การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลไม้เหลือทิ้งเพื่อผลิตเป็นใยอาหารผง
Utilization of Vegetable and Fruit Residues for Production of Dietary Fiber Powder

หยาดฝน ทนงการกิจ*
Yardfon Tanongkankit*

บทนำ

จากพฤติกรรมของผู้บริโภคในปัจจุบันที่ใส่ใจสุขภาพมากขึ้นจึงทำให้อาหารเสริมสุขภาพมีแนวโน้มที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางขึ้น ในกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่มีอย่างมากมาย ใยอาหารผงก็เป็นหนึ่งในกลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่ได้รับความนิยมเช่นกัน เนื่องจากการบริโภคใยอาหารมีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคท้องผูก ภาวะไขมันในเลือดสูง โรคหลอดเลือดหัวใจและโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ [1, 2] โดยแหล่งอาหารสำคัญที่มีปริมาณใยอาหารสูงและสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตใยอาหารผง คือ เมล็ดธัญพืช ผักและผลไม้ นอกจากนี้จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเศษเหลือทิ้งผักและผลไม้จากกระบวนการผลิตอาหารก็มีศักยภาพที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นใยอาหารผงได้เช่นกัน เนื่องจากเศษผักและผลไม้เหลือทิ้งเหล่านี้ยังคงมีใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกายในปริมาณที่สูง โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงองค์ประกอบของใยอาหาร ชนิดของผักและผลไม้เหลือทิ้งที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตใยอาหารผง กระบวนการผลิตและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตใยอาหารผง รวมทั้งผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของใยอาหารผงที่ผลิตจากเศษผักและผลไม้เหลือทิ้ง เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้สนใจนำไปใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้เศษผักและผลไม้เหลือทิ้ง

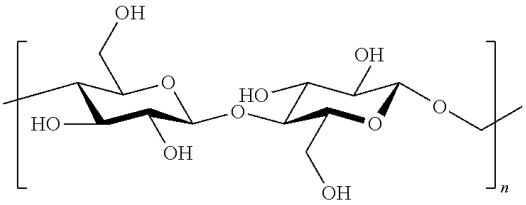
ใยอาหาร

ใยอาหารคือ ส่วนของผนังเซลล์พืชที่ไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ [3] แต่จุลินทรีย์บางชนิดในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยส่วนประกอบบางส่วนของใยอาหารได้ [2] แม้ว่าใยอาหารไม่ใช่สารอาหารและไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่ก็มีบทบาทสำคัญต่อภาวะโภชนาการและสุขภาพของมนุษย์ เช่นช่วยทำให้ระบบทางเดินของอาหารและระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ ควบคุมระดับและปริมาณของคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในกระแสเลือด [4] ใยอาหารประกอบไปด้วยโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ไม่ใช่แป้ง เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส กัม เพคตินและมิวซิเลจส์ เป็นองค์ประกอบหลัก รวมถึงสารประกอบที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต เช่น ลิกนิน [5] ใยอาหารสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดตามความสามารถการละลายน้ำได้ คือใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำและใยอาหารชนิดละลายน้ำ โดยผลรวมของใยอาหารทั้งสองชนิดเรียกว่าใยอาหารทั้งหมด [6]

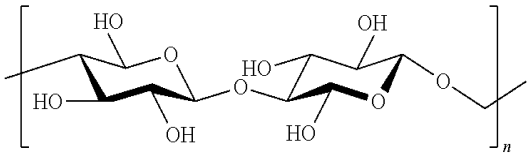
1. ใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber, IDF) เป็นพวกคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่มีลักษณะเหนียว ส่วนใหญ่เป็นส่วนโครงสร้างของผนังเซลล์พืช สามารถย่อยสลายได้ยาก แต่สามารถอุ้มน้ำได้ดี เมื่อจับกับน้ำแล้วเกิดการพองตัวลักษณะคล้ายฟองน้ำ ทำให้ช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหาร ทำให้กากอ่อนนิ่ม ส่งผลให้ขับถ่ายได้สะดวกขึ้น [7, 8] ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีหลายชนิด ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส คิวติน และแวกซ์ (Figure 1)

2. ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber, DF) เป็นใยอาหารที่มีอยู่ในเซลล์ของพืชทั่วๆ ไป มักปะปนอยู่กับส่วนที่เป็นแป้งในพืช สามารถย่อยสลายได้บ้าง มีคุณสมบัติในการสร้างความหนืด เมื่อรวมตัวกับน้ำจะเกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่นและอาจเปลี่ยนไปให้อยู่ในรูปของเจล ทำให้ดูดซับสารที่มีประจุช้าลง เช่น น้ำตาล คอเลสเตอรอลและเกลือแร่บางชนิด ส่งผลให้ชะลอและลดการดูดซึมของสารอาหารดังกล่าวเข้าสู่ร่างกาย [3, 7] ชนิดของใยอาหาร ได้แก่ กัม เพคตินและมิวซิเลจส์ (Figure 2)

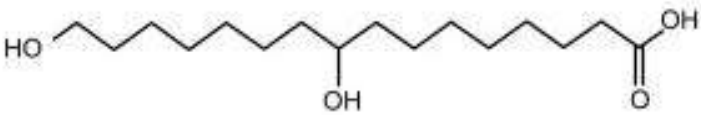
yardfon@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
*Lecturer, Division of Food Engineering, Faculty of Engineering, Maejo University, Chiang Mai



(A) Cellulose

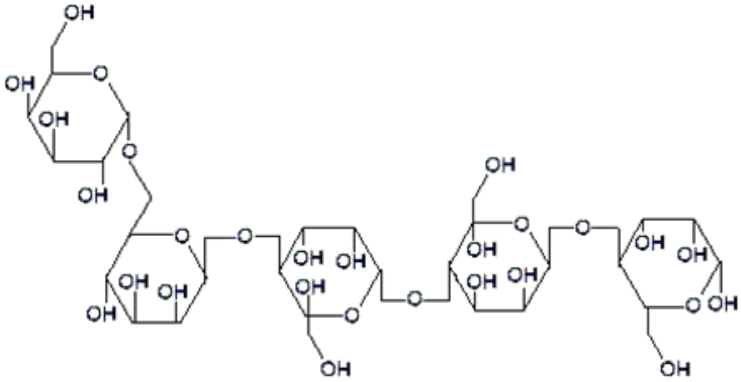


(B) Hemicellulose

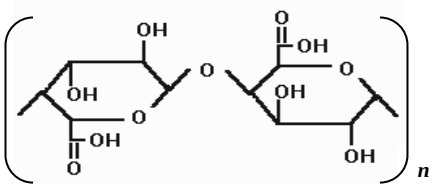


(C) Chitin

Figure 1 Insoluble dietary fiber



(A) Gum



(B) Pectin

Figure 2 Soluble dietary fiber

สมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหาร

ใยอาหารแต่ละชนิดจะมีสมบัติเชิงหน้าที่ที่แตกต่างกัน ดังนั้นสมบัติเชิงหน้าที่ของพืชแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำและใยอาหารละลายน้ำของพืชชนิดนั้น นอกจากนี้ขนาดของอนุภาคของใยอาหาร และวิธีการสกัดใยอาหารก็มีผลต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารเช่นกัน โดยดัชนีที่สามารถบ่งบอกถึงสมบัติเชิงหน้าที่ที่สำคัญของใยอาหารมีดังนี้

1. สมบัติการจับน้ำ (Hydration properties) เป็นสมบัติของใยอาหารที่บ่งบอกสามารถในการเก็บกักน้ำไว้ภายในโครงสร้างของเส้นใย เนื่องจากเส้นใยมีองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์ซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีหมู่ไฮดรอกซิอิสระเป็นจำนวนมากจึงสามารถสร้างพันธะกับไฮโดรเจนกับน้ำได้ ดังนั้นเส้นใยอาหารทั้งชนิดที่ละลายน้ำไม่ได้และละลายน้ำได้จึงสามารถอุ้มน้ำไว้ได้ [1] ดัชนีที่สามารถใช้สำหรับบ่งชี้สมบัติการจับน้ำได้แก่ สมบัติการอุ้มน้ำ (Water holding capacity) ความสามารถในการจับน้ำ (Water binding capacity) การพองตัว (Swelling) และความสามารถในการละลาย [8] โดยสมบัติในการจับน้ำจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการละลายน้ำ เช่น เซลลูโลสและลิกนินจะมีสมบัติในการ อุ้มน้ำต่ำ จึงไม่สามารถละลายน้ำได้ ส่วนเพคติน กัมและมิวซิเลจส์ มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงจึงละลายน้ำได้ง่าย [4]

2. ความสามารถในการจับน้ำมัน (Oil-binding capacity) เป็นสมบัติของใยอาหารที่ใช้แสดงค่าความสามารถในการจับน้ำมันไว้ในโครงสร้างของใยอาหาร ใยอาหารที่มีโครงสร้างของโพลีแซคคาไรด์ เช่น อัลจิเนต กัมและเพคติน เป็นต้น จะสามารถจับกับน้ำมันได้ดีจึงมักถูกนำมาใช้ในการเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันในอาหาร [3]

yardfon@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
*Lecturer, Division of Food Engineering, Faculty of Engineering, Maejo University, Chiang Mai

3. ความสามารถในการดูดซับน้ำตาล (Glucose adsorption capacity) และความ สามารถในการชะลอการดูดซับน้ำตาล (Glucose retardation index) โดยความสามารถในการดูดซับน้ำตาลสามารถวิเคราะห์ได้จากปริมาณของน้ำตาลที่ใยอาหารดูดซับไว้หลังจากที่สภาวะสมดุล ค่านี้มักจะใช้ในการแสดงถึงพฤติกรรมของใยอาหารในการดูดซับน้ำตาลเมื่ออยู่ในลำไส้ ส่วนความสามารถในการชะลอการดูดซับน้ำตาลเป็นค่าที่ใช้ในการทำนายถึงการดูดซับน้ำตาลของใยอาหารในทางระบบทางเดินอาหารที่เวลาต่างๆ

4. การชะลอการจับกับกรดน้ำดี (Bile acid retardation index) เป็นดัชนีที่ใช้ในการบ่งบอกถึงผลของใยต่ออาหารต่อการลดคอเลสเตอรอล เนื่องจากว่ากรดน้ำดีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการย่อยไขมันในลำไส้เล็ก ดังนั้นสมบัติในการดูดซับกรดน้ำดีของใยอาหารจะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการลดคอเลสเตอรอล เนื่องจากการจับตัวกันระหว่างใยอาหารกับน้ำดีซึ่งมีส่วนประกอบของคอเลสเตอรอลอยู่ ทำให้น้ำดีถูกขับออกสู่ระบบร่างกายโดยการขับถ่ายพร้อมกับใยอาหาร เมื่อน้ำดีถูกขับออกนอกร่างกาย ร่างกายก็นำคอเลสเตอรอลปรับเปลี่ยนมาแทนที่น้ำดี จึงทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลลดลง จากการศึกษาพบว่า ลิกนินจะดูดซับกรดน้ำดีได้มากกว่าเพคติคและเซลลูโลส [4]

ชนิดของผักและผลไม้เหลือทิ้งที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นใยอาหารผง

แหล่งใยอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวโพดและข้าวสาลี พืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วแดง ผักและผลไม้ ซึ่งใยอาหารในธัญพืชส่วนใหญ่จะเป็นใยอาหารชนิดที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ ส่วนใยอาหารในผักและผลไม้มีทั้งชนิดที่ไม่ละลายน้ำและละลายน้ำ แม้ว่าธัญพืชจะมีใยอาหารในปริมาณสูงมาก แต่ใยอาหารในผักและผลไม้มีคุณภาพที่ดีกว่าเนื่องจากมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดและใยอาหารละลายน้ำได้ในปริมาณสูงจึงทำให้มีความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมัน ความสามารถในการถูกย่อยในลำไส้ได้ดีกว่าธัญพืช [9] โดยปริมาณองค์ประกอบของใยอาหารที่ดีสำหรับการนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตใยอาหารคือมีอัตราส่วนระหว่างปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำต่อใยอาหารที่ละลายน้ำใกล้เคียงหรือเท่ากับ 1:1 [8] นอกจากนี้ผักและผลไม้ยังมีสารพฤกษเคมีที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด เช่น สารประกอบฟีนอลิก วิตามินซี และเบต้าแคโรทีนซึ่งทำให้ใยอาหารผงมีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น

ในกระบวนการผลิตอาหารทั้งในระดับ ครัวเรือนและอุตสาหกรรมมักมีเศษเหลือทิ้งของผักและผลไม้เป็นจำนวนมาก ซึ่งการจัดการเศษผักและผลไม้เหลือทิ้งโดยทั่วไปจะนำไปทำเป็นปุ๋ยหรืออาหารสัตว์หรือทิ้งเป็นสิ่งปฏิกูล ทั้งที่ความจริงแล้วเศษผักและผลไม้เหลือทิ้งเหล่านั้นยังคงมีสารอาหาร ใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง ในปัจจุบันจึงมีงานวิจัยที่ศึกษาหาแนวทางในการแปรรูปเศษผักและผลไม้เหลือทิ้งเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียและส่งผลโดยตรงในการรักษาสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น พัชราภรณ์ [10] ศึกษาการนำเปลือกกล้วยน้ำว้ามาผลิตเป็นใยอาหารผงซึ่งผลที่ได้พบว่า ใยอาหารผงที่ผลิตได้จากเปลือกกล้วยน้ำว่ามีคุณภาพดี เนื่องจากมีปริมาณ ใยอาหารทั้งหมดและใยอาหารที่ละลายน้ำได้ที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยน้ำว้าสูงคือ ร้อยละ83.0-89.4 และร้อยละ12.8-17.8 ตามลำดับ และมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันเท่ากับ 10.52 กรัมน้ำ/กรัม ใยอาหาร และ 5.77 กรัมน้ำมัน/กรัมใยอาหาร ตามลำดับ

Larrauri และคณะ [11] ศึกษาการผลิตใยอาหารผงจากเปลือกมะม่วงที่ได้จากการผลิตไซรัปและพบว่า หลังจากผ่านกระบวนการบดเปียก ล้างและทำให้แห้ง ใยอาหารผงมีปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้ 28.1 กรัม/100 กรัมใยอาหารแห้ง และมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ 11.4 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง ซึ่งจัดว่าเปลือกมะม่วงเป็นแหล่งของใยอาหารที่ดี

Chantaro และคณะ [12] รายงานว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้เปลือกแครอทเป็นวัตถุดิบในการผลิตใยอาหารผงเสริมสุขภาพ โดยมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดและใยอาหารที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 45.5 และ 10.4 กรัม/100 กรัมใยอาหารแห้งตามลำดับและมีความสามารถในการอุ้มน้ำและค่าพองตัวเท่ากับ 17.8-24.9 กรัมน้ำ/กรัมใยอาหาร และ 27.1-34.1 มิลลิลิตร/กรัมตัวอย่างแห้งตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษผักผลไม้เหลือทิ้งอีกหลายชนิด เช่น กากและเปลือกแอปเปิ้ล [13] เปลือกมะนาว [14] และกาบใบนอกของ

yardfon@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
*Lecturer, Division of Food Engineering, Faculty of Engineering, Maejo University, Chiang Mai

กะหล่ำปลี [15] ฯลฯ โดยปริมาณเส้นใยทั้งหมด ใยอาหารละลายน้ำไม่ได้และใยอาหารละลายน้ำได้ ของเศษผักผลไม้เหลือทิ้งแต่ละชนิดแสดงใน Table 1 และสมบัติการอุ้มน้ำ การอุ้มน้ำมันและการพองตัวแสดงใน Table 2

Table 1 Total, insoluble and soluble dietary fiber of vegetable and fruit residues

Vegetable and fruit residues	Total dietary fiber (g/g dry wt.)	Insoluble dietary fiber (g/g dry wt.)	Soluble dietary fiber (g/g dry wt.)
cauliflower [16]	33.7	21.5	12.2
pears [17]	36.1	22.0	14.1
peach [16]	36.1	23.8	12.3
outer leaves of cabbage [15]	40.9	33.5	7.4
carrots peel [12]	45.5	33.6	10.4
grapefruits fruit pulp [3]	42.2-62.6	37.8-56.0	4.6-6.4
asparagus [17]	49.0	38.6	10.4
artichokes [17]	58.8	44.5	14.3
coconut [18]	63.3	58.7	4.5
lime peel [14]	60.1-68.3	50.9-62.0	6.3-9.1
apple pomace [13]	60.7-89.8	56.5-81.6	4.1-14.3
orange peel [19]	63.7	48.2	15.6
mango peel [11]	71.5	43.4	28.1
banana peel [10]	83.0-89.4	70.2-73.1	12.8-17.8
Potatoes peel [18]	83.2	45.2	38.6

Table 2 Water holding Oil-binding capacity and Swelling of vegetable and fruit residues

Vegetable and fruit residues	Water holding capacity (g/g dry wt.)	Oil-binding capacity (g/g dry wt.)	Swelling (ml/g dry wt.)
peach [20]	12.1	1.09	-
outer leaves of cabbage [21]	17.02	-	-
apple pomace [13]	1.62-1.87	6.59-8.27	0.60-1.45
carrots peel [12]	17.8-21.9	-	27.1-34.1
mango peel [11]	11.4	2.7	-
orange peel [13]	1.65	6.11	1.81
grapefruits fruit pulp [13]	2.09-2.26	6.69-8.02	1.20-1.52
coconut [21]	7.11	5.33	-
banana peel (5)	10.52	5.77	-
lime peel [13, 14]	9.7-11.7	7.32-9.91	10.12-11.86
asparagus [21]	-	7.61	-

กระบวนการผลิตใยอาหารผง

กระบวนการผลิตใยอาหารโดยทั่วไปเริ่มจากการบดเปียกหรือบดหยาบเพื่อลดขนาดอนุภาคลง จากนั้นจะทำการเตรียมตัวอย่างเบื้องต้นเช่น การล้างวัตถุดิบด้วยน้ำร้อนหรือแอลกอฮอล์ หรือการใช้ไอน้ำเพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ก่อนที่จะไปอบแห้ง

yardfon@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
*Lecturer, Division of Food Engineering, Faculty of Engineering, Maejo University, Chiang Mai

เพื่อลดความชื้นและบดแห้งหรือบดให้ละเอียดเพื่อเป็นใยอาหารผง (Figure 3) โดยรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้ [9]

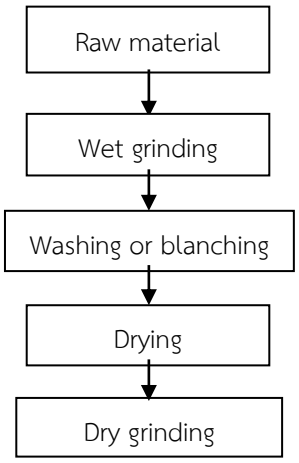


Figure 3 Production process of dietary fiber powder [9]

1. การบดเปียก เป็นขั้นตอนการลดขนาดของวัตถุดิบลงเพื่อเตรียมการในขั้นตอนต่อไป โดยขนาดของอนุภาคนั้นจะต้องมีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป เนื่องจากถ้าหากขนาดของอนุภาคเล็กทำให้วัตถุดิบอุ้มน้ำไว้มากในขั้นตอนของการล้าง ส่งผลให้ใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้นและผลผลิตสุดท้ายที่ได้ต่ำ นอกจากนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียองค์ประกอบบางชนิดที่ต้องการ เช่น ใยอาหารที่ละลายน้ำได้หรือวิตามินที่ละลายน้ำได้ แต่หากขนาดของอนุภาคใหญ่มากจะทำให้ไม่สามารถกำจัดองค์ประกอบที่เราไม่ต้องการ เช่น น้ำตาลอิสระให้หมดไปและยังทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้น [9]

2. การล้างหรือการลวก เป็นขั้นตอนของการกำจัดองค์ประกอบที่ไม่ต้องการออกไปจากวัตถุดิบ เช่น น้ำตาล ไขมัน สารสี สารลิโมนินซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดรสขมในเปลือกมะนาว หรือเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพื่อปรับปรุงคุณภาพสุดท้ายของใยอาหารผงและช่วยกำจัดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ในการกำจัดน้ำตาลออกจากวัตถุดิบสามารถทำได้โดยการล้างด้วยน้ำร้อน [11] ส่วนการกำจัดไขมันนิยมการใช้การสกัดด้วยตัวทำละลายพวกอีเทอร์และแอลกอฮอล์และการกลั่นด้วยไอน้ำ[22] โดยมีรายงานว่าในการผลิตเส้นใยอาหารผงจากหัวกระเทียมเพื่อให้ได้ปริมาณเส้นใยสูงและมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้น จะต้องทำการแช่กระเทียมบดในสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเพื่อกำจัดไขมันและทำการล้างน้ำตาลด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 90 และ 80 ตามลำดับ [23] นอกจากนี้มีการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรกไซด์ (NaOH) ร้อยละ 4.5-5 ในหม้อนึ่งความดัน (autoclave) ที่อุณหภูมิ 100-200 องศาเซลเซียส ความดัน 0.1-1.0 MPa ในการแยกซิลิกาและลิกนินจากเปลือกข้าวโอ๊ตทำให้เส้นใยอาหารมีความบริสุทธิ์มากขึ้น [24] ส่วนการกำจัดสารสีและลิโมนินในวัตถุดิบสามารถทำได้โดยการแช่ในสารละลายแอลกอฮอล์ เช่นการกำจัดลิโมนินในเปลือกมะนาวจะทำโดยการแช่เปลือกมะนาวลงไปในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 30 นาที [14, 25] และการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจะใช้การลวกด้วยน้ำร้อนหรือไอน้ำ [15]

3. การทำแห้ง เป็นขั้นตอนหลักและเสียค่าใช้จ่ายสูงที่สุดในกระบวนการผลิตใยอาหารผง ในขั้นตอนนี้สามารถทำได้โดยการสะเด็ดน้ำ การบีบ หรือกระบวนการอื่นๆ เช่น การอบแห้ง เพื่อลดความชื้นของวัตถุดิบหลังจากการล้างหรือการลวก ทำให้ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาโดยที่ไม่ต้องเติมสารเคมีหรือสารวัตถุกันเสียและยังช่วยลดต้นทุนค่าบรรจุภัณฑ์และค่าใช้จ่ายในการขนส่งด้วย ในการผลิตระดับอุตสาหกรรมการลดความชื้นจะใช้เครื่องอบแห้งซึ่งมีอยู่หลายชนิดเช่น เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งเดี่ยว เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ เครื่องอบแห้งแบบสายพาน การเลือกวิธีการทำแห้งที่เหมาะสมนั้นจะต้องพิจารณาจากคุณลักษณะของวัตถุดิบซึ่งมีความชื้นสูงและปริมาณน้ำตาลต่ำเพื่อลดความเสียหายต่อคุณภาพของใยอาหารผงให้น้อยที่สุด ความชื้น [9]

4. การบดแห้ง เป็นขั้นตอนการลดขนาดของใยอาหารหลังจากการทำแห้งเพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร การบดแห้งอาจส่งผลต่อสมบัติในการอุ้มน้ำของใยอาหารผงทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารที่เติมลงไปเปลี่ยนแปลงไป ขนาดอนุภาคของใยอาหารผงในทางการค้าโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 0.43-0.15 มิลลิเมตร [9]

ใยอาหารผงทางการค้าทั่วไปควรมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 9 ฐานแห้ง มีปริมาณไขมันต่ำและให้พลังงานต่ำกว่า 8.36

yardfon@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
*Lecturer, Division of Food Engineering, Faculty of Engineering, Maejo University, Chiang Mai

กิโลจูล/ต่อกรัม โดยใยอาหารผงที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะดังนี้ [9]

1. ไม่มีองค์ประกอบของสารอาหารที่ไม่พึงประสงค์
2. ควรมีความเข้มข้นของใยอาหารมากพอที่สามารถใช้ในปริมาณน้อยแต่ได้ผลมากที่สุด
3. มีรสชาติเป็นกลาง ไม่มีกลิ่น สีและเนื้อสัมผัส
4. ควรมีอัตราส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้และใยอาหารที่ละลายน้ำได้ที่สมดุลและมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพียงพอ
5. มีอายุการเก็บรักษานานและไม่ส่งผลเสียต่ออาหารที่เติมลงไป
6. สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตอาหารได้
7. มีลักษณะปรากฏที่ดีต่อผู้บริโภค
8. ราคาสมเหตุสมผล

ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของใยอาหารผง

จากกระบวนการผลิตใยอาหารผงที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นตอน วัตถุดิบจะต้องผ่านกระบวนการต่างๆทั้งทางกล เคมีและความร้อนซึ่งอาจส่งผลทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษต่อคุณภาพของใยอาหารผง ดังนั้นที่ผ่านมาจึงมีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาผลกระทบของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของใยอาหารผง ตัวอย่างเช่น การศึกษาผลของการบดเปียกต่อคุณภาพของใยอาหารผง ซึ่งพบว่า การบดเปียกเปลือกส้มให้มีขนาดอนุภาคเท่ากับ 5 มิลลิเมตร ส่งผลให้ใยอาหารผงมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่าใยอาหารผงที่ได้จากเปลือกส้มที่ผ่านการบดเปียกให้มีขนาดอนุภาคเท่ากับ 15 มิลลิเมตร เนื่องจากการบดเปียกวัตถุดิบให้มีอนุภาคมีขนาดเล็กกว่าทำให้เกิดการสูญเสียใยอาหารที่ละลายน้ำได้ในขั้นตอนของการล้างมากกว่า [26]

ส่วนในขั้นตอนการล้างหรือการลวกพบว่า การล้างเปลือกส้มด้วยน้ำร้อนเพื่อกำจัดน้ำตาลออกจากวัตถุดิบทำให้ใยอาหารผงที่ผลิตได้มีค่าการอุ้มน้ำมากกว่าเปลือกส้มที่ไม่ผ่านการล้าง [26] การลวกกาบใบนอกของกะหล่ำปลีด้วยไอน้ำเป็นเวลา 1 นาทีก่อนการอบแห้งทำให้สีของใยอาหารผงมีค่าความเป็นสีเขียวมากกว่ากาบใบนอกกะหล่ำปลีที่ไม่ผ่านการลวก เนื่องจากการลวกช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเอนไซม์ออกซิเดสที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล [15] นอกจากนี้การแช่เปลือกมะนาวด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 30 นาทีเพื่อกำจัดสารลิโนนินช่วยลดความขมของใยอาหารผงทำให้ใยอาหารผงมีความสามารถในการอุ้มน้ำ การบวมน้ำและความสามารถในการชะลอการดูดซับน้ำตาลสูงขึ้น [14, 27] และการกำจัดไขมันและน้ำตาลจากหัวกระเทียมด้วยเอทานอลทำให้ได้เส้นใยอาหารทั้งที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้สูงขึ้น [23] อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้สามารถทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของใยอาหารได้เช่นกัน โดยการล้างและการลวกทำให้เกิดการสูญเสียสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น แร่ธาตุ วิตามินและใยอาหารที่ละลายน้ำได้ไปกับน้ำที่ใช้ลวก และความร้อนจากการลวกอาจทำลายโครงสร้างของใยอาหารบางชนิดได้ เช่น เพคติน ส่งผลต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำหรือการบวมน้ำได้ [9] และทำให้น้ำหนักสุดท้ายของใยอาหารผงและคุณค่าทางอาหารลดลง [28]

ในขั้นตอนการอบแห้งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของใยอาหารได้เช่นกัน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของใยอาหารผง เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมากจะทำให้โครงสร้างของเซลล์พืชแตกและเกิดการสูญเสียความคงตัวของโพลีแซคคาไรด์ เช่น เพคติน ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของใยอาหารลดลง [9] และการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำซึ่งต้องใช้เวลานานในการอบแห้งทำให้เกิดการสูญเสียน้ำตาลซึ่งเป็นองค์ประกอบของเพคตินเช่นกันทำให้ความสามารถในการกักเก็บน้ำลดลง Constenla และคณะ [29] รายงานว่า การอบแห้งกากเหลือทิ้งแอปเปิ้ลที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อองค์ประกอบใยอาหารแต่เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงถึง 105 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ปริมาณเพคตินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการบดแห้งส่งทั้งผลดีและผลเสียต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของใยอาหารผง เนื่องจากการบดจะทำให้เกิดการแตกหักของโครงสร้างใยตาข่ายของใยอาหารส่งผลให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสและปริมาตรช่องว่างในการดูดซึมน้ำขึ้น [9] แต่อย่างไรก็ตามการบดแห้งใยอาหารผงให้มีขนาดเล็กมากซึ่งทำให้โครงสร้างใยตาข่ายของใยอาหารเสียหายมากขึ้นกลับส่งผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง เนื่องจากเกิดการยุบตัวของรูพรุนทำให้

yardfon@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
*Lecturer, Division of Food Engineering, Faculty of Engineering, Maejo University, Chiang Mai

ความหนาแน่นของใยอาหารสูงขึ้น Raghavendra และคณะ [22] พบว่า การบดใยอาหารที่ผลิตจากเศษมะพร้าวเหลือทิ้งให้มีขนาดอนุภาค 1127 ถึง 550 ไมโครเมตร ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำและการบวมน้ำดีขึ้น แต่ถ้าอนุภาคของใยอาหารผงมีขนาดน้อยกว่า 550 ไมโครเมตร ทำให้สมบัติเกี่ยวกับของใยอาหารผงมีค่าลดลง

บทสรุป

เศษผักและผลไม้เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตอาหารทั้งในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรมสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตใยอาหารผงเพื่อสุขภาพ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียและส่งผลโดยตรงในการรักษาสิ่งแวดล้อม และเนื่องจากเศษผักและผลไม้ต่างชนิดกันจะมีองค์ประกอบใยอาหารแตกต่างกัน ดังนั้นในการผลิตใยอาหารผงจะต้องคำนึงวิธีการและเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับวัตถุดิบแต่ละชนิด เพื่อให้ใยอาหารผงที่ผลิตได้มีคุณภาพสูงโดยใช้ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] Westenbrink, S., Brunt, K. and van der Kamp, J.-W. (2013). Dietary fiber: Challenges in production and use of food composition data. Food Chemistry. 562-567.

[2] อภิรักษ์ เพียรมงคล. (2549). การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นใยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวาน กากน้ำส้มสายน้ำผึ้ง กากส้มสีทองและเปลือกในส้มโอ. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 74 หน้า.

[3] ธิติมาส หอมเทศ. (2542). ใยอาหารสำคัญอย่างไรต่อสุขภาพของคนไทย. วารสารมฉก.วิชาการ. 2 (4): 31-35.

[4] ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. (2545). ใยอาหารเพื่อสุขภาพ. วารสารอาหาร. 32 (3): 157-159.

[5] Prosky, L. and Devries, J.W. (1992). Controlling dietary fiber in food products (1st ed.). AVI Books. New York.

[6] สุรัตน์ โคมินทร์. (2534). อาหารและโภชนาการเพื่อสุขภาพ: แนวทางในการบริโภคน้ำตาลและใยอาหารมีความสำคัญหรือไม่. สถาบันวิจัยโภชนาการและคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ.

[7] จรรยา วัฒนทวีกุล. (2545). ใยอาหารเพื่อสุขภาพ. วารสารอาหาร. 30 (1). 1-12.

[8] McCleary, B.V. and Prosky, L. (2001). Advanced dietary fiber technology. Oxford: Blackwell Science Ltd.

[9] Larrauri, J.A. (1999). New approaches in the preparation of high dietary fiber powders from fruit by-products. Trends in Food Science and Technology. 10: 3-8.

[10] พัชราภรณ วชิรศิร (2550). การสกัดใยอาหารจากเปลือกกล้วยน้ำว้า. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 62 หน้า.

[11] Larrauri, J.A., Rupérez, P., Borroto, B. and Saura-Calixto, F. (1996). Mango peels as a new tropical fiber: preparation and characterization. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. 29: 729-733.

[12] Chantaro, P., Devahastin, S. and Chiewchan, N. (2008). Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peel, LWT-Food Science and Technology. 41: 1987-1994.

[13] Figuerola, F., Hurtado, M.L., Estévez, A.M., Chiffelle, I. and Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fiber sources for food enrichment. Food Chemistry. 9: 395-401.

[14] Wuttipalakorn, P., Srichumpuang, W. and Chiewchan, N. (2009). Effects of pretreatment and drying on composition and bitterness of high dietary fiber powder from lime residues. Drying Technology. 27: 133-142.

[15] Tanongkankit, Y., Chiewchan, N. and Devahastin, S. (2010). Effects of processing

yardfon@hotmail.com

*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

*Lecturer, Division of Food Engineering, Faculty of Engineering, Maejo University, Chiang Mai

on antioxidants and their activity in dietary fiber powder from cabbage outer leaves. Drying Technology. 28: 1063-1071.

[16] O'Shea, N., Arendt, E.K. and Gallagher, E. (2012). Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 16: 1-10.

[17] Grigelmo-Miguel, N. and Martín-Belloso, O. (1999). Comparison of dietary fiber from by-products of processing fruits and greens and from cereals. LWT - Food Science and Technology. 32: 503-508.

[18] Raghavarao, K.S.M.S., Raghavendra, S.N. and Rastogi, N.K. (2008). Potential of coconut dietary fiber. Indian Coconut Journal: 1-7.

[19] de Moraes Crizel, T., Jablonski, A., de Oliveira Rios, A., Rech, R. and Flôres, S.H. (2013). Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. LWT - Food Science and Technology. 54: 9-14.

[20] Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. and Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. Food Chemistry. 124: 411-421.

[21] Sánchez-Zapata, E., Fuentes-Zaragoza, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas, E., Navarro, C. and Pérez-Alvarez, J.A. (2009). Preparation of dietary fiber powder from tiger nut (Cyperus esculentus) milk ("Horchata") byproducts and its physicochemical properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 57: 7719-7725.

[22] Raghavendra, S.N., Ramchandra, S.R. Rastogi, N.K., Raghavarao, K.S.M.S., Kumar, S. and Tharanathan, R.N. (2006). Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. Journal of Food Engineering. 72: 281-286.

[23] สิขรินทร์ ก้อนในเมือง และปราณี อ่านเปรื่อง. (2546). เส้นใยอาหารจากหัวกระเทียม. อาหาร. 4: 283-291.

[24] Ramaswamy, S.R. (1991). Fiber and Method of Making. US Patent No.5, 023,103.

[25] Lario, Y., Sendra, E., García-Pérez, J., Fuentes, C., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J. and Pérez-Alvarez, J. A. (2004). Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 5: 113-117.

[26] Larrauri, J.A. (1997). Preparation of new types of dietary fibers from tropical fruit byproducts: properties and uses in dietetic foods. Ph.D. thesis, Universidad Politecnica de Madrid, Spain.

[27] Peerajit, P., Chiewchan, N. and Devahastin, S. (2012). Effects of pretreatment methods on health-related functional properties of high dietary fiber powder from lime residues. Food Chemistry. 132: 1891-1898.

[28] Garau, M.C., Simal, S., Rosselló, C. and Femenia, A. (2007). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fiber of antioxidant and capacity of orange (Citrus aurantium v. Canoneta) by-products. Food Chemistry. 104: 1014-1024.

[29] Constenla, D., Ponce, A. G., and Lozano, J. E. (2002). Effect of pomace drying on apple pectin. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. 35: 216-221.

yardfon@hotmail.com
*อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
*Lecturer, Division of Food Engineering, Faculty of Engineering, Maejo University, Chiang Mai