปรตีน (Kjeldahl Apparatus)

<u>อุปกรณ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว สมบัติเชิงหน้าที่เส้นใยอาหารและขนมปัง</u>

1. เครื่องวัดสี Digital Color Difference Meter
2. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet for Lipid Extractiion GERHARDT, Model: Soxthem. No. 810600)

3. เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl Method
4. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์เยื่อใยและเส้นใยอาหาร
5. ชุดเครื่องมือวิเคราะห์เถ้า
6. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (WTB Binder, FED 240, Germany)
7. ขวดรูปชมพู่
8. ถุงพลาสติกใสบรรจุผลิตภัณฑ์
9. ปิเปต
10. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
11. ช้อนตักสาร
12. ถ้วยอะลูมิเนียม
13. ตะแกรงสำหรับใส่หลอดแก้ว
14. ตู้ดูดควัน
15. Desiccator
16. เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (LLOYD, Model: LR5K S/N102537, USA)
17. บิวเรต
18. หลอดทดลอง
19. บีกเกอร์
20. ถุง Low density polyethylene (LDPE)
21. Graduated glass cylinder 500 ml
22. ที่คีบ (Tong)
23. นาฬิกาจับเวลา
24. เครื่อง Blender
25. เครื่อง centrifuge
26. Graduated test tube
27. Sintered glass crucible (G4)

<u>อุปกรณ์ในการทำขนมปัง</u>

1. เครื่องครัว เช่น ใบพาย ช้อนตวงสาร ถาดอะลูมิเนียม และถ้วยตวง
2. เครื่องนวดแป้ง (Kitchen aid รุ่น K5SS)
3. ตู้อบขนมปัง
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า
5. แม่พิมพ์

สารเคมี

1. Petroleum ether
2. Anhydrous $CuSO_4$
3. Anhydrous Na_2SO_4
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
5. Screen Methyl Red indicator
6. กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)
7. กรดบอริก 4 % w/v
8. ethanol
9. Deionized water
10. เอนไซม์ termamyl (alpha-amylase)
11. เอนไซม์ protease
12. เอนไซม์ amyloglucosidase
13. Phosphate buffer 0.1M pH 7.0 ± 0.1
14. acetate buffer 2.0M pH 4.5 ± 0.1
15. น้ำกลั่น (เติม 0.02 % azid)