บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สับปะรด

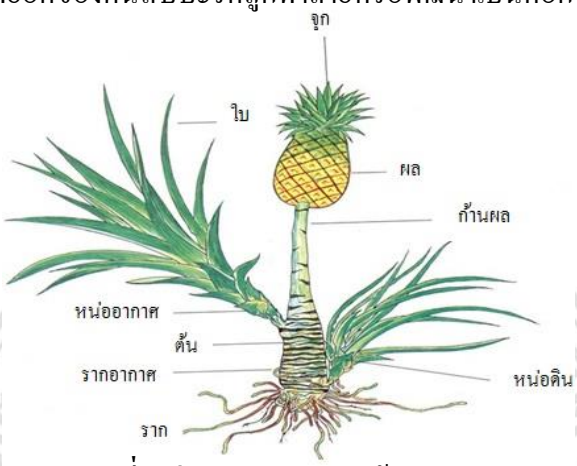
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

สับปะรด (Pineapple) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus* (L.) Merr. อยู่ในวงศ์ Bromeliaceae เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจำพวกไม้เนื้ออ่อน มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ ได้แก่ บริเวณลุ่มแม่น้ำแอมะซอน และบริเวณชายฝั่งเมืองริโอเดจาเนโร (Rio de Janeiro) ในประเทศบราซิล (Collins, 1960) คาดว่าสับปะรดเข้าสู่ประเทศไทยตั้งแต่สมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช และปลูกติดต่อกันเรื่อยมา จนปัจจุบันสับปะรดได้เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญในสินค้าการเกษตรหลักของประเทศไทย (วิจิตร, 2545) เนื่องจากเป็นพืชทนแล้ง ชอบแสงแดดจัด เจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนหรือร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ดินมีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศดี มีค่าความเป็นกรดด่างระหว่าง 4.5-5.5 สภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมควรมีอุณหภูมิ 24-30 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนกระจายสม่ำเสมอ ประมาณ 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2546)

ต้นสับปะรดประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญแสดงในภาพที่ 1 (กวิศร์, 2543) คือ รากมีหน้าที่ยึดลำต้นและหาอาหาร สับปะรดที่ปลูกด้วยจุกหรือหน่อไม่มีรากแก้ว เป็นระบบรากแขนง ราก สับปะรดเจริญจากจุดกำเนิดรากรอบ ๆ ลำต้น รากจะมีอยู่ทั้งใต้ดินและที่ลำต้นบนดิน ต้นเป็นส่วนที่สะสมอาหารเป็นปล้องสั้น ๆ เป็นจำนวนมาก เมื่อเจริญเต็มที่อาจจะยาวถึง 30 เซนติเมตร ต้นมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่ง คือ “เหง้า” ใบเจริญออกมาจากต้นโดยเรียงซ้อนกันเป็นวง โดยรอบต้นมีจำนวนต้นละ 70-80 ใบ ความยาวของใบเมื่อเจริญเต็มที่ประมาณ 80 เซนติเมตร กว้าง 5 เซนติเมตร ใบยาวที่สุดอยู่กลางลำต้น ก้านผลเป็นส่วนที่เจริญยื่นขึ้นมาจากปลายลำต้น เป็นที่รองรับผลและเป็นทางลำเลียงน้ำและอาหารจากต้นไปสู่ผลและจุก ดอกมีกลีบดอกสีม่วง ดอกแต่ละดอกจะเจริญเป็นผลย่อย ซึ่งอัดติดกันแน่นรวมเป็นผลใหญ่ ผลย่อยเล็ก ๆ นี้เรียกทั่วไปว่า “ตา” (ภาพที่ 2) ผลเป็นผลรวมเกิดจากผลย่อยเจริญติดกัน ผลที่มีขนาดใหญ่จะประกอบด้วยผลย่อยจำนวนมาก ซึ่งปกติมากกว่า 100 ผลย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุกเป็นต้นเล็ก ๆ สำหรับขยายพันธุ์ที่เจริญอยู่เหนือผล โดยได้รับน้ำและอาหารจากต้นผ่านก้านผล แกนของผลสู่จุก หน่อเป็นต้นเล็ก ๆ สำหรับขยายพันธุ์ เจริญจากตาด้านข้างลำต้น หน่อดิน เจริญจากตาซึ่งอยู่ ต่ำกว่าหรือที่ระดับผิวดิน หน่ออากาศ เจริญจากตาซึ่งอยู่เหนือผิวดิน ตาข้างลำต้นจะพัฒนาเป็นหน่อได้เมื่อจุดเจริญที่ยอดของต้นสับปะรดถูกทำลายหรือพัฒนาเป็นดอก



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของต้นสับปะรด

ที่มา : Anonymous (2014)

2.1.2 พันธุ์สับปะรด

ในประเทศไทยสับปะรดที่ปลูกเพื่อการค้ามีอยู่ทั้งหมด 5 พันธุ์ (กวิศร์, 2543; ศิริวรรณ และคณะ, 2554) ดังนี้

1) พันธุ์อินทรชิต เป็นพันธุ์พื้นเมือง ลำต้นใหญ่ ขอบใบมีสีน้ำตาลแดงมีหนามแหลมโค้งงอตลอดใบ ผลมีขนาดเล็ก ลักษณะผลเป็นรูปทรงกระบอก ตาใหญ่ลึก เนื้อสีเหลืองทอง เมื่อแก่เปลือกมีสีเหลืองอ่อนปนเขียว เนื้อมีเส้นใยมาก มีรสหวาน ส่วนใหญ่ใช้ประกอบอาหารและรับประทานสด พันธุ์นี้มีปลูกทั่วไป แต่แหล่งปลูกสำคัญคือ จังหวัดฉะเชิงเทรา

ภาพที่ 2 สับปะรดพันธุ์อินทราชิต

ที่มา : จิรวรรณ (2558)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) พันธุ์ปัตตาเวีย หรือ สับปะรดศรีราชา จัดอยู่ในกลุ่มพันธุ์ Smooth Cayenne ทรงพุ่มใหญ่ ใบยาว ขอบใบเรียบมีหนามเล็กน้อยบริเวณปลายใบ ผลใหญ่ทรงกระบอก ดังแสดงภาพที่ 2 มีน้ำหนักเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัมต่อผล ปลายผลมีจุก ตาตื้น เปลือกผลเมื่อดิบระหว่างขอบตาเป็นสีเขียวเข้ม เมื่อแก่จัดเป็นสีน้ำตาลอมแดง เนื้อแน่นละเอียด สีเหลือง ฉ่ำน้ำ รสหวานอมเปรี้ยว กลิ่นหอม แกนกลางใหญ่แต่ไม่เหนียว นิยมบริโภคสดและยังใช้ปลูกเพื่ออุตสาหกรรมเป็นหลักเพียงพันธุ์เดียวมาโดยตลอด เนื่องจากยังไม่มีการพัฒนาหรือปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาใหม่ ในปัจจุบันยังคงใช้สับปะรดพันธุ์นี้เป็นหลักส่งโรงงานอุตสาหกรรม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546) เพื่อใช้แปรรูปเป็นสับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรด แยมสับปะรด สับปะรดกวน สับปะรดแช่อิ่มอบแห้ง เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ชลบุรี และ ลำปาง

ภาพที่ 3 สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

ที่มา : วิสูตร (2558)

3) พันธุ์ภูแล มีผลเล็ก ทรงกระบอก ปลายผลมีจุก เปลือกหนา ผลดิบเปลือกสีเขียว ผลแก่เปลือกสีเหลืองอมส้ม เมื่อสุกจัดเป็นสีส้ม มีน้ำหนักเฉลี่ย 4-5 ผลต่อกิโลกรัม เนื้อสีเหลืองอ่อน กรอบหวาน ไม่ฉ่ำน้ำ กลิ่นหอม

ภาพที่ 4 สับปะรดพันธุ์ภูแล

ที่มา : ธีรเดช (2552)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) พันธุ์ภูเก็ต หรือ พันธุ์สวี หรือ พันธุ์ตราดสีทอง จัดอยู่ในกลุ่มพันธุ์ Queen ใบสีเขียวอ่อน ขอบใบมีหนามแหลมสีแดง มีก้านยาว ผลมีขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างเรียวยาวเป็นทรงกระบอกตาถี่และลึก เมื่อแก่จัดเปลือกเป็นสีส้ม มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.5-1.2 กิโลกรัมต่อผล เนื้อผลสีเหลือง รสหวาน กรอบ ไม่ฉ่ำน้ำ มีเยื่อใยน้อย มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว แกนกลางมีขนาดเล็กค่อนข้างแข็ง นิยมบริโภคสด เป็นพันธุ์ที่ปลูกมากในจังหวัดภูเก็ต ชุมพร นครศรีธรรมราช และตราด

ภาพที่ 5 สับปะรดพันธุ์ภูเก็ต หรือ พันธุ์สวี หรือ พันธุ์ตราดสีทอง

ที่มา : เจริญ (2558)

5) พันธุ์นางแล หรือ พันธุ์น้ำผึ้ง ลักษณะคล้าย ๆ พันธุ์ปัตตาเวีย แต่ผลค่อนข้างกลม ตาใหญ่ลึก เปลือกบางเมื่อเทียบกับพันธุ์ปัตตาเวีย เมื่อแก่ผลมีสีเหลืองเข้ม มีขนาดเฉลี่ย 1.0-1.5 กิโลกรัมต่อผล เนื้อแน่น สีเหลือง ฉ่ำน้ำ รสหวานจัด มีกลิ่นเหมือนน้ำผึ้ง แกนมีขนาดเล็กค่อนข้างแข็ง มีปลูกเชิงการค้ามากที่ ต. นางแล อ. เมือง จ. เชียงราย และบริเวณใกล้เคียง

ภาพที่ 6 สับปะรดพันธุ์นางแล หรือ พันธุ์น้ำผึ้ง

ที่มา : ไร่ภาณุมาศ (2557)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.3 สถานการณ์การผลิตและการตลาดสับปะรดไทย

1) การผลิต

ในแต่ละปีผลผลิตสับปะรดของโลกมีประมาณ 19–20 ล้านตัน โดยมีไทยเป็นประเทศผู้ผลิตรายใหญ่ ประมาณ 12.00% รองลงมา ได้แก่ บราซิล คอสตาริกา ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ประมาณการว่าปี 2557 มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 0.542 ล้านไร่ ลดลงจากปีที่ผ่านมา 2.07% ผลผลิต 2.07 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมา 0.97% และผลผลิตต่อไร่ 3,828 กิโลกรัม เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมา 2.96% โดยเนื้อที่เก็บเกี่ยวลดลงเนื่องจากเนื้อที่ปลูกสับปะรดแซมในสวนยางพาราลดลง เพราะต้นยางพารามีอายุมากกว่า 3 ปี จึงไม่สามารถปลูกสับปะรดได้และบางส่วนปรับเปลี่ยนไปปลูกพืชไร่อื่น เช่น อ้อยโรงงานและมันสำปะหลัง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

ตารางที่ 1 เนื้อที่เก็บเกี่ยวต่อไร่และผลผลิตสับปะรดในประเทศไทยปี 2551-2555

ปี (พ.ศ.)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ล้านตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)
2551	581,972	2.28	3,915
2552	566,599	1.89	3,427
2553	583,200	1.93	3,300
2554	645,981	2.58	4,012
2555	646,610	2.52	3,895

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

แหล่งเพาะปลูกสับปะรดที่สำคัญของไทย แบ่งออกเป็น 4 แหล่งใหญ่ ๆ ดังนี้ (Anonymous, 2007)

1. ภาคกลาง และภาคตะวันออก ปลูกมากในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ฉะเชิงเทรา และอุทัยธานี
2. ภาคเหนือ ปลูกมากในจังหวัดลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย
3. ภาคใต้ ปลูกมากในจังหวัดชุมพร นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี
4. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการปลูกในแหล่งที่ตั้งโรงงานสับปะรดกระป๋องในจังหวัดหนองคาย และนครพนม
5. ภาคกลาง และภาคตะวันออกเป็นพื้นที่ที่ปลูกสับปะรดมากที่สุด โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวถึง 84% ของพื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด โดยจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด รองลงมาคือ จังหวัดระยอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) การตลาด

ปัจจุบันอุตสาหกรรมสับปะรดของไทย ยังคงความเป็นอันดับหนึ่งในตลาดโลก มีอัตราการเติบโตในเชิงมูลค่าการส่งออกของสับปะรดแปรรูปทั้งที่บรรจุและไม่บรรจุภาชนะปิดสนิท และน้ำสับปะรดของไทย ในช่วง 7 ปีที่ผ่านมา (2550-2556) เติบโตเฉลี่ย 2.92% ส่วนมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2550 จาก 20,000 ล้านบาท เป็น 22,000 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2556 ซึ่งเป็นไปตามการเติบโตของตลาดโลกเช่นเดียวกัน (ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2557) ผลผลิตประมาณ 10% ของผลผลิตทั้งหมดจะบริโภคในประเทศในรูปผลสด สำหรับผลิตภัณฑ์สับปะรดแปรรูปจะส่งออกเกือบทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) ประเทศไทยมีการส่งออกสับปะรดและผลิตภัณฑ์สับปะรด ได้แก่ สับปะรดสด สับปะรดแช่เย็น สับปะรดแช่แข็ง สับปะรดแห้ง สับปะรดกวน สับปะรดกระป๋อง และน้ำสับปะรดเข้มข้น (กรมการค้าต่างประเทศ, 2555) โดยปริมาณ มูลค่า และราคาส่งออกสินค้าสับปะรดของไทยในช่วงปี 2553-2557 ยกตัวอย่างแสดง ดังนี้

ตารางที่ 2 ปริมาณ มูลค่า และราคาส่งออกสินค้าสับปะรดกระป๋องของไทย ปี 2553-2557

ปี	ปริมาณ (ล้านตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ราคา (บาท/กิโลกรัม)
2553	0.48	13,644	28.15
2554	0.61	19,131	31.33
2555	0.57	16,532	28.75
2556	0.56	15,112	27.21
2557*	0.56	16,900	30.00
อัตราเพิ่ม (%)	2.25	1.94	-0.14

หมายเหตุ : * ประมาณการ

ที่มา : กรมศุลกากร และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 ปริมาณ มูลค่า และราคาส่งออกน้ำสับปะรดของไทย ปี 2553-2557

ปี	ปริมาณ (ล้านตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ราคา (บาท/กิโลกรัม)
2553	0.14	6,614	38.75
2554	0.15	6,825	37.16
2555	0.14	5,320	32.87
2556	0.14	4,551	27.73
2557*	0.12	4,700	32.00
อัตราเพิ่ม (%)	-3.70	-10.31	-6.53

หมายเหตุ : * ประมาณการ

ที่มา : กรมศุลกากร และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557)

ปี 2558 คาดว่าภาวะเศรษฐกิจของประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป และสหรัฐอเมริกายังไม่ฟื้นตัว ทำให้กำลังซื้อของประเทศผู้นำเข้าลดลง ส่งผลให้ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าลดลง ซึ่งจากปัจจัยดังกล่าวมีผลกระทบต่อการส่งออกของไทย โดยคาดว่าปริมาณ และมูลค่าการส่งออกสับปะรดกระป๋อง และน้ำสับปะรดของไทยจะมีแนวโน้มทรงตัว หรือใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามการที่ค่าเงินบาทอ่อนลง อาจมีผลให้ประเทศคู่ค้าเห็นว่าราคาผลิตภัณฑ์สับปะรดของไทยลดลง ซึ่งจะเป็นปัจจัยบวกที่จะส่งผลกระทบให้การส่งออกของไทยลดลงไม่มากนัก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557)

2.1.4 องค์ประกอบทางเคมีของสับปะรด

สารอาหารหลักที่พบในสับปะรด คือคาร์โบไฮเดรต ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโตส มีแป้งเป็นส่วนประกอบน้อยกว่า 0.002% ของน้ำหนัก และมีมากที่สุดเพียง 0.1% ของน้ำหนักแห้ง โดยวัดที่ 60 วันก่อนวันสุก ส่วนไขมันและโปรตีนมีปริมาณต่ำเช่นกัน กรดอินทรีย์ที่สำคัญในสับปะรดมี 2 ชนิด คือ กรดซิตริก และกรดมาลิก สับปะรดมีปริมาณวิตามินซีน้อยกว่าผลไม้ตระกูลส้มประมาณครึ่งหนึ่ง (Smith, 1993; Dull, 1971) ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของสับปะรด ต่อ 100 กรัม แสดงในตารางที่ 4 ผลสับปะรดผลแก่จัดจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ และความเป็นกรดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลดิบ นอกจากนั้นยังมีปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มสูงสุด และจะมีปริมาณคงที่จนกว่าผลสับปะรดจะเริ่มเสื่อมสลาย (จารุพันธ์, 2526) ส่วนสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่มีระยะความสุกเหมาะแก่การบริโภค จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำประมาณ 15 องศาบริกซ์ (Smith, 1993)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 คุณค่าโภชนาการของสับปะรด ต่อ 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	หน่วย	ปริมาณ
น้ำ (Water)	กรัม	86.00
พลังงาน (Energy)	กิโลจูล	50
โปรตีน (Protein)	กรัม	0.54
ไขมันทั้งหมด (Total fat)	กรัม	0.12
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate)	กรัม	13.12
เส้นใยอาหารทั้งหมด (Total dietary fiber)	กรัม	1.4
น้ำตาล (Total sugars)	กรัม	9.85
แคลเซียม (Calcium, Ca)	มิลลิกรัม	13
เหล็ก (Iron, Fe)	มิลลิกรัม	0.29
แมกนีเซียม (Magnesium, Mg)	มิลลิกรัม	12
ฟอสฟอรัส (Phosphorous, P)	มิลลิกรัม	8
โพแทสเซียม (Potassium, K)	มิลลิกรัม	109
โซเดียม (Sodium, Na)	มิลลิกรัม	1
สังกะสี (Zinc, Zn)	มิลลิกรัม	0.12
วิตามินซี (Total ascorbic acid)	มิลลิกรัม	47.8
ไทอามีน (Thiamin)	มิลลิกรัม	0.079
ไรโบฟลาวิน (Riboflavin)	มิลลิกรัม	0.032
ไนอะซิน (Niacin)	มิลลิกรัม	0.500
วิตามินบี 6 (Vitamin B-6)	มิลลิกรัม	0.112
โฟเลต (Folate, DFE)	ไมโครกรัม	18
วิตามินเอ (Vitamin A, IU)	IU	58
วิตามินอี (Vitamin E)	มิลลิกรัม	0.02
วิตามินเค (Vitamin K)	ไมโครกรัม	0.07

ที่มา: ดัดแปลงจาก USDA Agricultural Research Service (2014)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.5 ประโยชน์ของสับปะรด

สับปะรดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในทุกส่วน ดังนี้

ก) เนื้อ ใช้บริโภคแบบผลสด ใช้ปรุงเป็นอาหาร นำเข้าอุตสาหกรรมผลิตเป็นสับปะรดกระป๋อง ส่วนน้ำที่คั้นได้จากเนื้อนำมาเป็นเครื่องดื่ม หรือบรรจุเป็นน้ำสับปะรดกระป๋อง และสกัดกรดอินทรีย์ นอกจากนั้นกากของเนื้อสับปะรดยังสามารถนำไปกวนเป็นสับปะรดกวนหรือทำเป็นแยมสับปะรด ผสมอาหารสัตว์ หรือจะนำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก (เกศิณี, 2528) การบริโภคเนื้อสับปะรดที่หั่นเป็นชิ้นประมาณ 250 กรัม 2-3 ครั้ง ต่อวัน ช่วยรักษาอาการบวมน้ำ ปัสสาวะไม่ออก และการบริโภคเนื้อสับปะรดสดประมาณ 60-100 กรัมต่อวัน ติดต่อกัน 3 วัน ช่วยรักษาโรคบิดได้

ข) ต้น สามารถนำมาสกัดเอากรดอินทรีย์ (กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดแอสคอร์บิก) ได้เช่นเดียวกับผลสับปะรด แต่จะมีปริมาณน้อยกว่า (จารุพันธ์, 2526)

ค) ใบ เส้นใยจากใบสับปะรดสามารถนำมาทอเป็นผ้า เนื่องจากใบสับปะรดมีเส้นใยซึ่งมีความเหนียวมาก ผ้าที่ทอจากเส้นใยสับปะรด ในประเทศฟิลิปปินส์เรียกว่า “ผ้าบารอง” มีราคาแพง นิยมตัดเป็นชุดสากลประจำชาติของฟิลิปปินส์และไต้หวัน เยื่อกระดาษจากเส้นใยส่วนใบของสับปะรด สามารถผลิตเป็นกระดาษที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีความบางมาก มีผิวเนียนนุ่ม สามารถบิดงอหรือเปลี่ยนรูปร่างได้ง่าย โดยไม่เสียหาย ในหลายประเทศใช้เป็นกระดาษสำหรับพิมพ์ธนบัตร (ศิริวรรณ แลคณะ, 2554) นอกจากนี้สามารถนำเส้นใยจากใบสับปะรดไปผลิตเป็นแห อวน และเชือกได้ (จารุพันธ์, 2526)

ง) เปลือก ที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรม สามารถนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ หรือคั้นเอาน้ำจากเปลือกสับปะรดทำเป็นน้ำเชื่อม น้ำส้มสายชู บรั่นดี ไวน์ แอลกอฮอล์ ผงชูรส และนำกากมาทำเป็นปุ๋ยหมักได้ (จารุพันธ์, 2526)

ในระหว่างกระบวนการแปรรูป ส่วนยอดและลำต้นของสับปะรดจะถูกตัดออกก่อนการปอกเปลือก หลังจากนั้นจะมีการแยกเอาส่วนแกนออก ผลพลอยได้ (by-product) จากกระบวนการแปรรูปนี้ ซึ่งประกอบด้วยส่วนของเปลือก แกน ลำต้น ยอด และใบสับปะรด โดยทั่วไปแล้ว คิดเป็นประมาณ 50%โดยน้ำหนัก เทียบกับน้ำหนักสดทั้งหมดของสับปะรด (Ketnawa *et al.*, 2012) ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดแปรรูปที่นำไปเป็นอาหารสัตว์ได้ คือ เปลือกและแกนกลาง ซึ่งมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่สูงถึง 90% เมื่อคิดต่อน้ำหนักสด ผลพลอยได้จะมีโปรตีนและโภชนะย่อยได้ทั้งหมดประมาณ 0.7% และ 7.0% เมื่อคิดต่อน้ำหนักแห้งจะมีค่าโปรตีนและโภชนะย่อยได้สูงถึง 7% และ 70% ตามลำดับ (ศิริวรรณ และคณะ, 2554)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 เส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผักและผลไม้หลายชนิด เช่น มะม่วง (Vergara-Valencia *et al*., 2007) ส้ม ส้มโอ (อภิรักษ์, 2548) เมล็ดพืชต่าง ๆ เช่น ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง รำข้าว งา (ปาริชาติ, 2540) และสับปะรด (Alothman *et al.,* 2009; Prakongpan *et. al.*, 2002) เป็นต้น เส้นใยอาหารชนิดต่าง ๆ จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันทางกายภาพ เคมี และสรีระวิทยา โดยเส้นใยอาหารที่มาจากพืชมีคุณสมบัติโดยรวม (Trowell *et al.,* 1976; Roberfroid, 1993) เป็นคาร์โบไฮเดรตหรือมาจากคาร์โบไฮเดรต ยกเว้นลิกนิน ทนต่อขบวนการ hydrolysis โดยเอนไซม์ในลำไส้ของมนุษย์ และสามารถผ่านไปถึงลำไส้ใหญ่ในสภาพที่ยังปกติ โดยบางส่วนอาจถูก hydrolyse และถูกหมัก ด้วยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ ทำให้กลายเป็นก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไฮโดรเจน น้ำ และกรดไขมันสายสั้น เพื่อกระตุ้นให้แบคทีเรียมีการเจริญเติบโต ก๊าซที่เกิดขึ้นจะถูกดูดซึมและถูกขับออกทางลมหายใจหรือทางทวารหนัก กรดไขมันสายสั้นคือ อะซิเตต (Acetate) โปรปิโอเนท (Propionate) และบิวทิเรต (Butyrate) อะซิเตตจะถูกนำไปใช้โดยตับ กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่ออื่น ๆ โปรปิโอเนทถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสเพื่อนำไปใช้ต่อ และบิวทิเรต จะถูกนำไปใช้เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์ การแบ่งเซลล์และการตายของเซลล์ จึงสามารถป้องกันการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้ (ดวงจันทร์, 2545)

2.2.1 ชนิดของเส้นใยอาหาร

เมื่อพิจารณาจากสมบัติทางเคมีกายภาพของเส้นใยอาหาร ทำให้สามารถแบ่งเส้นใยอาหารตามความสามารถในการละลายน้ำ เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ กับกลุ่มที่ละลายน้ำ (Roberfroid, 1993; Stark and Madar, 1994) ดังนี้

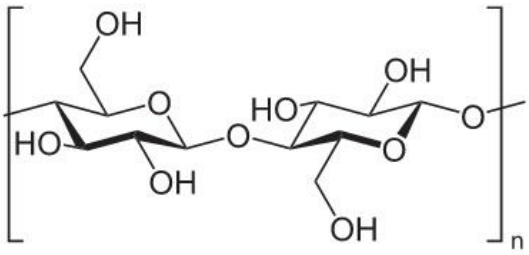
1) ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (Insoluble fiber) ลักษณะของใยอาหารชนิดนี้จะไม่หนืด จะไม่ถูกหมักหรือถูกหมักได้น้อยมากในลำไส้ใหญ่ ใยอาหารชนิดนี้ไม่สามารถรวมตัวกับน้ำ เพราะมีสมบัติดูดความชื้นได้สูง เนื่องจากสามารถพองตัวและดูดกลืนน้ำได้ถึง 20 เท่าของน้ำหนัก และยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยดูดซับสารก่อมะเร็ง ป้องกันการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่ร่างกายซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน ป้องกันอาการท้องผูกและช่วยป้องกันการเกิดนิ่วในไต (สุจิตตรา, 2546)

ชนิดของใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ ได้แก่

1.1) เซลลูโลส (Cellulose) เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช อยู่ในรูปของ 1,4-β-D-กลูแคน มีลักษณะทางเคมีเหมือนอะไมโลส แต่แตกต่างกันที่กลูโคสในอะไมโลสแต่ละโมเลกุลจะเชื่อมกันลักษณะเป็นวงแหวน ขณะที่เซลลูโลสนั้นกลูโคสจะเชื่อมกันเป็นเส้นตรงซึ่งลักษณะที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

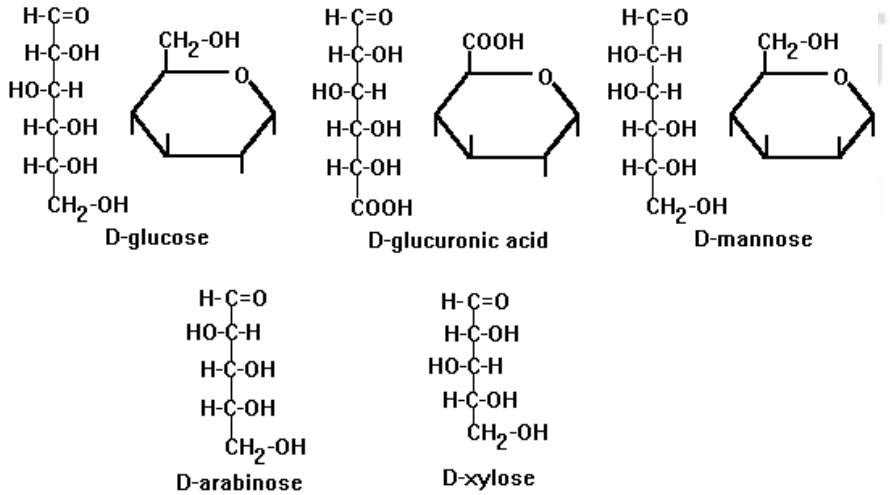
เกิดขึ้นนี้ ทำให้เซลลูโลสมีพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงกว่าอะไมโลส โมเลกุลของเซลลูโลสจะรวมตัวกันเป็นใยขนาดเล็ก โดยส่วนหนึ่งจะมีโมเลกุลเซลลูโลสจับตัวกันอย่างมีระเบียบมีลักษณะเป็นผนึก (Crystalline) แต่ยังมีบางส่วนอยู่กันอย่างไม่เป็นระเบียบ (Amorphous) เนื่องจากใยส่วนนี้มีโมเลกุลน้ำตาลแทรกอยู่ ความคงทนของเซลลูโลสต่อกรดหรือเอนไซม์ขึ้นอยู่กับส่วนที่ไม่เป็นผลึกนี้ (สุจิตตรา, 2546)



ภาพที่ 7 แสดงโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส

ที่มา : BeMiller (2007)

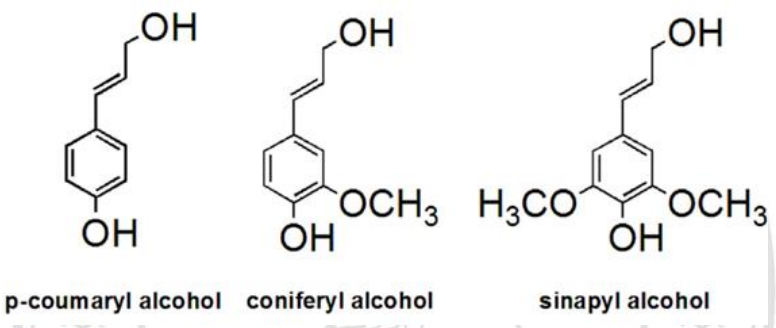
1.2) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) เป็นส่วนประกอบที่อยู่ปะปนกับเซลลูโลสในผนังเซลล์พืชไม่ละลายน้ำร้อนแต่สามารถละลายในด่างเจือจาง เฮมิเซลลูโลสประกอบด้วยน้ำตาลไซโลส (Xylose) แมนโนส (Mannose) กาแลคโตส (Galactose) และกลูโคส (Glucose) เฮมิเซลลูโลสต่างจากเซลลูโลสตรงที่มีโมเลกุลของน้ำตาลอะราบิโนส (Arabinose) กาแลคโตส (Galactose) และกรดกลูคูโรนิค (Glucuronic acid) มาเกาะด้านข้าง (สุจิตตรา, 2546) คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของเฮมิเซลลูโลส คือ มีความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity) และแลกเปลี่ยนแคทอิออน (Cation Exchange) เมื่ออยู่ในกระเพาะอาหารและลำไส้มนุษย์ (ถาวร, 2552) แหล่งอาหารที่พบเฮมิเซลลูโลส คือ รำข้าว และ พืชจำพวกถั่ว และพบในผักและผลไม้บางชนิด (Gropper and Smith, 2009)



ภาพที่ 8 แสดงโครงสร้างของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบในเฮมิเซลลูโลส

ที่มา : BeMiller (2007)

1.3) ลิกนิน (Lignin) ประกอบด้วยสารประกอบเชิงซ้อนของแอลกอฮอล์ที่พืชผลิตขึ้น โดยทั่วไปจะพบลิกนินในไม้เนื้ออ่อนมากกว่าไม้เนื้อแข็ง (Faravelli *et al.,* 2010) มีรูปร่างไม่แน่นอน น้ำหนักโมเลกุลมาก aromatic polymer ประกอบด้วย phenylpropane จำนวนที่เหลือซึ่งมี primary phenolic alcohols หลัก ๆ 3 ตัว คือ coniferyl, sinapyl และ p-coumaryl alcohols (Dreher, 1987). (แสดงในภาพที่ 9) ทำให้เอนไซม์เข้าไปย่อยเซลลูโลสได้ยากขึ้นและแบคทีเรียในลำไส้ไม่สามารถย่อยลิกนินได้ ประกอบกับตัวลิกนินเองมีคุณสมบัติที่ไม่ละลายน้ำ รวมถึงกรดและด่าง จึงไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้ในร่างกายมนุษย์ ลิกนินพบมากในพืชที่ค่อนข้างแก่ โดยเฉพาะผลไม้ที่สุกที่บริโภคได้ทั้งเมล็ด เช่น สตรอเบอรี่ เป็นต้น (สุจิตตรา, 2546)



ภาพที่ 9 แสดงโครงสร้างสารตั้งต้นของลิกนิน (Phenylpropanoid precursors of lignin)

ที่มา : Dreher (1987)

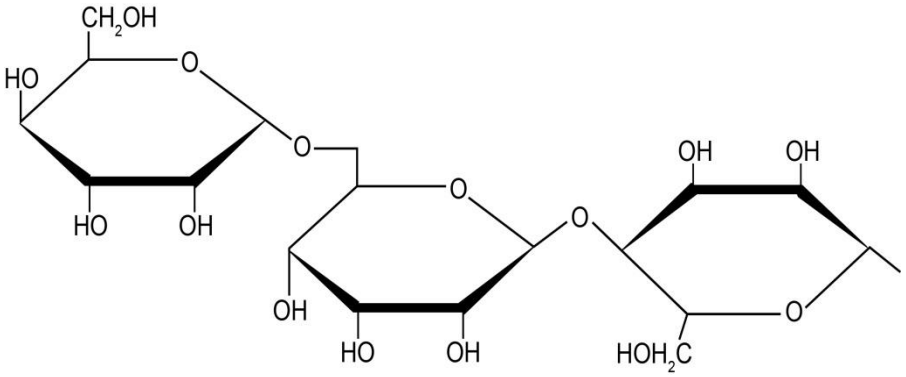
2) ใยอาหารชนิดละลายน้ำ (Soluble fiber) ลักษณะของใยอาหารชนิดนี้จะมีความหนืดและจะถูกหมัก ได้ดีในลำไส้ใหญ่ ใยอาหารชนิดนี้จะเกิดการกระจายตัวของโครงสร้างที่อัดแน่นเมื่อรวมกับน้ำในปริมาณมาก และสามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าได้ เส้นใยชนิดนี้มีคุณสมบัติในการลดระดับน้ำตาลและโคเลสเตอรอลในกระแสเลือด อีกทั้งยังช่วยกำจัดพิษจากโลหะบางชนิดได้ แหล่งของเส้นใยอาหารชนิดละลายน้ำ เช่น ข้าวบาร์เล่ย์ รำข้าวโอ๊ต ถั่วเมล็ดแห้ง ขนมปังที่ทำจากข้าวโอ๊ต ผักและผลไม้เกือบทุกชนิดจัดเป็นแหล่งของใยอาหารชนิดละลายน้ำที่ดี (สุจิตตรา, 2546)

ชนิดของใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้แก่

2.1) กัมและมิวซิเลจส์ (Gums and Mucilages) เป็นสารประกอบโพลีแซคคาร์ไรด์ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีสายยาว มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (นิธิยา, 2557) มีกิ่งก้านเป็นน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์เป็นส่วนประกอบ โดยน้ำตาลที่พบบ่อย คือ ดี-กลูคูโรนิค (D-Glucuronic) ดี-แมนูโรนิค (D-Manuronic) หรือ ดี-กาแลค-ทูโรนิค (D-Galacturonic Acid) กัมแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กัมซึ่งอยู่ภายนอกผนังเซลล์ของพืช เช่น กัมทรากาแคนต์ (Gum tragacanth) คาราจีแนน (carrageenan) เฟอเซลลาราน (fercellaran) เป็นต้น และกัมซึ่งเกิดอยู่ภายในผนังเซลล์ของพืช เช่น เบตา-กลูแคน (β-glucan) และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

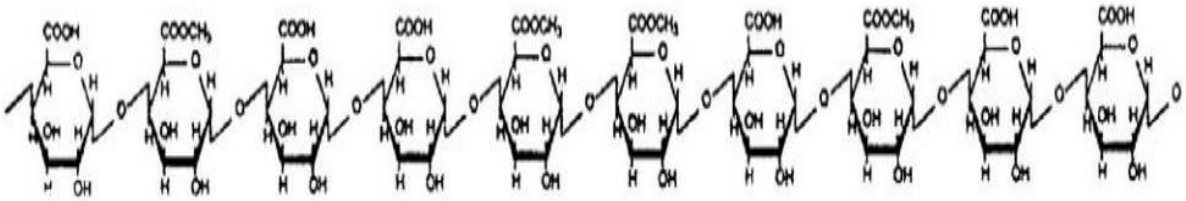
สารประกอบเพคติน (Pectins) (สุจิตตรา, 2546) เมื่อจับกับน้ำจะเกิดการอุ้มน้ำและมีความข้นหนืด ได้สารคล้ายวุ้น (ปาริชาติ, 2540) นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อปรับปรุงคุณภาพในการบริโภคของอาหาร และใช้เพิ่มปริมาณเส้นใยอาหาร (Prosky and Devries, 1992)



ภาพที่ 10 แสดงโครงสร้างทางเคมีของกัมอราบิค

ที่มา : BeMiller (2007)

2.2) เพคติน (Pectins) โครงสร้างเป็นสายพอลิเมอร์ของ D-Galacturonic Acid ต่อกันแบบแอลฟา 1,4 โดยมีน้ำตาลหลายชนิดที่อยู่รวมกันในโครงสร้างหลัก เช่น กาแลกโตส (galactose) กลูโคส (glucose) แรมโนส (Ramnose) และอะราบิโนส (Arabinose) เป็นต้น การละลายน้ำของเพคตินขึ้นอยู่กับปฏิกิริยา Esterification ของ Galacturonic Acid (สุจิตตรา, 2546) แหล่งที่พบเพคตินในปริมาณมาก คือ แอปเปิล สตรอเบอรี่ และผลไม้ตระกูลส้ม เพคตินนิยมใช้ในอาหารจำพวกแยมหรือ เยลลี่ เพื่อก่อให้เกิดความคงตัว (Gropper and Smith, 2009)



ภาพที่ 11 โครงสร้างทางเคมีของเพคติน

ที่มา : Seymour and Knox (2002)

All rights reserved

กัมและเพคตินเป็นเส้นใยอาหารที่สามารถอุ้มน้ำได้ดี และไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารจึงเหลืออยู่ในลำไส้ใหญ่ ช่วยเพิ่มปริมาณเนื้ออุจจาระและทำให้อุจจาระนิ่ม จึงช่วยขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายได้สะดวก ทำให้ร่างกายมีสุขภาพดี (นิธิยา, 2557)

2.2.2 ประโยชน์ของเส้นใยอาหาร

ถึงแม้ว่าเส้นใยอาหารจะเป็นสารอาหารที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ แต่เส้นใยอาหารมีความสำคัญต่อร่างกายมนุษย์เป็นอย่างมาก หากได้รับในปริมาณที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ตามมา ซึ่งเส้นใยอาหารมีบทบาทต่อร่างกายและส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ดังนี้

ก) ผลของการได้รับเส้นใยอาหารต่อโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ การบริโภคอาหารที่มีไขมันสูงและมีปริมาณเส้นใยอาหารน้อย มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (ไพโรจน์ และเบญวรรณ, 2538) โรคนี้มักเกิดและเป็นในผู้ใหญ่มากเป็นอันดับสองรองจากมะเร็งในปอด สาเหตุนั้นมักเกิดจากสารเคมี หรือไวรัสบางชนิดที่อยู่ในอุจจาระนั้นตกค้างอยู่ในลำไส้ใหญ่เป็นเวลานาน (มาลี, 2540) มีการศึกษาจากหลายสถาบันได้สนับสนุนถึงความสำคัญของการบริโภคอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงต่อการป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ โดยเฉพาะใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ เช่น เซลลูโลส ส่วนใยอาหารที่ละลายน้ำไม่มีส่วนช่วยในการป้องกันการเกิดโรคนี้ (Stark and Madar, 1994) กลไกการป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ของใยอาหาร สันนิษฐานดังนี้ (แก้ว, 2529; ประภาศรี, 2534; ไสวรินทร์, 2536; Baghurst *et al.,* 1960)

1) ใยอาหารสามารถยับยั้งเอนไซม์ 7-α dehydroxylase ซึ่งเกี่ยวข้องในการก่อให้เกิดมะเร็ง

2) กรดไขมันบิวไทเรท ช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้ (Roediger, 1992)

3) ใยอาหารช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระ โดยเฉพาะใยอาหารจากธัญพืช ส่งผลให้ปริมาณสารก่อมะเร็งที่อาจปนเปื้อนอยู่ถูกเจือจางลง ช่วยลดการสัมผัสโดยตรงและลดระยะเวลาที่สารก่อมะเร็งอยู่ในลำไส้ใหญ่ อุจจาระที่เพิ่มขึ้นนั้น เกิดจากส่วนของใยอาหารที่ไม่ถูกย่อย ปริมาณการอุ้มน้ำของใยอาหาร และปริมาณแบคทีเรียที่เพิ่มในอุจจาระ จากการศึกษาของ Schneeman (1986) พบว่ารำข้าวดิบสามารถเพิ่มปริมาณอุจจาระได้ดีกว่ารำข้าวสาลีที่ผ่านการขัดสีและอบแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากกรรมวิธีการขัดสีและอบแห้งได้ทำลายโครงสร้างของใยอาหาร จึงทำให้คุณสมบัติในการอุ้มน้ำลดน้อยลงและถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียได้มากขึ้น

4) อาหารที่มีใยอาหารสูงมักมีวิตามินอยู่ เช่น วิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินอี ที่เชื่อว่าอาจช่วยป้องกันการเป็นมะเร็งได้ และมีแร่ธาตุ เช่น ซีลีเนียม ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่มีหลักฐานว่าป้องกันการเกิดมะเร็งได้เช่นกัน

ข) ผลของการได้รับเส้นใยอาหารต่อโรคอ้วน โรคอ้วนมักเกิดจากสาเหตุของการกินจุและออกกำลังกายน้อย ดังนั้นหลักการในการลดน้ำหนักที่สำคัญ คือ การควบคุมอาหาร และออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดดุลลบของพลังงาน คือ ปริมาณอาหารที่รับประทานเข้าไปเพื่อให้ได้พลังงานต้องน้อยกว่าพลังงานที่ใช้ ร่างกายจึงสามารถนำเอาไขมันที่สะสมไว้เผาผลาญเป็นพลังงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ปรียา, 2535) ในทางปฏิบัติใยอาหารช่วยลดน้ำหนักได้หากร่วมกับการให้ความรู้ทางโภชนาการที่ถูกต้อง รวมถึงการปรับเปลี่ยนนิสัยบริโภค โดยให้บริโภคผักและผลไม้ให้มากขึ้น (สุรัตน์, 2534) ปัจจุบันมีการนำเส้นใยอาหารมาใช้ลดน้ำหนักในผู้ป่วยโรคอ้วนมากขึ้น โดยการผลิตเส้นใยอาหารทางอุตสาหกรรมมี 3 ประเภท ได้แก่ โพลิเมอร์ของเส้นใยอาหารบริสุทธิ์ (Purified fiber polymers) เส้นใยอาหารเข้มข้น (Fiber concentrates) และอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูง (High fiber diets) โดยเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้จะกลายเป็นเจลเพิ่มความหนืด และการเกาะตัวของสารในกระเพาะอาหารทำให้กระเพาะอาหารว่างช้าลง ส่งผลให้ผู้บริโภครู้สึกอิ่มได้นาน (ไพโรจน์ และเบญจวรรณ, 2538)

ค) ผลของการได้รับเส้นใยอาหารต่อโรคเบาหวาน เส้นใยอาหารละลายน้ำได้ต่างชนิดกันให้ผลในการควบคุมน้ำตาลต่างกัน กัวกัมที่ได้จากพืชตระกูลถั่วจะให้ผลในการควบคุมระดับน้ำตาลได้ดีกว่าเพคตินจากรำข้าว ปัจจุบันการรักษาโรคเบาหวานทำได้ 3 วิธี คือ การฉีดฮอร์โมนอินซูลิน การควบคุมอาหาร และการใช้ยาซัลโฟนิลยูเรียร่วมกับการควบคุมอาหาร ผลจากการรักษาผู้ป่วยพบว่าการควบคุมอาหารเป็นวิธีการรักษาที่ดีที่สุด ทางการแพทย์มีการยอมรับในการนำเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้มาใช้รักษาโรคเบาหวานอย่างกว้างขวาง (ไพโรจน์ และ เบญจวรรณ, 2538) โดยพบว่าอาหารที่มีเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำสามารถจับกับน้ำและน้ำตาลกลายเป็นวุ้นเหนียว และสามารถทำให้ระดับน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดเปลี่ยนแปลง (สุรัตน์, 2534) โดยทำหน้าที่เสมือนผนังกั้นการแพร่ของน้ำตาลไปสู่ผนังลำไส้เล็ก ส่งผลให้น้ำตาลถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ช้าลง จึงช่วยรักษาระดับน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดให้เป็นปกติ (ไพโรจน์ และ เบญจวรรณ, 2538) คนไข้เบาหวานที่รับประทานใยอาหาร 8-20 กรัมต่อ 100 กรัมของคาร์โบไฮเดรต สามารถลดระดับกลูโคสและอินซูลินได้ 20-50% (ประสงค์, 2557)

ง) ผลของการได้รับเส้นใยอาหารต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ร่างกายมนุษย์ได้รับคอเลสเตอรอลจาก 2 ส่วนด้วยกัน คือ จากการรับประทานอาหารจากสัตว์ เช่น ไขมันสัตว์ เนื้อ นม ไข่ เป็นต้น อีกส่วนได้จากการสังเคราะห์ขึ้นในร่างกายโดยตับ ในสภาวะปกติร่างกายสามารถสร้างคอเลสเตอรอลและเผาผลาญให้อยู่ในสภาพของกรดน้ำดี (Bile Acid) และถูกเปลี่ยนต่อเป็นเกลือน้ำดี (Bile Salt) ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในการย่อยและดูดซึมไขมันภายในลำไส้เมื่อทำหน้าที่แล้ว กรดน้ำดีจะถูกดูดซึมกลับเข้าสู่ร่างกายที่บริเวณส่วนปลายของลำไส้เล็ก (วิจิตร, 2536) เส้นใยอาหารมีบทบาทในการช่วยลดการดูดซึมของน้ำดีทำให้น้ำดีที่มีคอเลสเตอรอลเป็นส่วนประกอบถูกขับถ่ายออกมาพร้อมกับใยอาหารแทนที่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย (สุรัตน์, 2534) เมื่อกระบวนการย่อยไขมันครั้งต่อไปร่างกายจะดึงคอเลสเตอรอลออกเพื่อเผาผลาญให้เป็นกรดน้ำดี ส่งผลให้ระดับคอเลสเตอรอลในร่างกายลดลง กลไกของการเปลี่ยนแปลงในการดูดซึมคอเลสเตอรอลในร่างกายมนุษย์ อาจเกิดจากใยอาหารที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ละลายน้ำได้เร่งการเคลื่อนไหวของลำไส้ ทำให้อาหารถูกดูดซึมจากลำไส้เล็กส่วนต้นได้น้อยลง และยังช่วยลดการดูดซึมของคอเลสเตอรอลจากลำไส้โดยการเพิ่มการขับถ่ายน้ำดีให้ออกจากร่างกาย พร้อมอุจจาระ (Stanley *et al.,* 1973)

จ) ผลของการได้รับเส้นใยอาหารต่อโรคหัวใจขาดเลือด ปัจจัยเสี่ยงประการหนึ่งของการเกิดโรคนี้ เนื่องมาจากปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมดในซีรั่มมีปริมาณสูง ระดับของไลโพโปรตีน คือ low-density lipoprotein (LDL) และ high-density lipoprotein (HDL) สามารถใช้เป็นข้อมูลของผลระดับคอเลสเตอรอลในร่างกายได้ (Eastwood, 1969) มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณใยอาหารที่บริโภคกับโรคหัวใจขาดเลือด โดยทดสอบในคนจำนวนมากให้รับประทานเพคตินโดยเฉลี่ยวันละ 10-20 กรัม และบริโภคผักและผลไม้มากกว่าปกติ พบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมดในซีรั่มลดลง 0.36-0.80 มิลลิโมลต่อลิตร ในขณะที่การบริโภคผักและผลไม้ในปริมาณปกติสามารถลดระดับคอเลสเตอรอลลงได้ 0.20-0.30 มิลลิโมลต่อลิตร จึงสรุปได้ว่าการบริโภคใยอาหารจากผักและผลไม้ในปริมาณที่มากพอมีผลต่อการลดระดับของคอเลสเตอรอลทั้งหมดในซีรั่ม (ไพโรจน์ และเบญจวรรณ, 2538)

ฉ) ผลของการได้รับเส้นใยอาหารต่อโรคท้องผูก การบริโภคอาหารที่มีใยอาหารสูงจะช่วยลดอาการท้องผูกได้ เนื่องจากใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ทำหน้าที่เพิ่มปริมาณกากอาหารและเพิ่มน้ำหนัก ส่วนใยอาหารที่ละลายน้ำจะช่วยดูดซับน้ำในทางเดินอาหาร ทำให้กากอาหารนุ่มและช่วยลดเวลาที่กากอาหารเคลื่อนที่ผ่านลำไส้ใหญ่ (Stark and Madar, 1994; Kleiner and Robinson, 1996) ใยอาหารจากแหล่งที่มาต่างกัน มีผลต่อปริมาณของอุจจาระที่แตกต่างกัน เมื่อทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยให้รับประทานรำข้าวโอ๊ตที่มีปริมาณสารประกอบเพคตินสูง ปรากฏว่า เพคตินและกัวกัมในรำข้าวโอ๊ตมีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักอุจจาระเพียง 16-35% เนื่องจากเพคตินได้ถูกแบคทีเรียในลำไส้ย่อยสลายเกือบทั้งหมด แต่เมื่อกลุ่มตัวอย่างบริโภครำข้าวสาลีบดหยาบ สามารถเพิ่มน้ำหนักของอุจจาระได้ถึง 80-127% จึงสรุปได้ว่ารำข้าวสาลีเป็นแหล่งของใยอาหารที่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของอุจจาระที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในขณะที่ประสิทธิภาพของรำข้าวสาลีบดละเอียดต่อการเพิ่มน้ำหนักของอุจจาระมีค่าต่ำ อาจเนื่องมาจากการคุณสมบัติในการอุ้มน้ำลดลง หรืออาจถูกแบคทีเรียย่อยสลายได้มากขึ้น (ประภาศรี, 2534; Monro, 1996)

ผลเสียและอาการข้างเคียงจากการบริโภคเส้นใยอาหารเกินพอดี

1) ลดการดูดซึมของสารอาหารบางชนิด เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น (Silk, 1989; Silk, 1995)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) ผลเสียต่อทางเดินอาหาร เช่น มีแก๊สในกระเพาะและลำไส้ อาเจียน ลำไส้เคลื่อนที่เร็วกว่าปกติ และปวดท้อง เป็นต้น (Scheppach *et al.,* 1990)

3) ในคนที่ต้องให้อาหารทางสายยาง เส้นใยอาหารที่หยาบ อาจทำให้เกิดการอุดตันในสายยาง (Scheppach *et al.,* 1990)

2.2.3 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ควรได้รับต่อวัน

ประเทศไทย Thai Recommended Daily Intake (Thai RDI) ได้มีการกำหนดปริมาณเส้นใยอาหารที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน คือ 25 กรัม นักโภชนาการแนะนำให้เลือกรับประทานผักและผลไม้วันละ 5 ที่เสิร์ฟ (Serving size) ธัญพืชไม่ขัดสีและถั่ววันละ 7 ส่วนที่เสิร์ฟ ปริมาณนี้จะทำให้ร่างกายได้รับเส้นใยอาหารเพียงพอต่อวัน ในส่วนของ United States Department of Agriculture (USDA) ได้แนะนำปริมาณเส้นใยอาหารที่ควรได้รับต่อวัน Dietary Reference Intakes (DRIs) ดังแสดงในตารางที่ 5 แต่ในภาวะปัจจุบันผู้บริโภคนิยมรับประทานอาหารแปรรูปและอาหารสำเร็จรูปเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังสนใจเป็นห่วงสุขภาพ จึงทำให้ผู้ผลิตอาหารต้องคำนึงถึงการใช้ส่วนผสมอาหารที่เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์อาหาร ไม่ว่าจะเป็น อินนูลิน (Inulin) ฟรุกโต-โอลิโกแซคคาไรด์ (Fructo-Oligosaccharide) และรีซีสแตนท์สตาร์ช (Resistance starch) เป็นต้น (ชนินันท์, 2549)

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณเส้นใยอาหารที่ควรได้รับต่อวัน

กลุ่มตัวอย่างประชากร	อายุ (ปี)	ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (กรัม)
ผู้ชาย	19 – 50	38
	$\geq$ 51	30
ผู้หญิง	19 – 50	25
	$\geq$ 51	21
เด็ก	1-3	19
	4-8	25
เด็กผู้หญิง	9-18	26
เด็กผู้ชาย	9-13	31
	14-18	38

ที่มา : USDA Agricultural Research Service (2001)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 การผลิตเส้นใยอาหารผง

เส้นใยอาหารจากธัญพืชมีการนำมาใช้ประโยชน์แพร่หลายมากกว่าใยอาหารจากผลไม้ แต่อย่างไรก็ตามเส้นใยอาหารจากผลไม้มีคุณภาพดีกว่า เนื่องจากในผลไม้มีองค์ประกอบของเส้นใยอาหารละลายน้ำได้สูงกว่า ส่งผลต่อค่าการอุ้มน้ำและน้ำมันสูง อีกทั้งยังมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ในลำไส้ใหญ่และเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้เส้นใยอาหารที่ได้จากผลไม้นั้นมีองค์ประกอบของกรดไฟติก (Phytic acid) ต่ำ และให้พลังงานต่ำ (Larrauri *et al.,* 1996)

ขั้นตอนหลักในการผลิตเส้นใยอาหารผง มีขั้นตอนปฏิบัติ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (Larrauri, 1999)

ก) การบดเปียก (Wet milling)

เป็นขั้นตอนการลดขนาดอนุภาคเพื่อเตรียมกำจัดองค์ประกอบที่ไม่ต้องการออกจากวัตถุดิบ โดยขนาดของอนุภาคหากมีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้มีปริมาณน้ำจำนวนมากเข้าไปจับกับอนุภาคเหล่านั้น ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียวัตถุดิบไประหว่างกระบวนการแยกน้ำออกหรือกระบวนการทำแห้ง แต่อย่างไรก็ดีขนาดอนุภาคใหญ่มากเกินไปก็จะทำให้การกำจัดองค์ประกอบที่ไม่ต้องการยากขึ้น เช่น น้ำตาลอิสระ อีกทั้งจะทำให้ขั้นตอนการอบแห้งใช้เวลานานขึ้น

ข) การล้าง (Washing)

ขั้นตอนนี้มีจุดประสงค์ คือ ต้องการแยกส่วนประกอบที่ไม่ต้องการ เช่น น้ำตาลอิสระและลดจุลินทรีย์ก่อโรค ในขั้นตอนนี้อาจมีการสูญเสียส่วนของเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้บางส่วน เช่น เพคติน ซึ่งปริมาณเพคตินยังแสดงถึงประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ด้วย อีกทั้งขั้นตอนนี้สามารถแยกน้ำตาลอิสระออกจากวัตถุดิบ จากการวิจัยของ Larrauri *et al.* (1996) พบว่าในขั้นตอนการล้างเปลือกมะม่วงด้วยน้ำร้อนเพื่อผลิตเส้นใยอาหารผง สามารถช่วยลดปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ในวัตถุดิบ ซึ่งลดได้ถึง 87% ของปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้เริ่มต้นในเปลือกมะม่วง จึงหลีกเลี่ยงการเกิดสีดำในวัตถุดิบที่ผ่านการทำแห้งและช่วยให้ใยอาหารนั้นให้พลังงานต่ำ

ค) การทำแห้ง (Drying)

ขั้นตอนการทำแห้งเป็นขั้นตอนที่ราคาค่อนข้างสูงในกระบวนการผลิตเส้นใยอาหาร โดยในอุตสาหกรรมอาหารที่มีการใช้เครื่องจักรในการทำแห้งหลากหลาย เช่น เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งเดี่ยว (Drum drying) เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Double drum dryer) เครื่องทำแห้งแบบสายพาน (Belt conveyor) เป็นต้น ซึ่งการพิจารณาเลือกเครื่องจักรในการทำแห้งนั้น ควรเลือกให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของวัตถุดิบ โดยพิจารณาจากปริมาณความชื้นและองค์ประกอบน้ำตาลเพื่อให้เกิดความเสียหายต่อคุณภาพของใยอาหารน้อยที่สุด (Ferguson and Fox, 1978; Bernado *et al.,*1990) ขั้นตอนการทำแห้งสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาใยอาหารได้โดยไม่ต้องเติมสารกันเสีย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือสารเจือปนอื่น ๆ ผลจากการทำแห้งส่งผลต่อคุณภาพของเส้นใยอาหาร (Dietary fibre) คือ อุณหภูมิสูงในการอบแห้งจะทำลายผนังเซลล์ มีผลต่อความคงตัวของโพลีแซคคาไรด์ เช่น เพคติน และยังส่งผลให้ความสามารถในการละลายเปลี่ยนแปลงไปด้วย (Irving and Walton, 1980)

การทำแห้งด้วยวิธีพ่นฝอย (spray drying)

กระบวนการทำแห้งผลิตภัณฑ์วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ใช้ในผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรม อาหาร ผงเซรามิค ผงซักฟอก ผลิตภัณฑ์นม น้ำยาง และสารเคมีอื่น ๆ ซึ่งกระบวนการทำแห้งด้วยวิธีนี้มีข้อดีหลายประการ ได้แก่ การถนอมอาหารในรูปผงแห้งสามารถยืดอายุของผลิตภัณฑ์ให้เก็บรักษาได้นานขึ้น วัตถุดิบทำให้แห้งได้ภายใต้ความดันบรรยากาศที่อุณหภูมิต่ำ เทคโนโลยีการทำแห้งด้วยวิธีพ่นฝอยจึงมีส่วนสำคัญในการผลิตสินค้าผงหลายชนิด (นิรนาม, 2551) นอกจากนี้ Luna-Solano *et al.* (2003) ได้กล่าวว่า อุณหภูมิขาออกของกระบวนการทำแห้ง อัตราเร็วในการพ่น และความเข้มข้นของตัวช่วยป้องกันนั้นมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของเซลล์ยีสต์ที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีพ่นฝอย แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตสูงสุด ในงานวิจัยของสโรบลและคณะ (2550) ได้กล่าวว่า อุณหภูมิขาเข้าและความเข้มข้นมอลโตเด็กซตริน มีผลกระทบต่อความชื้น ความหนาแน่นบรรจุ การละลาย และการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมของสับปะรดผง

การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying)

การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งนี้เป็นที่รู้จักกันมานาน กระบวนการทำแห้งวิธีนี้เป็นการทำให้สารที่เปียก แห้งได้โดยให้สารนั้นเย็นจนแข็งตัว และอยู่ในบรรยากาศที่มีความชื้นต่ำ เกิดสภาวะน้ำแข็งระเหิดเอาน้ำแข็งออกไป แต่เนื่องจากเครื่องมือมีราคาแพง ต้องใช้ระบบทำความเย็นจัดและเครื่องปั๊มที่มีประสิทธิภาพสูงในการดูดบรรยากาศให้เป็นสุญญากาศ และการใช้งานที่ต้องการเทคนิคเฉพาะ รวมทั้งการดูแลรักษา จึงไม่เป็นที่นิยมใช้ในระบบผลิตทั่วไป ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยวิธีนี้มีข้อดีคือ คุณสมบัติของสารมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด สามารถคงตัวอยู่ได้นาน ณ อุณหภูมิห้อง และข้อดีที่สำคัญคือสามารถนำกลับมาละลายน้ำ (reconstitute) ได้ง่าย (ศุภชาติ, 2553)

การทำแห้งด้วยลมร้อน (hot air drying)

Cabinet drier เป็นห้องหรือตู้อบภายในมีถาดหรือชั้นใส่อาหาร มีถาดสำหรับวางอาหารที่จะอบมีพัดลมเป่าอากาศร้อนลงไปบนอาหารโดยแผงที่ช่วยการไหลเวียนของลมร้อน หรือโดยพัดลม (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2557) วิธีการนี้เป็นการนำวิธีการแรกมาปรับปรุงโดยใช้อุปกรณ์เข้าช่วยเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากแห้งตามที่ต้องการ และมีความชื้นสม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ทำแห้งโดยวิธีนี้สะอาด ลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการตากแดด เป็นเครื่องที่มีราคาถูก มีทั้งขนาดเล็กและใหญ่แล้วแต่ความจุที่ต้องการ

การทำแห้งภายใต้สุญญากาศ (vacuum drying)

คล้ายกับเครื่องอบแห้งแบบธรรมดาทั่วไป (cabinet dryer) แต่ชิ้นโลหะที่วางอาหารเป็นตัวนำความร้อนและเครื่องปิดสนิท อากาศถูกดูดออกไปจนภายในเครื่องกลายเป็นสุญญากาศ เครื่องมีราคาแพง ใช้หลักการลดจุดระเหยของน้ำให้ต่ำลง เพื่อช่วยรักษาคุณค่าทางอาหารและสารระเหยบางชนิดในอาหารให้คงไว้ (ปัทมา และคณะ, 2557)

ง) การบดแห้ง (Dry milling) มีจุดประสงค์เพื่อลดขนาดของเส้นใยอาหารให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ใน ผลิตภัณฑ์อาหาร โดยทั่วไปนิยมบดให้มีขนาด 0.15-0.43 มิลลิเมตร (Larrauri, 1999) การบดอาจส่งผลต่อความสามารถในการดูดซับน้ำของเส้นใยอาหาร ซึ่งส่งผลต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เติมเส้นใยอาหารลงไป (Riaz, 1993)

Juan Z. and Zheng-Wu (2013) ศึกษาผลของวิธีการสกัดเส้นใยอาหารละลายน้ำจากผลพลอยได้ของพุทธรักษากินหัว (Canna edulis Ker) ต่อองค์ประกอบน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว สารประกอบโลหะ ขนาดของโมเลกุล พันธะเคมีและโครงสร้าง คุณสมบัติการให้ความร้อน และสีของผลิตภัณฑ์สุดท้าย พบว่า การสกัดด้วยวิธีทางกายภาพร่วมกับการใช้เอนไซม์ให้ผลดีที่สุด และให้อัตราส่วนเชิงน้ำหนักของเส้นใยที่สกัดได้ต่อน้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดมากที่สุด โดยเส้นใยอาหารละลายน้ำที่ผลิต สามารถนำไปเป็นส่วนผสมในอาหารได้

Lei *et al.* (2015) ศึกษาการเตรียมตัวอย่างและคุณสมบัติด้านเคมีกายภาพของเส้นใยอาหารละลายน้ำได้จากเปลือกส้ม ด้วยวิธีการรมด้วยไอน้ำอย่างรวดเร็วที่ 0.8 MPa ร่วมกับการแช่ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.8% ต่ออัตราส่วนเชิงน้ำหนักของเส้นใยที่สกัดได้ต่อน้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดและการปรับปรุงคุณภาพของเส้นใยอาหารละลายน้ำ พบว่า อัตราส่วนเชิงน้ำหนักของเส้นใยที่สกัดได้ต่อน้ำหนักตัวอย่างทั้งหมดของเส้นใยละลายน้ำเพิ่มขึ้นจาก 8.04% เป็น 33.74% เมื่อเทียบกับตัวแปรควบคุม และยังแสดงถึงค่าความสามารถในการกักเก็บน้ำและน้ำมัน ค่าการอุ้มน้ำ และค่าการคงตัวของไขมันและโฟมที่สูงอีกด้วย

นอกจากนี้การผลิตเส้นใยอาหารเพื่อให้ได้เส้นใยอาหารที่มีความเข้มข้นของเส้นใยอาหารต่อปริมาณน้ำหนักสูง จำเป็นต้องกำจัดองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีในวัตถุดิบ ได้แก่ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- การกำจัดไขมัน (Fat Extraction) มีวิธีที่นิยมกำจัดไขมันออกจากวัตถุดิบ 2 วิธี คือ การกลั่นด้วยไอน้ำและการสกัดด้วยตัวทำละลายอีเธอร์และแอลกอฮอร์

- การกำจัดแป้ง (Removal of Starch) ปริมาณแป้งที่ปะปนอยู่ในวัตถุดิบ ส่งผลต่อคุณสมบัติของคุณภาพเส้นใยอาหาร โดยแนวโน้มการพองตัวและการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหารมากขึ้น แต่เมื่อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เส้นใยที่มีปริมาณแป้งอยู่มากจะคายน้ำที่อุ้มไว้ออกมา ทำให้เกิดการแยกตัวของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ และปริมาณแป้งที่มีอยู่สูงจะทำให้เส้นใยอาหารมีความชื้นเพิ่มมากขึ้นขณะการเก็บรักษา จึงมีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ให้สั้นลง (สิขรินทร์ และปราณี, 2547)

- การกำจัดสารสี ซึ่งมีในวัตถุดิบสามารถกำจัดได้โดยใช้วิธีการสกัดด้วยแอลกอฮอล์ (Espachs Barroso *et al.,* 2005) หรือการล้างวัตถุดิบด้วยน้ำ ก็สามารถลดสารสีได้เช่นกัน โดยในงานวิจัยของ Lario *et al.* (2004) พบว่าในกระบวนการผลิตเส้นใยอาหารผงจากของเหลือในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมะนาว ในขั้นตอนการล้างวัตถุดิบก่อนการทำแห้ง จะช่วยลดองค์ประกอบที่มีสีเขียวและสีเหลืองในวัตถุดิบลง

2.4 การประยุกต์ใช้เส้นใยอาหารผงในผลิตภัณฑ์อาหาร

นอกจากการบริโภคผัก ผลไม้ รวมถึงธัญพืชโดยตรงแล้ว ร่างกายมนุษย์ยังได้รับเส้นใยอาหารจากการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการเติมเส้นใยอาหารเพิ่มลงไปด้วย (Thebaudin *et al.,* 1997) เส้นใยอาหารจัดว่าเป็นวัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งซึ่งมีบทบาทในการเพิ่มคุณค่าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เพราะเส้นใยอาหารมีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อร่างกาย จึงมีการนำเส้นใยอาหารมาเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยจุดมุ่งหมายทั่วไป คือ เป็นส่วนผสมอาหารเพื่อสุขภาพ (functional ingredients) เพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร (Southgate *et al.,* 1990) จุดประสงค์ของการนำเส้นใยอาหารผงไปใช้ขึ้นอยู่กับประเภทและชนิดของอาหาร รวมถึงคุณสมบัติทางเคมีของเส้นใยอาหารที่ต้องการนำไปใช้ (ไพโรจน์ และเบญวรรณ, 2539) นอกจากนี้ยังควรใช้ในปริมาณที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้วย ถึงแม้ว่าการเติมเส้นใยอาหารจะทำให้ปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น แต่อาจมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ส่งผลต่อคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัส อาจมีการเปลี่ยนแปลงในด้าน ขนาด รูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสด้อยลง จนอาจทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง (Sehneeman, 1987) นอกจากนี้ยังใช้แทนส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ จากการศึกษาของวิษฐิดา (2554) ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมรำข้าวหลังสกัดน้ำมัน ซึ่งรำข้าวหลังสกัดน้ำมันเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันรำข้าวของโรงงานผลิตน้ำมันรำข้าว ประกอบไปด้วยใยอาหารและโปรตีนที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย พบว่าคุกกี้เสริมรำข้าวหลังสกัดน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบตักหยอด โดยทดแทนแป้งสาลีด้วยรำข้าวหลังสกัดน้ำมัน 15% โดยน้ำหนักแป้งสาลี ให้คุณลักษณะที่ดีกว่าซอฟคุกกี้และคุกกี้แช่แข็ง ค่าความแข็งค่อนข้างต่ำทำให้สามารถเก็บคุกกี้ไว้ได้นาน อีกทั้งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7-8 คะแนน) ผู้บริโภค 82% ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ และเมื่อได้รับข้อมูลข้อดีของผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้การยอมรับเพิ่มขึ้นเป็น 98% ประดิษฐ์ (2557) พบว่าการใช้ใยอาหารจากแกนสับปะรดทดแทนแป้งสาลีในชิฟฟอนเค้กที่ 5% ส่งผลให้ค่าความแน่นเนื้อและค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพลินใจและคณะ (2538) ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของคุกกี้เนยจากแป้งสาลี ที่ผสมวัตถุดิบอันเป็นแหล่งของใยอาหาร คือ กากมะพร้าว กากผสมเปลือกถั่วเหลือง เห็นหูหนู จมูกข้าวสาลี และเมล็ดทานตะวัน ในปริมาณ 20-70% โดยน้ำหนักแป้งสาลี พบว่า คุกกี้มีความหนาแน่นลดลง การขยายตัวของคุกกี้มะพร้าวจะเพิ่มขึ้นมากกว่าสูตรปกติ Garcia *et al.* (2002) พบว่าการเติมเส้นใยอาหารจากข้าวสาลี แอปเปิล ข้าวโอ๊ต ส้มและพีช ปริมาณสูงลงในไส้กรอก จะทำให้ไส้กรอกแห้งลดไขมันมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง และคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่ดีนัก โดยปริมาณเส้นใยอาหารที่เหมาะสม คือ 1.5% และการใช้เส้นใยอาหารจากผลไม้ทำให้ไส้กรอกมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีกว่าการใช้เส้นใยอาหารจากธัญพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เส้นใยอาหารจากส้ม

เส้นใยอาหารที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แบ่งเป็นเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำและละลายน้ำ ซึ่งเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ นิยมเติมลงในขนมขบเคี้ยวและผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น ขนมปัง คุกกี้ เป็นต้น แหล่งของเส้นใยอาหารที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ รำข้าวสาลี รำข้าวโอ๊ต รำถั่วเหลือง เป็นต้น ส่วนเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ มักเติมลงในอาหารที่มีลักษณะเหลว เช่น เครื่องดื่ม น้ำสลัด ไอศกรีม เป็นต้น จากงานวิจัยของรมณย์และคณะ (2555) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมะขามเสริมเส้นใยอาหารและสารอาหารอื่น ๆ พบว่า ผู้บริโภคช่วงอายุ 41-60 ปี มีความชอบเครื่องดื่มในระดับปานกลาง การให้ข้อมูลคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ ทำให้การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์จาก 90% เพิ่มขึ้นเป็น 98%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved