บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 กระเทียม (Garlic)

ประวัติ

กระเทียมเป็นพืชที่เรารู้จักกันดี อยู่ในสกุลเดียวกับหอมหัวใหญ่ กุยช่าย จากบันทึกทางประวัติศาสตร์ มีการปลูกกระเทียมกันมาไม่น้อยกว่า 5,000 ปีมาแล้ว เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดทางเอเชียกลางหรือทางตอนใต้ของทวีปยุโรป ปลูกมากในประเทศจีน ในระยะเริ่มต้นคนในเอเชียกลางนำมาผสมยารักษาโรคบางอย่าง และบริโภคหัวสดโดยไม่ใช้ปรุงอาหารดังเช่นปัจจุบัน ในระยะต่อมาเมื่อคนรู้จักกระเทียมกันทั่วเอเชียกลางแล้วก็เริ่มแพร่หลายเข้าไปสู่แหล่งอื่นๆ ในภาคพื้นเอเชียจนเป็นที่รู้จักกันดีทั่วไป (ส่งเสริมการเกษตร กรม, 2528)

2.2ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกระเทียม

2.2.1 ชื่อต่าง ๆ ของกระเทียม

กระเทียมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium sativum* Lin มีชื่อพ้องว่า *Porrum sativum* วงศ์ Alliaceae มีชื่ออังกฤษหลายชื่อ เช่น Garlic และ Allium เป็นต้น สำหรับชื่อพื้นเมืองในประเทศไทยก็มีหลายชื่อเช่นกัน เช่น ในภาคกลางเรียก กระเทียม ภาคเหนือเรียก หอมขาว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียก หอมเตียม และทางภาคใต้เรียก หัวกระเทียม หรือ เทียม เป็นต้น (นิจศิริ, 2534)

2.2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กระเทียมเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปยุโรปและเอเชียตอนกลาง ประเทศไทยนำมาปลูกเมื่อใดไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัด แต่เชื่อว่าในระยะแรกเป็นการปลูกในครัวเรือน ต่อมาจึงแพร่หลายขึ้นโดยมีการปลูกกันมากทางภาคเหนือ และบางจังหวัดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

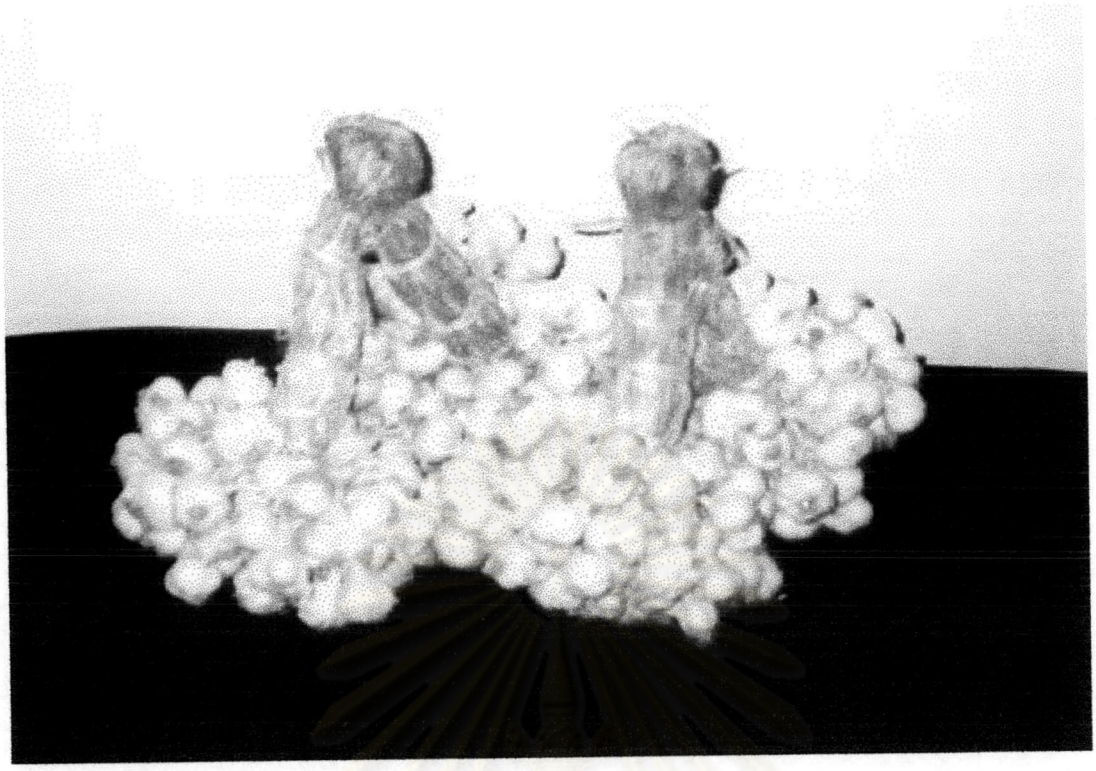
กระเทียมเป็นพืชล้มลุกประเภทใบเลี้ยงเดี่ยว อยู่ในวงศ์ Alliaceae เช่นเดียวกับหอม หอมใหญ่ และกุยช่าย ลำต้นมีความสูง 30 ถึง 60 เซนติเมตร มีหัวอยู่ใต้ดิน แต่ละหัวประกอบด้วยกลีบหลายกลีบเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ แต่บางพันธุ์แต่ละหัวจะมีกลีบเดียวหรือที่เรียกว่า "กระเทียมโทน"

แต่ละกลีบของกระเทียมจะมีกลีบหรือกาบหุ้มโดยรอบ และสามารถแยกจากหัวเป็นอิสระได้ หัวหนึ่งๆ จะมีเปลือกหุ้มกลีบไว้อีกที่หนึ่ง ซึ่งมีหลายสีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ ส่วนล่างของหัวมีลักษณะเป็นแผ่นสีขาวขุ่นเป็นที่เกิดของรากฝอย ส่วนใหญ่จะแผ่กระจายบนบริเวณผิวดินและลึกไม่เกิน 10 ถึง 12 เซนติเมตรใบมีรูปขอบขนาน แบน กว้าง 1.0 ถึง 2.5 เซนติเมตร ยาว 30 ถึง 60 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ส่วนโคนหุ้มซ้อนกัน ด้านล่างมีรอยพับเป็นสันตลอดความยาวของใบ ดอกกระเทียมออกเป็นช่อ ก้านช่อดอกยาว ดอกย่อยติดเป็นกระจุกที่ปลายก้าน ดอกย่อยมีลักษณะคล้ายซี่ร่ม ทำให้ช่อดอกมีลักษณะกลม ประกอบด้วยดอกย่อยหลายดอก มีกาบย่อยจงอยยาว กลีบดอกมี 6 กลีบ ยาวประมาณ 6 มิลลิเมตร รูปยาวปลายแหลม สีขาวแต้มสีม่วงหรือขาวอมชมพู กระเทียมจะออกดอกประมาณเดือนกรกฎาคม เมล็ดกระเทียมก็สามารถใช้ขยายพันธุ์ได้เช่นเดียวกับกลีบ ดังภาพที่ 2.1 และ 2.2 (ส่งเสริมการเกษตร กรม, 2528)

2.2.3 การเพาะปลูกกระเทียม

กระเทียมชอบขึ้นในดินร่วนมีการระบายน้ำดี และมีอากาศหนาวเย็นเป็นเวลาหลายเดือน บริเวณภาคเหนือจึงมีความเหมาะสมในการเพาะปลูกกระเทียม การปลูกกระเทียมในประเทศไทยส่วนใหญ่ราวร้อยละ 85 จะปลูกในพื้นที่นาหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว โดยจะเริ่มปลูกในช่วงประมาณเดือนมีนาคม-ธันวาคม และมีอายุการปลูกประมาณ 100 – 120 วัน ผลผลิตจะออกสู่ตลาดประมาณเดือนมีนาคม-เมษายน กระเทียมที่ผลิตได้ในลักษณะนี้เรียกว่า "กระเทียมปี" ซึ่งผลผลิตเกือบทั้งหมดจะนำไปทำกระเทียมแห้ง โดยทั่วไปกระเทียมสด 3.5 กิโลกรัม จะได้กระเทียมแห้งประมาณ 1 กิโลกรัม สำหรับจังหวัดเชียงใหม่เช่น ที่อำเภอฝางจะปลูกกระเทียมปีละ 2 ครั้ง โดยจะปลูกอีกครั้งหนึ่งในเดือนกันยายนและเก็บเกี่ยวในราวเดือนพฤศจิกายน กระเทียมที่ปลูกในช่วงนี้เรียกว่า “กระเทียมดอ” นิยมใช้ทำกระเทียมดองและบริโภคทั้งต้น

จากผลผลิตที่ได้เกษตรกรจะแบ่งไปใช้ประโยชน์ดังนี้ บริโภคในครัวเรือนร้อยละ 1 ใช้ทำพันธุ์ในปีต่อไปร้อยละ 15 และที่เหลือกว่าร้อยละ 80 จะจำหน่ายให้กับพ่อค้าคนกลาง ในปี 2536-2537 ต้นทุนการผลิตกระเทียมแห้งจะตกอยู่ราว 12.20 บาทต่อกิโลกรัม หรือ 7,500 บาทต่อไร่ในขณะที่ราคาขายของกระเทียมแห้งในปีเดียวกันจะอยู่ที่ราคา 16.72 บาทต่อกิโลกรัม (ส่งเสริมการเกษตร กรม, 2528)



ภาพที่ 2.1 กระเทียม

ภาพที่ 2.2 หัวและกลีบกระเทียม

2.2.4 **ชนิดพันธุ์ของกระเทียม**

แบ่งตามน้ำหนักหัวและอายุการเก็บเกี่ยวได้เป็น 3 พันธุ์ (ส่งเสริมการเกษตร กรม, 2528)

1. **พันธุ์เบา** เป็นพันธุ์พื้นเมืองดังเดิม หรือเรียกว่ากระเทียมพันธุ์ศรีสะเกษ หัวมีขนาดเล็ก จำนวนกลีบต่อหัว 11-13 กลีบ แต่ละกลีบมีขนาดเท่าๆกัน เนื้อข้างในสีขาว มีรสและกลิ่นฉุนจัด ลำต้นลำสูง สีของหัวกระเทียมเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมตั้งแต่ขาวอมชมพู อมม่วง หรืออมเหลือง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 75 วัน และได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ประมาณ 800-1,500 กิโลกรัม

2. **พันธุ์กลาง** ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกในปัจจุบันมีลักษณะเตี้ยกว่าพันธุ์เบา หัวโตกว่าพันธุ์เบา กลีบมีขนาดแตกต่างกันมากเรียงซ้อนกัน กลีบชั้นนอกจะโตกว่ากลีบชั้นในตามลำดับ ชั้นในกลีบจะมีลักษณะเล็กสุด กลีบชั้นนอกพันธุ์นี้จะมีขนาดใกล้เคียงกับกลีบของพันธุ์เบา อายุการเก็บเกี่ยว 100-120 วัน หากเก็บไว้ทำพันธุ์ต้องเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 120 วัน และได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ประมาณ 2,000 กิโลกรัม

3. **พันธุ์หนักหรือเรียกว่าพันธุ์จีน** มีลักษณะของลำต้นอ้วนกว่าพันธุ์อื่น และมีขนาดใหญ่หัวมีขาดใหญ่มาก กลีบมีขนาดใหญ่แต่จำนวนกลีบต่อหัวมีน้อย มีกลีบที่เรียงกันเป็นชั้นซ้อนน้อยกว่าพันธุ์กลาง กลิ่นไม่ค่อยฉุน อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 150 วัน ชอบอากาศเย็นกว่ากระเทียมพันธุ์เบา และไร่ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 4,000 กิโลกรัม

ซึ่งลักษณะต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

2.2.5 **คุณภาพของการผลิต**

คุณภาพของกระเทียมโดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ วิธีการเพาะปลูกและสภาวะดินฟ้าอากาศ

วิธีการเพาะปลูก : ต้องดูแลเอาใจใส่ป้องกันโรคและแมลง และต้องใส่ปุ๋ยให้ถูกประเภทตามต้องการ

สภาวะดิน ฟ้า อากาศ : หากมีระยะที่หนาวเย็นนานเพียงพอ ก็จะทำให้ได้กระเทียมหัวใหญ่และคุณภาพดีขึ้น

อายุ : กระเทียมสดที่นำไปทำเป็นกระเทียมแห้งที่มีคุณภาพดี จะต้องเก็บในขณะที่แก่จัดเต็มที่แล้ว มิฉะนั้นผลผลิตจะแห้งฝ่อ

การเก็บรักษา : การเก็บรักษาเพื่อรอการขาย จะต้องเก็บในโรงเรือนที่มีอากาศถ่ายเทได้ดีไม่อับชื้น เพื่อไม่ให้เชื้อราแพร่กระจายได้ง่าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 ลักษณะประจำพันธุ์ของกระเทียม

ลักษณะประจำพันธุ์	พันธุ์เบา	พันธุ์กลาง	พันธุ์หนัก
	ศรีสะเกษ	บางช้างและเชียงใหม่	จีน
อายุเก็บเกี่ยว	75 วัน	100 – 120 วัน	150 วัน
สถานที่ปลูก	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลางและภาคเหนือ	ภาคเหนือตอนบนและเกษตรที่สูง ซึ่งมีอากาศหนาวเย็น และช่วงอากาศเย็นยาวนาน
ขนาดของลำต้น	สูงผอม	ใหญ่อวบเตี้ย	อวบอ้วนกว่าพันธุ์อื่น
ลักษณะลำต้นเมื่อแก่จัด	เอนราบไปกับพื้นดิน	ไม่ล้มเอนลำต้นแห้งเหี่ยว	ไม่ล้มเอน
การบริโภคลำต้น	ไม่ใช้บริโภค	ใช้บริโภคได้	ใช้บริโภคได้
การเรียงของใบ	ใบอยู่ตรงกันข้ามแยกไป 2 ข้าง มองคล้ายรูปพัดที่กางออก	เวียนเป็นวงกลมรอบลำต้น	ช่องระหว่างใบสั้น มองดูคล้ายโคนใบทั้งหมดเรียงซ้อนกัน
สีของใบ	เขียว	เขียนกว่าพันธุ์เบา	เขียวกว่าพันธุ์อื่น
ขนาดของใบ	เส้นแคบและยาว	แบนกว้าง	ใหญ่และหนา
ขนาดของหัว	ปานกลาง	ใหญ่กว่าพันธุ์เบา	ใหญ่กว่าพันธุ์อื่นๆ
จำนวนกลีบต่อหัว	11 – 13 กลีบ	9 – 15 กลีบ	4 – 8 กลีบ
สีของหัว	ขาวหม่นหรืออมเหลือง	ม่วงปนแดงหรือชมพูอ่อน	ขาวหรือปนม่วง
ลักษณะของกลีบ	ปลายกลีบมีเส้นยาวเหนือกลีบเรียกว่า หางกลีบ	กลีบงอ โค้งของกลีบเป็นเหลี่ยม	กลีบอ้วน กลม ไม่มีเหลี่ยม คมตามสันกลีบ
การเรียงของกลีบ	ซ้อนกัน	เรียงซ้อนกันเป็นชั้นประมาณ 2 – 3 ชั้น	ซ้อนกันเพียง 1 ชั้น
ขนาดของกลีบ	กลีบแต่ละชั้นมีขนาดใกล้เคียงกัน	กลีบชั้นนอกโตกว่ากลีบชั้นใน	ใหญ่กว่าพันธุ์อื่นมาก
ผลผลิตสดเฉลี่ย	800 – 1,500 กก. / ไร่	2,000 – 3,500 กก. /ไร่	4,000 กก./ ไร่

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร (2528)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.6 การผลิตกระเทียมของโลก

กระเทียมเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกกระจายทั่วไปในเกือบทุกภูมิภาคของโลก โดยเฉพาะทวีปเอเชียจะมีคนปลูกมากที่สุด ในปี 2536 ทวีปเอเชียผลิตกระเทียมได้ถึงร้อยละ 66 ของปริมาณผลผลิตกระเทียมโลก โดยสาธารณรัฐประชาชนจีนมีสัดส่วนการผลิตถึงร้อยละ 23 ของผลผลิตทั้งหมด รองลงมาได้แก่ เกาหลีใต้ร้อยละ 16.0 และอินเดียร้อยละ 9.7

สำหรับประเทศไทยอาจจัดได้ว่าสามารถผลิตกระเทียมอยู่ในระดับ 5 – 6 ของโลก โดยมีสัดส่วนผลผลิตประมาณร้อยละ 4.1 ของผลผลิตโลก ซึ่งใกล้เคียงกับผลผลิตของประเทศสหรัฐอเมริกาอย่างไรก็ดีในแง่ของประสิทธิภาพของการผลิตซึ่งวัดต่อผลผลิตต่อไร่นั้น ในปี 2535 ประเทศไทยผลิตกระเทียมได้เพียง 656 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะสหรัฐอเมริกาและประเทศจีนผลิตได้สูงถึง 2,659 และ 1,474 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังนั้นประสิทธิภาพของการผลิตกระเทียมของไทยยังต่ำกว่ามาตรฐานอยู่ค่อนข้างมาก โดยผลผลิตเฉลี่ยต่อไรของโลกอยู่ที่ระดับ 1,029 กิโลกรัม

ในปีเพาะปลูก 2536-2537 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกระเทียมทั้งสิ้น 185,201 ไร่ โดยพื้นที่การผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคเหนือตอนบน จังหวัดที่มีการปลูกกระเทียมมากที่สุดคือ เชียงใหม่ ซึ่งมีพื้นที่ 62,201 ไร่ และผลผลิต 44,598 ตัน รองลงมาคือจังหวัดลำพูน แม่ฮ่องสอน เชียงราย ลำปาง และ พะเยา สำหรับภาคอื่นๆ นั้นแม้ว่าจะมีการปลูกอยู่หลายจังหวัด แต่ก็มีเพียงจังหวัดศรีสะเกษในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้นที่มีผลผลิตมากเพียงพอที่จะจัดเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญได้ (ส่งเสริมการเกษตร กรม, 2528)

2.2.7 ด้านการตลาด

กระเทียมที่ออกสู่ตลาดมีลักษณะของผลผลิตใน 3 รูปแบบหลักคือ กระเทียมสด กระเทียมแห้ง และกระเทียมย้าว ซึ่งเป็นกระเทียมสดที่นำไปตัดแต่งแล้วนำไปจำหน่ายในรูปของกระเทียมแห้ง โดยอาจไม่ผ่านการผึ่งแดด หรือผึ่งแดดเพียง 2 – 5 วัน สำหรับกระเทียมแห้งอาจมีการตัดแต่งเป็นกระเทียมมัดจุก กระเทียมตัดหมวก หรือกระเทียมแกะกลีบ ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดประเภทนั้น

สำหรับการจัดเกรดหรือการคัดเลือกคุณภาพของกระเทียม โดยทั่วไปจะดูจากระดับความแห้ง ขนาดของหัว การแห้งฝ่อ และพันธุ์ของกระเทียม เพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดราคา เช่นในปี 2537 กระเทียมสดมีราคาอยู่ในระหว่าง 3.00 – 6.28 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่กระเทียมแห้งใหญ่คละจะมีราคาอยู่ระหว่าง 14-24 บาทต่อกิโลกรัม

สำหรับโรงงานแปรรูป กลุ่มธุรกิจนี้จะซื้อกระเทียมจากทั้งเกษตรกรโดยตรงหรือจากพ่อค้าท้องถิ่นและพ่อค้าส่ง แล้วนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อจำหน่ายต่อไป โรงงานดังกล่าวได้แก่ โรงงานกระเทียมดอง โรงงานกระเทียมผงและกระเทียมเจียว และโรงงานผลิตกระเทียมอัดเม็ด

และแคปซูล โรงงานกระเทียมดองส่วนใหญ่มักตั้งอยู่ในจังหวัดที่เป็นแหล่งผลิตกระเทียมที่สำคัญ และจะรับซื้อกระเทียมสดเป็นจำนวนมากในช่วงต้นฤดู โรงงานกระเทียมผงและกระเทียมเจียวมีที่ตั้งอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานครซึ่งรับซื้อจากพ่อค้าขายส่ง ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่จะจัดจำหน่ายแก่กิจการที่ผลิตอาหารสำเร็จรูปอื่นๆ เช่นโรงงานบะหมี่สำเร็จรูป เป็นต้น ส่วนโรงงานผลิตกระเทียมอัดเม็ดและแคปซูล โดยทั่วไปตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และรับซื้อกระเทียมแห้งมาจากพ่อค้าขายส่งนำมาผ่านขั้นตอนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารเสริม

สำหรับการขายปลีกในกรุงเทพฯ พ่อค้าขายปลีกจะเป็นผู้รับสินค้าจากพ่อค้าขายส่งมากระจายสู่ผู้บริโภค ซึ่งมีทั้งจำหน่ายในรูปของกระเทียมแห้งมัดจุก ตัดหมวก และแกะกลีบ โดยจะคัดขนาดเป็นใหญ่ กลางเล็ก แล้วกำหนดราคาต่างกันตามชนิดและขนาด พ่อค้าปลีกเหล่านี้ส่วนใหญ่จะทำการค้าในตลาดสด ร้านขายของชำ และปัจจุบันตามซุปเปอร์มาเก็ตในกรุงเทพฯ และเมืองใหญ่ก็เป็นแหล่งขายปลีกที่สำคัญด้วย

ส่วนการส่งออกของกระเทียมไทย ยังมีปริมาณและมูลค่าน้อย ประมาณ 1,900,000 บาท ในปี 2535 เนื่องจากกระเทียมของไทยมีกลีบเล็ก รสฉุนจัด จึงไม่เป็นที่นิยม การส่งออกของกระเทียมไทยในปัจจุบันนี้มีทั้งที่อยู่ในรูปของกระเทียมสด กระเทียมแห้ง และกระเทียมผง โดยตลาดที่สำคัญคือ ญี่ปุ่น อังกฤษ เนเธอร์แลนด์ และ ออสเตรเลีย เป็นต้น

2.2.8 ด้านการเก็บเกี่ยว ทำแห้ง และมาตรฐานสมุนไพร

วัตถุดิบสำหรับการแปรรูปเป็นอาหารเสริมเช่นกระเทียมแคปซูล หรือกระเทียมอัดเม็ดนั้นมาจากกระเทียมแห้ง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกระเทียมแห้งจะผลิตจากกระเทียมสดที่มีอายุเพาะปลูกอยู่ระหว่าง 100-120 วัน การนำกระเทียมสดมาทำกระเทียมแห้ง ปกติทั่วไปเกษตรกรหรือผู้ค้าท้องถิ่นที่รับซื้อกระเทียมสดจะทำการผึ่งแดดให้ใบกระเทียมเหี่ยวเฉา ประมาณ 3-7 วัน การวางตากจะไม่ให้หัวกระเทียมถูกแสงแดด โดยจะวางทับซ้อนกันให้ลำต้นและใบกระเทียมปิดบังส่วนหัว จากนั้นจะนำเข้าไปแขวนในโรงเก็บจนแห้ง ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1-2 เดือน ซึ่งกระเทียมจะมีน้ำหนักลดลงเหลือประมาณหนึ่งในสามของน้ำหนักกกระเทียมสด

กระเทียมแห้งในภาคเหนือนิยมเรียกกันว่า "กระเทียมปิ๋ง" การเก็บรักษากระเทียมของพ่อค้ารวบรวมในระดับท้องถิ่น และพ่อค้าขายส่ง จะนำกระเทียมที่แห้งแล้ว แขวนหรือกองไว้กับพื้นในโรงเก็บ ซึ่งโดยทั่วไปเป็นโรงเรือนไม้มุงด้วยแฝกหรือสังกะสี ที่สำคัญคือเป็นโรงเรือนที่มีลักษณะไม่อับลม การกองกระเทียมไว้กับพื้นจะทำในลักษณะที่ต่างกันไป แล้วแต่ความชำนาญของแต่ละผู้ประกอบการ ทั้งนี้เพื่อให้การเก็บกระเทียมได้มากโดยใช้พื้นที่น้อย และกระเทียมจะต้องไม่ฝ่อหรือเสียหาย และเมื่อจะนำสู่ตลาดเพื่อการแปรรูปก็จะนำมาตัดแต่งเป็นอกระเทียมแห้ง

2.3 ข้อมูลด้านสารเคมีในกระเทียม

2.3.1 สารอาหารและวิตามิน

จากการศึกษาทางด้านโภชนาการ พบว่ากระเทียมสดมีสารอาหารและวิตามินที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด ซึ่งได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เกลือแร่ และน้ำ สารอาหารเหล่านี้มีอยู่ในหัวกระเทียมสดในสัดส่วนที่เป็นน้ำประมาณร้อยละ 65 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 25 ไขมันร้อยละ 1.3 โปรตีนร้อยละ 0.7 และที่เหลือเป็นสารอาหารอื่นๆเช่นวิตามิน (บี 1 บี2 และซี) เกลือแร่และกรดอะมิโนต่างๆ (ตารางที่ 2.2) อย่างไรก็ดีการนำกระเทียมทั้งสดและแห้งมาใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นอาหารไม่ได้ขึ้นอยู่กับสารอาหารดังกล่าว แต่ขึ้นกับสารที่ให้กลิ่นเฉพาะของกระเทียมซึ่งทำให้สามารถนำไปแต่งกลิ่นอาหารได้

ตารางที่ 2.2 สารอาหารที่ในกระเทียมสดน้ำหนัก 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ (กรัม/100กรัม)		
	(1)	(2)	
น้ำ	60.35	62.0	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	25.28	25.0	กรัม
ไขมัน	2.65	3.3	กรัม
โปรตีน	0.50	0.7	กรัม
เถ้า	0.50	-	กรัม
เส้นใยหยาบ	10.72	-	กรัม
แคลเซียม	-	14.0	มิลลิกรัม
เหล็ก	-	1.3	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	-	0.25	มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	-	0.10	มิลลิกรัม
วิตามินซี	-	9.0	มิลลิกรัม
พลังงาน	-	126.0	แคลอรี

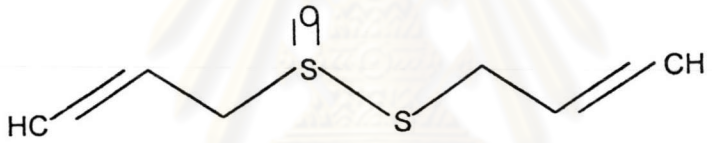
ที่มา : (1) อาทิมนต์ แพทยานนท์ (2538)

(2) ปาริชาติ สักกะทำนุ (2536)

จากการศึกษาของ Brodnitz และคณะ ในปี ค.ศ.1971 พบว่าสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่มีในหัวกระเทียมจะเป็นแป้งส่วนใหญ่และมีน้ำตาลอะราบิโนส (Arabinose), กลูโคส (Glucose) และฟรุคโตส (Fructose) อยู่ด้วยส่วนสารในกลุ่มเกลือแร่พบว่ามี แคลเซียม โปตัสเซียม เหล็ก และคลอไรด์ และน้ำมันหอมระเหยจะอยู่ในรูปของ diallyl disulfide เป็นสารหลัก สำหรับสารที่เป็นต้นกำเนิดของสารที่มีกลิ่นในกลุ่มสารประกอบอินทรีย์กำมะถัน ในหัวกระเทียมมีอยู่เพียงตัวเดียวคือ อัลลิอิน

2.3.2 สารเคมีที่มีความสำคัญในกระเทียม

จากการศึกษาของ Cavallito และคณะในปี ค.ศ.1994 พบว่าแท้ที่จริงแล้วสารตั้งต้นตัวแรกที่เป็นต้นกำเนิดของกลุ่มสารที่ให้กลิ่นเฉพาะของกระเทียมไม่ใช่ อัลลิซิน แต่เป็นกรดอะมิโนชื่ออัลลิอิน (Alliin) กรดอะมิโนนี้เมื่ออยู่ในน้ำคั้นกระเทียมจะถูกเอนไซม์ชื่อ อัลลิอินเนส (Allinase) ทำการเปลี่ยนให้เป็นอัลลิซิน มีโครงสร้างดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 รูปโครงสร้าง อัลลิซิน
ที่มา : Cavallito และคณะ (1994)

เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่าอัลลิซินเป็นสารสำคัญในน้ำคั้นกระเทียมที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ แต่เนื่องจากอัลลิซิน ปืนสารที่เกิดการสลายตัวได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อสัมผัสกับอุณภูมิสูงหรือตัวทำละลายอินทรีย์ การสลายตัวของสารอัลลิซินนี้ทำให้เกิดสารประกอบอินทรีย์กำมะถันต่างๆที่ให้กลิ่นที่ค่อนข้างรุนแรง เช่น diallyl disulfide diallyl trisulfide vinyldithiins และ ajoenes (Cavallito และคณะ, 1995)

2.3.3 สรรพคุณทางยาของกระเทียมและสารที่ออกฤทธิ์

กระเทียมได้ถูกบันทึกไว้ในตำรายาแผนโบราณของทั้งไทยและในหลายประเทศทั่วโลก หลักเภสัชของโรงเรียนแพทย์แผนโบราณของไทยได้ระบุสรรพคุณที่สำคัญของหัวกระเทียมว่าใช้แก้

2.3.3 สรรพคุณทางยาของกระเทียมและสารที่ออกฤทธิ์

กระเทียมได้ถูกบันทึกไว้ในตำรายาแผนโบราณของทั้งไทยและในหลายประเทศทั่วโลก หลักเภสัชของโรงเรียนแพทย์แผนโบราณของไทยได้ระบุสรรพคุณที่สำคัญของหัวกระเทียมว่าใช้แก้โรคผิวหนัง ขับลมในลำไส้ ขับเนื้อร้าย ขับโลหิตระดู กระจายโลหิต เป็นต้น สำหรับในต่างประเทศมีรายงานทางด้านแพทย์แผนโบราณ ซึ่งระบุว่ากระเทียมมีสรรพคุณลดความดันโลหิตสูง (จีน ญี่ปุ่น) รักษาหลอดเลือดอุดตันและทำให้ประจำเดือนมา (ยุโรป) รักษาโรคบิดมีตัว(กรีก) ขับพยาธิและรักษาโรคเรื้อน (อินเดีย) ใช้แก้ไข ลดความดันและโรครูมาติซึม (ไนจีเรีย) และเป็นยาเร่งความรู้สึกทางเพศ (ประเทศทางเอเชียตะวันออกและแอฟริกาใต้และอเมริกา) เป็นต้น (ลัดดาวัลย์, 2524)

สำหรับทางด้านการแพทย์สมัยใหม่ การศึกษาด้านเภสัชกรรมวิทยาพบว่าสารสกัดจากกระเทียมมีหลายสรรพคุณ ที่สอดคล้องกับการใช้ในแผนโบราณ เช่น ลดความดันโลหิตสูง ลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด ลดการรวมตัวของเกล็ดเลือดในหลอดเลือด (Platelet aggregation inhibition) ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลชีพ (Antimicrobial) ฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Anticancer) เป็นต้น ในแง่ของสารบริสุทธิ์เท่าที่ผ่านมาได้มีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพทางด้านต่างๆ ของสารบริสุทธิ์จากกระเทียมไม่ว่าจะเป็นอัลลิซิน ajoenes vinyldithiins หรือในกลุ่ม diallyl polysulfides ซึ่งเป็นสารประกอบซัลเฟอร์เหล่านี้ พบว่าล้วนแต่มีฤทธิ์ทางชีวภาพเช่นกัน (ปาริชาติ, 2536)

2.3.4 ผลิตภัณฑ์กระเทียมและมาตรฐาน

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจากกระเทียมที่ได้รับความนิยม มีทั้งที่อยู่ในรูปแบบของผงกระเทียมอัดเม็ด (Garlic powder tablets), ผงกระเทียมบรรจุแคปซูล (Garlic powder capsules) และ น้ำมันกระเทียม (Garlic oil) ในประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 10 ชนิดที่จำหน่ายในท้องตลาด แต่ละผลิตภัณฑ์จะมีวิธีการผลิตที่แตกต่างกันบ้างแต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธีการของ การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze dry) หรือไม่ก็วิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dry) ในการทำให้แห้งก่อนที่นำผงกระเทียมที่ได้ไปใช้ในการเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมหรือหากเป็นน้ำมันกระเทียมก็จะผ่านขั้นตอนการกลั่นด้วยไอน้ำเพื่อให้ได้สัดส่วนที่เป็นน้ำมันก่อนที่จะนำไปบรรจุเป็นเม็ดต่อไป

สำหรับในต่างประเทศ ความนิยมในการรับประทานผงกระเทียมอัดเม็ดหรือแบบบรรจุแคปซูลมีค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในประเทศแถบยุโรปตะวันตกและในสหรัฐอเมริกา ความนิยมดังกล่าวได้ทำให้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในเรื่องคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์กระเทียม จากการศึกษาของ Lawson และคณะ (1992) ซึ่งทำการสำรวจผลิตภัณฑ์กระเทียมที่ผลิตโดยบริษัทยาจากประเทศต่างๆพบว่าปริมาณสารสำคัญอัลลิซินในผลิตภัณฑ์มีความแปรปรวนสูงมากเชื่อกันว่าเป็นผลมาจากการที่อัลลิซินเป็นสารที่สลายตัวได้ง่ายมากเมื่อสัมผัสกับ

ความชื้น หรืออุณหภูมิที่สูงขึ้น ดังนั้นการประเมินคุณภาพของยาโดยใช้ปริมาณอัลลิซินเป็นบรรทัดฐานจึงทำได้ยาก และให้ผลไม่สม่ำเสมอ

อย่างไรก็ดีเอนไซม์อัลลิอินเนสเป็นเอนไซม์ที่เสียสภาพได้ง่ายเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรดในกระเพาะอาหาร ซึ่งหากยาเม็ดที่รับประทานเข้าไปในร่างกายเกิดการแตกตัวในกระเพาะอาหารก็จะส่งผลให้เอนไซม์ไม่มีฤทธิ์ในการเปลี่ยน อัลลิอิน ให้เป็น อัลลิซิน ได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมจากกระเทียมประเภทอัดเม็ด จึงควรจะเคลือบด้วยฟิล์มชนิด Enteric coat เพื่อให้การแตกตัวของเม็ดยาเกิดขึ้นที่ลำไส้เล็กซึ่งมีสภาวะที่เป็นด่างซึ่งเหมาะสม สำหรับเอนไซม์อัลลิอินเนสในการเปลี่ยนอัลลิอินให้เป็นอัลลิซิน เพื่อการดูดซับไปใช้ประโยชน์ ข้อดีอีกประการหนึ่งของการเตรียมผงกระเทียมอัดเม็ดที่มีอัลลิอิน เอนไซม์อัลลิอินเนสและเคลือบด้วยวิธี Microencapsulation คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่มีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ซึ่งเป็นผลมาจากสารประกอบอินทรีย์กำมะถันที่เกิดจากการสลายตัวของอัลลิซิน ดังนั้นผงกระเทียมอัดเม็ดที่มีคุณสมบัติดังกล่าว จึงเป็นที่นิยมในท้องตลาด (Lawson และคณะ, 1992)

2.3.5 การผลิตในระดับกึ่งโรงงาน

วิธีการหรือขั้นตอนในการผลิต ผลิตภัณฑ์กระเทียมเพื่อใช้เป็นอาหารเสริม มักจะเป็นความลับของผู้ผลิตแต่ละราย โดยแต่ละยี่ห้อจะมีการประชาสัมพันธ์ในแผ่นพับเกี่ยวกับจุดเด่นของวิธีการที่ผู้ผลิตของตนได้ใช้ หัวใจสำคัญของวิธีการผลิตผงกระเทียมอัดเม็ดหรือแคปซูล การทำกระเทียมแห้งก่อนนำมาบดเป็นผง โดยทั่วๆ ไปใช้วิธีการทำให้แห้งอย่างรวดเร็วโดยใช้ความเย็น (Quick-cool dried) โดยใช้เครื่อง Lyophilizer ซึ่งเชื่อว่าวิธีการนี้เป็นวิธีที่จะคงคุณภาพของกระเทียมสดได้ดีที่สุด นอกจากวิธีนี้แล้วการทำให้แห้งได้โดยใช้วิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dry) ซึ่งวิธีการนี้จะต้องทำการบีบกระเทียมสดให้ได้น้ำคั้นกระเทียม แล้วทำให้แห้งโดยเร็ว วิธีการนี้ทำได้ค่อนข้างสะดวก แต่โอกาสการสลายตัวของอัลลิอิน จะเกิดได้ง่ายมาก เนื่องจากมีเอนไซม์อัลลิอินเนสอยู่ในน้ำคั้นเป็นจำนวนมากการควบคุมในเรื่องอุณภูมิละระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก

เมื่อได้ผงกระเทียมแห้งที่มีคุณภาพที่ดีในการใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับทำผลิตภัณฑ์กระเทียมแล้ว ขั้นต่อไปคือ การเตรียมรูปแบบของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมซึ่งก็จะต้องคำนึงถึง

1) ความคงตัวของอัลลิอินและเอนไซม์อัลลิอินเนส
2) การแตกตัวของผงกระเทียมอัดเม็ดในลำไส้เล็ก
3) การลดกลิ่นของกระเทียมเพื่อให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค จากคุณสมบัติที่ต้องการเหล่านี้ทำให้ผงกระเทียมบรรจุแคปซูลได้รับความนิยมน้อยลง ในขณะที่ผงกระเทียมอัดเม็ด และเคลือบ

แบบ Enteric coat จะเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดทั้งแง่ความคงตัวของยา การออกฤทธิ์ และการปราศจากกลิ่น

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมันกระเทียม การสกัดเอาส่วนของน้ำมันกระเทียมออกจากหัวกระเทียม โดยทั่วไปจะใช้วิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ซึ่งกระบวนการนี้จะใช้อุณหภูมิสูงเกือบถึง 100 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำมันกระเทียมที่ได้มีสารประกอบอินทรีย์กำมะถันอยู่หลายชนิด ซึ่งเป็นผลมาจากการสลายตัวของอัลลิซิน เนื่องจากน้ำมันกระเทียมมีกลิ่นค่อนข้างฉุนและรุนแรง รูปแบบของน้ำมันกระเทียมจึงมักจะบรรจุในเจลาติน (Soft gelatin capsule) ซึ่งป้องกันการเกิดกลิ่นได้ดี

2.3.6 **การตลาด**

การผลิตกระเทียมแปรรูปในลักษณะของอาหารเสริมสุขภาพในประเทศไทย เริ่มต้นจากการที่อัตราการเจ็บป่วยและการตายเนื่องจากโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือดเพิ่มมากขึ้น ในช่วง 20 กว่าปีที่ผ่านมา และนักวิจัยในหลายประเทศพบว่ากระเทียมมีคุณสมบัติช่วยลดไขมันในเลือดได้ แต่เนื่องจากกระเทียมมีกลิ่นและรสรุนแรงจึงได้มีผู้คิดค้นแปรรูปกระเทียมให้อยู่ในรูปแบบที่บริโภคได้สะดวกขึ้น เช่น ผงกระเทียมอัดเม็ด บรรจุในแคปซูล หรือในเจลาติน เป็นต้น แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีราคาแพง เมื่อนำเข้าจากต่างประเทศมาจำหน่ายในประเทศไทย

ความตื่นตัวที่จะทำการผลิตกระเทียมแปรรูปขึ้นเองในประเทศไทยนั้น เริ่มจากการคิดค้นวิจัยพัฒนาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และต่อมาได้มีกิจการทั้งของราชการและเอกชนดำเนินการผลิตกระเทียมแปรรูปในประเทศขึ้นหลายราย อย่างไรก็ตามมูลค่าตลาดของผลิตภัณฑ์กระเทียมแปรรูปในประเทศไทยมีเพียงประมาณไม่เกินปีละ 10 ล้านบาท และทุกกิจการที่ทำการผลิตยังไม่อาจใช้เครื่องจักรในการผลิตอย่างเต็มประสิทธิภาพได้ ส่วนการส่งออกนั้นยังมีข้อจำกัดด้านการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ทั้งในประเทศและต่างประเทศและปัญหาราคาที่ยังค่อนข้างสูงทำให้แข่งขันได้ยาก ผลจากการที่ตลาดยังแคบและขยายตัวช้านี้ทำให้ความต้องการใช้กระเทียมแปรรูปประเภทนี้มีเพียงพอประมาณ 15 ตัน ต่อปีเป็นอย่างสูงในปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์จากกระเทียมที่มีอยู่ในท้องตลาดมีอยู่เพียงไม่กี่ชนิด เช่น กระเทียมหัวตากแห้ง กระเทียมดอง กระเทียมผงอัดเม็ด เป็นต้น ทำให้กระเทียมในฤดูกาลที่มีผลผลิตสูงมีราคาต่ำและเหลือเป็นจำนวนมาก จึงน่าจะมีแนวทางในการแปรรูปกระเทียมให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งจากการศึกษาพบว่ากระเทียมเป็นพืชที่มีปริมาณเส้นใยอาหารสูง ทั้งเส้นใยอาหารที่ละลายและไม่ละลายน้ำ การผลิตเส้นใยอาหารจากหัวกระเทียมจึงเป็นวิธีหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าและเป็นทางเลือกที่ดีให้ผู้บริโภค

2.4 **เส้นใยอาหาร** (DIETARY FIBER)

ในสภาพปัจจุบัน การบริโภคอาหารที่มีเส้นใยอาหารของคนในเมืองใหญ่ๆ ในหลายประเทศเช่น อังกฤษ อเมริกาและญี่ปุ่น เฉลี่ยเพียง 15 – 30 กรัมต่อวัน ซึ่งค่าที่แตกต่างนี้เนื่องจากอุปนิสัยการรับประทานอาหารในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกัน แม้แต่ในประเทศเดียวกัน ประชาชนในเขตเมืองอุตสาหกรรม ก็ยังมีนิสัยการบริโภคที่แตกต่างกันจากประชาชนในชนบท รวมทั้งฤดูกาลก็มีผลทำให้ประชาชนเลือกบริโภคอาหารที่แตกต่างกันด้วย โดยเฉพาะพวกมังสวิรัติ ปริมาณเส้นใยอาหาร ที่ได้รับในแต่ละวันจะสูง เช่น ในประเทศอังกฤษ พวกมังสวิรัติจะมี เส้นใยอาหาร มากกว่าคนปกติถึง 2 เท่า ซึ่งได้จากธัญพืชเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็พบว่าแนวโน้มการบริโภคธัญพืชจะลดลง โดยการชดเชยด้วยการบริโภคอาหารที่มีเส้นใยอาหารจากผักแทน ลักษณะเช่นนี้ยังพบได้ในอีกหลายประเทศ โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น มีการเพิ่มการบริโภคอาหารที่มีไขมันและโปรตีนจากเนื้อสัตว์ และลดความต้องการของอาหารประเภทข้าวและแป้งลง

สำหรับประเทศไทย ข้อมูลเรื่องเส้นใยอาหารยังพบน้อยมาก เนื่องจากยังขาดการประเมินวิเคราะห์หาเส้นใยอาหารที่เป็นมาตรฐาน ในปัจจุบันยังไม่มีการยอมรับว่าวิธีการใดเป็นวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหารที่เป็นสากล แต่วิธีใหม่ล่าสุดได้แก่การใช้เอนไซน์มาทำให้เกิดการสลายตัวได้เป็นสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต แล้วนำมาวิเคราะห์หาน้ำตาลแต่ละชนิด รวมทั้งสามารถวิเคราะห์หาโปรตีน เกลือแร่ และอื่นๆ ได้อีก ซึ่งวิธีการนั้นจะซับซ้อนมาก (อรอำไพ, 2534)

2.4.1 **คำจำกัดความและประเภทของเส้นใยอาหาร**

เส้นใยอาหาร (DIETARY FIBER) หมายถึง ส่วนของอาหารซึ่งไม่สามารถถูกย่อยโดยเอนไซม์ต่างๆหรือน้ำย่อยจากทางเดินอาหารของมนุษย์ ทำให้ไม่มีการดูดซึมเข้าร่างกาย (อรอำไพ, 2534)

2.4.2 **ข้อสมมุติฐานของเส้นใยอาหาร**

มีข้อสันนิษฐานว่าการบริโภคอาหารประเทศคาร์โบไฮเดรตที่มีเส้นใยอาหารสูงจะช่วยป้องกันในการเกิดโรคในช่องท้องได้แก่ มะเร็งลำไส้ โรคเกี่ยวกับถุงหุ้มอวัยวะ ไส้ติ่งอักเสบ ท้องผูก ริดสีดวงทวาร เบาหวาน โรคหัวใจ โรคนิ่ว โรคอ้วน และอีกหลายๆ โรค แต่ก็มีข้อสังเกตว่าอุบัติการณ์การเกิดโรคสัมพันธ์กับการบริโภคอาหาร การออกกำลังกายและความเป็นอยู่ของแต่ละบุคคล ในปัจจุบันได้มีข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการและผลทางคลินิก ยืนยันสมมุติฐานเดิมว่าเส้นใยอาหารมีความสัมพันธ์กับโรคดังนี้ คือ อาหารที่มีเส้นใยอาหารสูง จะช่วยรักษาท้องผูก โรคเบาหวาน ระดับไขมันในเลือดสูงและโรคอ้วนได้ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อย

และการเกิดเมตาบอลิซึมของเส้นใยอาหารขึ้นกับชนิดของอาหาร ขั้นตอนการเตรียมและรูปแบบที่รับประทาน (อรอำไพ, 2534)

2.4.3 แหล่งกำเนิด

เส้นใยอาหารพบในทุกส่วนของพืช ซึ่งจะแตกต่างกันตามธรรมชาติของพืชแต่ละชนิด และจะแตกต่างกันตามสภาพสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโต อาหารที่เส้นใยสูงได้แก่เมล็ดและเปลือกที่ยังไม่ได้ผ่านขั้นตอนใดๆ และถั่วก็เป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยเส้นใยอาหาร รวมทั้งยังให้แคลอรีสูง

ถึงแม้อาหารแต่ละชนิดจะมีปริมาณของเส้นใยอาหารทั้งหมดแตกต่างกัน แต่ลักษณะของเส้นใยอาหารที่เป็นส่วนประกอบนั้น จะเป็นสิ่งสำคัญในการนำมาใช้ประโยชน์ เช่น เส้นใยอาหารจากข้าวไรย์ (Rye) และ ข้าวสาลี (Wheat) จะมีเส้นใยอาหารจำพวกลิกนินเป็นส่วนประกอบสูง (Lund, 1982)

2.4.4 ประเภทและคุณสมบัติของเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหาร สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ (ระเบียบ, 2524)

1. **เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้** (Soluble Dietary Fiber)

เส้นใยที่ละลายได้จะถูกย่อยโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่นี้จะย่อยสลายเส้นใยอาหารชนิดที่ละลายได้เป็นผลิตภัณฑ์ เช่น กรดแอซิติก (Acetic acid) และ กรดโพรพิโอนิค (Propionic acid) จะเกิดก๊าซ ได้แก่ก๊าซมีเทนและก๊าซไฮโดรเจนเป็นต้น

เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ได้แก่

เพคติน (PECTIN)

เป็นคาร์โบไฮเดรต ประเภทโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharides) ซึ่งประกอบด้วย Methylated galacturonic acid โดยจะประกอบเป็นสารประกอบเชิงซ้อนร่วมกับโปรตีน เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างของผนังเซลล์ของพืชในสภาพที่เป็นวุ้น จะมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำ ทำให้ระยะเวลาการเกิดกระเพาะอาหารว่างช้า และสามารถจับกับกรดน้ำดี เพคตินจะพบได้ในแอปเปิ้ล, ผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวของกรดซิตริกและแครอท

กัมและมิวซิเลจ (GUMS & MUCILAGES)

เป็นสารคาร์โบไฮเดรต ประเภทโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharides) ประกอบด้วย Galacturonic acid ซึ่งจับกับน้ำตาลแต่ละชนิดต่างกันออกไป ซึ่งอาจเป็นน้ำตาลแมนโนส (Mannose) อะราบิโนส (Arabinose) หรือ ไซโลส (Xylose) สารพวกนี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกันกับ

เพคติน สำหรับกัมนี้จะสามารถพบได้ในบาร์เล่ ข้าวโอ๊ตและถั่วเมล็ดแห้ง สำหรับมิวซิเลจจะสามารถพบได้ในเมล็ดของพืชต่างๆ

2. **เส้นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ** (Insoluble Dietary Fiber)

เป็นเส้นใยอาหารที่ไม่สามารถละลายได้ในน้ำ ประกอบด้วย

เซลลูโลส (CELLULOSE)

เป็นสารคาร์โบไฮเดรต พวกโพลีแซคคาไรด์มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ตั้งแต่ 100,000 ถึง 2,000,000 โครงสร้างประกอบด้วยกลูโคส ซึ่งเรียงตัวเป็นแบบ β-1,4 linkage polymer เซลลูโลสเป็นส่วนประกอบสำคัญในผนังเซลล์ของพืช ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถละลายน้ำได้ แต่ก็สามารถอุ้มน้ำเอาไว้ในตัว ทำให้เกิด bulk และนอกจากนี้ยังช่วยลดความดันภายในลำไส้ใหญ่ได้ อาหารที่มีเซลลูโลสได้แก่ ธัญพืช และผลไม้พวกแอปเปิ้ล

เฮมิเซลลูโลส (HEMICELLULOSE)

เป็นสารคาร์โบไฮเดรต พวก โพลีแซคคาไรด์ ที่ประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิดเช่น ไซโลส (Xylose) และกาแลคโตส (Galactose) เรียงต่อกันเป็นเส้นสายที่เป็นเส้นตรงและมีสาขา พบในผนังเซลล์ของพืช สารชนิดนี้มีคุณสมบัติเหมือนเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสจะสามารถพบได้ในข้าวสาลีและถั่วทั้งเมล็ด

ลิกนิน (LIGNIN)

เป็นส่วนประกอบที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต โดยเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ประกอบด้วย phenyl propane ซึ่งประกอบเป็นส่วนของเนื้อไม้มีคุณสมบัติชอบน้ำ ลิกนินจะสามารถพบในธัญพืช ลิกนินจะทำหน้าที่เหมือนตัวเชื่อมสำหรับเซลลูโลสและเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผนังเซลล์ของพืช ซึ่งเส้นใยอาหารนี้ส่วนใหญ่จะเป็นคาร์โบไฮเดรตจะถูกทำลายแตกเป็นอนุภาคเล็กๆอย่างสมบูรณ์โดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ กระบวนการนี้จะได้น้ำ ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจน และกรดไขมันชนิดที่สามารถระเหยได้ เป็นต้น

2.4.5 สาเหตุที่ร่างกายต้องการเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหาร จะเพิ่มมวลของอุจจาระที่จะขับถ่ายออกมา เมื่อได้รับเส้นใยอาหารจากอาหารเพียงพอ อุจจาระจะมีลักษณะที่มีขนาดใหญ่และนุ่ม เพราะว่าเส้นใยอาหารของพืชหลายชนิด สามารถดูดน้ำเข้ามาหาตัวเองได้ เป็นผลให้ขนาดอุจจาระมีขนาดใหญ่ เป็นการเพิ่ม bulk ซึ่งจะช่วยในการกระตุ้นกล้ามเนื้อที่บริเวณลำไส้ รวมทั้งยังสามารถลดความดันในระบบขับถ่ายได้ด้วย

ถ้ารับประทานเส้นใยอาหารน้อยเกินไป ผลจะตรงข้ามคือ อุจจาระจะน้อยและแข็ง เกิดอาการท้องผูก จะทำให้การขับถ่ายแต่ละครั้งเกิดความดันสูงมากบริเวณลำไส้ใหญ่ ความดันที่สูงนี้จะทำให้เกิดอาการปวดบิดเกร็งที่ลำไส้ เรียกว่า Diverticula ซึ่งพบว่าประมาณร้อยละ 50 ของคนชราจะเป็นโรคในลักษณะนี้กันมาก ซึ่งรวมถึงโรคริดสีดวงทวารด้วย ดังนั้น เส้นใยอาหารจึงมีส่วนช่วยในระบบขับถ่ายได้ดีขึ้น และป้องกันการเกิดโรคดังกล่าวได้ (สุวิทย์, 2525)

2.5 ประโยชน์ของเส้นใยอาหารที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค

2.5.1 โรคหัวใจและโรคหลอดเลือดอุดตัน

ปัจจุบันผู้ที่มีรายได้สูง และประชาชนในประเทศที่พัฒนาแล้ว มักจะบริโภคอาหารที่ผ่านกรรมวิธีหรือทำให้อาหารนั้นปราศจากเส้นใยอาหาร สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา หรือด้อยพัฒนาที่ยังไม่มีความชำนาญเกี่ยวกับเทคโนโลยีการทำอาหารที่ผ่านกรรมวิธี จึงยังไม่มีปัญหาเรื่องนี้มากนัก โรคที่เป็นสาเหตุการตายในสหรัฐอเมริกาคือ โรคไม่มีเลือดไปเลี้ยงหัวใจ และทุกๆ ปีจะมีประชากรตายด้วยโรคหลอดเลือดอุดตันประมาณ 7,500 คน สาเหตุของการเกิดโรคเหล่านี้คือ คอเลสเตอรอล (Cholesterol) ซึ่งคอเลสเตอรอลมีความสำคัญและจำเป็นต่อการทำงานปกติของร่างกาย คอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมน Estrogen Progesterone Testosterone และ Cortisol และยังทำให้ เยื่อหุ้มเซลล์มีความมั่นคงและช่วยสร้างน้ำดี แต่ปริมาณที่ร่างกายต้องการเพื่อประกอบการทำหน้าที่ต่างๆ เหล่านี้เพียงวันละประมาณ 150 มิลลิกรัมเท่านั้นปริมาณส่วนเกินของคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด จึงไปเกาะอยู่ตามผนังหลอดเลือด เมื่อสะสมมากขึ้นก็จะเป็นแผ่นแข็งตัว ซึ่งจะทำให้หลอดเลือดแคบหรือเล็กลง ในที่สุดก็จะอุดตัน เมื่อหลอดเลือดมาเลี้ยงหัวใจถูกกีดกันเสียเช่นนี้ก็จะเป็นโรคหัวใจในที่สุดก็จะเสียชีวิต ความสัมพันธ์ของการลดอัตราการเกิดของโรคเหล่านี้กับใยอาหารก็คือ

1. เส้นใยอาหารมีความสัมพันธ์ต่อคอเลสเตอรอลหลายประการ อันดับแรก อาหารที่ปริมาณเส้นใยสูงเป็นอาหารที่ปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำ อาหารจำพวกเนื้อสัตว์ ไข่ ผลิตภัณฑ์ นม เช่น เนยแข็ง นมและเนยเป็นอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูง ร่างกายจะได้รับคอเลสเตอรอลส่วนเกินจากอาหารจำพวกนี้เป็นส่วนใหญ่

2. อาหารที่มีเส้นใยสูงจะผ่านระบบทางเดินอาหารรวดเร็ว และมีโอกาสที่จะถูกย่อยหรือดูดซึมได้น้อย เมื่อผ่านกระบวนการย่อยเป็นกากอาหารแล้วจะรวมตัวกับน้ำดี ซึ่งทำให้น้ำดีที่หลั่งออกมาแล้วไม่มีโอกาสที่จะถูกดูดซึมกลับไปยังถุงน้ำดีอีก ฉะนั้นร่างกายจึงต้องสร้างน้ำดีขึ้นชดเชยส่วนที่รวมตัวไปกับกากอาหารซึ่งจะขับถ่ายเป็นอุจจาระโดยผลิตจากคอเลสเตอรอล การหมุนเวียนของการสร้างและการใช้คอเลสเตอรอลนี้เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดการสะสมคอเลสเตอรอลในร่างกาย

หรือนัยหนึ่งช่วยยืดเวลาการอุดตันของหลอดเลือดให้เนิ่นนานต่อไปอีก ได้มีเหตุผลสนับสนุนคือ การสำรวจในชาวอัฟริกันในชนบท พบว่าอัตราการเกิดโรคนี้น้อยมาก แต่จะพบมากขึ้นในชาวอัฟริกันที่อยู่ตามเมืองใหญ่ๆ และรับประทานอาหารแบบชาวตะวันตก (สุวิทย์, 2525)

2.5.2 **โรคอ้วน**

หมายถึง การที่คนมีน้ำหนักเกินมาตรฐานมากกว่าร้อยละ 20 สาเหตุขึ้นกับสภาพแวดล้อมและความไวต่อโรคของแต่ละคน เกิดได้จากการที่คนเรากินมากเกินไปหรือน้อยเกินไป ไขมันที่เหลือเกินพอก็จะนำไปเก็บในรูปเนื้อเยื่อไขมัน การกินแป้งและธัญพืชน้อยลงแต่กินไขมันและน้ำตาลเพิ่มขึ้นหรือกินอาหารที่มีเส้นใยน้อยลง ซึ่งเป็นสาเหตุของการทำให้อ้วน และอาจเกี่ยวข้องกับพันธุกรรมด้วยก็ได้ ซึ่งบางคนจะมีความต้องการพลังงานในการรักษาขนาดร่างกาย และเผาผลาญอาหารน้อยกว่าบุคคลอื่น ก็จะมีความไวในการเพิ่มน้ำหนักและอ้วนง่าย ลูกที่พ่อแม่อ้วนมักจะอ้วนกว่าเด็กในครอบครัวน้ำหนักปกติ

โรคอ้วนเป็นสาเหตุการเกิดโรคต่างๆ ที่ตามมาอีกหลายโรค เช่น เบาหวาน นิ่วในถุงน้ำดี ไขมันอุดตันในเส้นเลือด จากสถิติของบริษัทประกันชีวิตพบว่าคนที่มีอายุเกิน 40 ปี มีน้ำหนักเกินปกติ 10 ปอนด์ จะตายเร็วกว่าคนปกติร้อยละ 8 และถ้ามีน้ำหนักเกินไปอีกแต่ละ 1 ปอนด์ จะมีอันตรายเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 และพบว่าคนอ้วนที่สูบบุหรี่ จะมีอัตราการตายสูงกว่าคนผอมสูบบุหรี่

สาเหตุเกิดจากบริโภคอาหารที่กากน้อย เช่น น้ำตาลที่ฟอกสีแล้วหรือแป้งที่ขัดสีจนหมดจด ทำให้ได้รับพลังงานสูง เพราะร่างกายสามารถย่อยและนำไปใช้ได้หมด คนอ้วนมักรับประทานอาหารได้มากและอิ่มช้ากว่าคนปกติ เป็นเพราะความรู้สึกอิ่มเกิดช้ามาก และคนอ้วนมักบริโภคอาหารได้เร็ว เคี้ยวไม่ละเอียด และมักนิยมอาหารที่มีพลังงานสูง

การให้คนอ้วนบริโภคอาหารที่มีกาก จะทำให้ต้องใช้เวลาในการเคี้ยวอาหารนานกว่าคนปกติ จึงต้องใช้ความพยายามและพลังงานในการเคี้ยวอาหารเพิ่มขึ้นด้วย เหตุนี้จึงทำให้อิ่มเร็วกว่าปกติ การเคี้ยวอาหารนั้นถ้ายิ่งเคี้ยวนานขึ้นก็จะมีน้ำลายและน้ำย่อยอาหารออกมาผสมอาหารมากขึ้น ทำให้อาหารที่มีเส้นใยอาหารขยายตัวทำให้กระเพาะอาหารตึง จึงเกิดความรู้สึกอิ่มเร็วขึ้น และอาหารพวกนี้จะมีพลังงานน้อย จึงทำให้ร่างกายได้พลังงานที่สะสมมาใช้เพิ่มทำให้น้ำหนักตัวลดลง

อาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงจะทำให้อิ่มโดยไม่มีการเพิ่มแคลอรีสังเกตว่ากินเป็นเวลานานๆ สามารถลดน้ำหนักได้ถึง 1.5-2.5 กิโลกรัม เป็นไปได้ว่าเส้นใยอาหารมีความสามารถยืดเวลาในการดูดซึม และอาจเปลี่ยนแปลงการย่อยสลายกรดอะมิโนทำให้เกิดการอิ่ม (สุวิทย์, 2525)

2.5.3 **โรคเบาหวาน**

สาเหตุของการเกิดโรคเบาหวาน (Diabetes) ในคนส่วนมากคือ โรคอ้วน ซึ่งปัจจัยแวดล้อม (Environment factor) และ ปัจจัยทางโภชนาการ (Nutritional factor) ซึ่งได้แก่น้ำตาล เส้นใยอาหาร ไขมัน และการได้รับพลังงานมากเกินไป นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางพันธุกรรมและปัจจัยอื่นๆ เช่น การขาดการออกกำลังกายเป็นประจำ

ในการเกิดโรคเบาหวานนี้ จากการศึกษาพบว่าอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงจะถูกย่อยและดูดซึมเป็นส่วนน้อย เนื่องจากถูกขับเคลื่อนออกรวดเร็วกว่า สำหรับอาหารที่ไม่มีเส้นใย เช่นน้ำผึ้ง น้ำตาล ลูกกวาด ลูกอมต่างๆ มีแนวโน้มที่จะทำให้เป็นโรคเบาหวานได้

มีการศึกษาที่ว่ากลูโคสและการหลั่งอินซูลิน (Insulin) จากต่อมไร้ท่อมีผลต่อการเพิ่มเส้นใยอาหาร โดยเฉพาะพวก เส้นใยอาหารที่มีความหนืดสูง (Viscous fiber) เช่นเพคตินและกัม การศึกษาระยะยาวพบว่าการใช้ เส้นใยอาหาร ในผู้ป่วยโรคเบาหวานจะมีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดและปัสสาวะ (อรอำไพ, 2534)

ปัจจุบันได้มีการทดลองจากหลายสถาบัน สามารถยืนยันว่าใยอาหารช่วยลดระดับน้ำตาลในคนได้จริง ใยอาหารช่วยลดระดับน้ำตาลได้แก่ ประเภทละลายน้ำได้คือ เพคติน กัม และเฮมิเซลลูโลสบางประเภทการลดระดับน้ำตาลเกิดได้โดยการอาศัยกลไกหลายอย่าง คือ

1. ทำให้อาหารใช้เวลาอยู่ในลำไส้ลดลง
2. ทำให้การดูดซึมสารอาหารต่างๆ รวมทั้งน้ำตาลที่ลำไส้ลดลง หรือช้าลง
3. ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของอินซูลินโดยเพิ่มความไวและเพิ่มการเกาะเกี่ยวตัวต่อรีเซฟเตอร์
4. ทำให้การหลั่งฮอร์โมนจากทางเดินอาหารเปลี่ยนแปลง

การประยุกต์ใช้ใยอาหารสำหรับผู้ป่วยเบาหวานทำได้โดย

1. จัดรายการอาหารหรือส่วนประกอบอาหารให้มีใยอาหารมากๆ
2. เสริมด้วยใยอาหารสำเร็จรูป เช่น กัวร์กัม (Guar gum) แซนแทนกัม (Xanthan gum)

2.5.4 **ท้องผูก**

ปัจจุบันเป็นปัญหาที่ได้จากการศึกษาถึงวิธีการป้องกันและรักษามาก ตามปกติชาวตะวันตกมีการถ่ายอุจจาระเฉลี่ยในแต่ละวันประมาณ 120-130 กรัม ปัจจุบันมีการใช้ ยาระบายในการรักษาอาการท้องผูก โดยเฉพาะคนแก่มากเนื่องจากเชื่อว่าเป็นการทำความสะอาดร่างกายโดยขจัดของเสียออกจากร่างกาย ทำให้เกิดการใช้ยาฟุ่มเฟือย

ปัจจัยที่มีผลทำให้อาการท้องผูก

1. โรค เช่น เบาหวาน อาการผิดปกติในช่องท้อง

2. ยา เช่น ยาแก้ปวด พบว่าไม่ใช่สาเหตุหลัก แต่มีผลทำให้ลดปริมาณอุจจาระที่ถ่ายหรือถ่ายน้อยครั้งลง

3. พบว่าอาหารพวกโปรตีนและไขมันไม่มีผลต่อน้ำหนักอุจจาระ แต่เส้นใยอาหารจะเพิ่มปริมาณอุจจาระมาก เพราะฉะนั้นน้ำหนักอุจจาระจะขึ้นกับแหล่งที่มาของเส้นใยอาหารรวมทั้งส่วนประกอบทางกายภาพและเคมีของเส้นใยอาหาร

การเพิ่ม bulk ด้วยเส้นใยอาหาร

อาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงอาจสามารถเพิ่ม bulk ได้น้อย เพราะฉะนั้นกลไกขึ้นกับส่วนประกอบในอาหาร ตัวอย่างเช่น แอปเปิ้ล มีคาร์โบไฮเดรตมากจะไปกระตุ้นให้จุลินทรีย์ท้องถิ่น (micro flora) เจริญเติบโตในลำไส้ใหญ่ ทำให้มีการย่อยสลายเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นปริมาณจุลินทรีย์ในอุจจาระจะเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณเส้นใยอาหารที่เหลือจะเหลือน้อยตรงกันข้ามเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะกระตุ้นแบคทีเรียได้น้อย จึงมีมวลของแบคทีเรียน้อยกว่าปกติ แต่มีปริมาณเส้นใยอาหารที่เหลือมากกว่า ซึ่งสามารถดูดน้ำเข้าได้เป็นการเพิ่มปริมาณอุจจาระที่ดีที่สุด ได้แก่ จากรำข้าว จะเพิ่ม bulk เนื่องจากการย่อยสลายได้ช้าทำให้เป็นแหล่งที่ดีกว่าจากผลไม้ พบว่า การบริโภคอาหารพวกธัญพืชจะลดอาการท้องผูกได้

การเปลี่ยนแปลงเวลาที่อาหารอยู่ในลำไส้มีผลต่อน้ำหนักของอุจจาระปริมาณน้ำที่ขับออกและส่วนประกอบที่เป็นของแข็งในอุจจาระ ถ้าเวลาที่อาหารอยู่ในลำไส้นานจะเกิดอาการท้องผูก อุจจาระที่ขับออกจะลดลง เพราะฉะนั้นถ้าควบคุมอาหารและปริมาณอุจจาระ ตัวแปรจะขึ้นกับอัตราเร็วของอาหารที่ผ่านกระเพาะ

วิธีการป้องกันคือรับประทานอาหารที่มีเส้นใยอาหารสูง แต่ควรจะศึกษาถึงระบบการทำงานของลำไส้และปัจจัยที่ทำให้เกิดโรค โดยเฉพาะเส้นใยอาหารจากข้าวสาลี สามารถทำให้ระบบการทำงานของลำไส้ใหญ่เป็นไปตามปกติ พบว่ารำข้าวมีประสิทธิภาพในการป้องกันท้องผูกได้ดีในคนแก่ จึงมีการแนะนำให้กินอาหารที่มีเส้นใยอาหารเพื่อลดการใช้ยาระบายลง และถ้าทุกคนกินเส้นใยอาหารเฉลี่ยวันละ 40 กรัม โดยเพิ่มจากปกติซึ่งบริโภคกันแค่ 20 กรัมต่อวัน ก็จะแก้ปัญหาท้องผูกได้ โดยกระทำร่วมกับการออกกำลังกาย (อรอำไพ, 2534)

2.6 **ข้อเสียของเส้นใยอาหาร** (Adverse Effect of Dietary Fiber)

การกินอาหารที่มีเส้นใยมากๆ ทำให้เกิดการขาดสังกะสี (Zn) ลำไส้ขดตัวจนอุดตันและมะเร็งหลอดอาหาร เช่น จะพบการเกิดโรคขาดสังกะสีในอิหร่าน ซึ่งอาหารหลักของชาวอิหร่านก็มักมีปริมาณเส้นใยสูง ซึ่งมักเป็นขนมปังแบนๆ ที่ไม่ได้ใส่ผงฟู ซึ่งมีผลลบต่อสมดุลของแคลเซียมอิออน แมกนีเซียมอิออน และสังกะสีอิออน แต่เมื่อใช้ในรูปอาหารที่มีสารที่มีสารที่มีเส้นใยเป็นส่วนประกอบเช่นไฟเตต (Phytate) ก็อาจมีผลต่อภาวะการจับของโลหะ อย่างไรก็ตามในการศึกษาในขนมปังที่ใส่ผงฟู ก็ยังพบภาวะขาดของแคลเซียมอิออนและแมกนีเซียมอิออน แม้ว่าสัดส่วนของไฟเตตจะถูกลดลงโดยผงฟู ในอีกทางหนึ่ง แม้ว่าจะได้มีการศึกษาโดยใช้ผลไม้และผักเป็นแหล่งของเส้นใยอาหารในการสาธิตให้เห็นถึงผลลบต่อของแคลเซียมอิออนและแมกนีเซียมอิออน แสดงให้เห็นว่าไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างอาหารที่มีส่วนประกอบของเส้นใยกับสมดุลของสังกะสีอิออนและคอปเปอร์อิออน นอกจากนี้ การศึกษาในระยะยาวโดยให้กัมในผู้ป่วยโรคเบาหวานนานถึง 6 เดือนก็ไม่ได้แสดงให้เห็นว่ามีการลดของของแคลเซียมอิออน แมกนีเซียมอิออนและคอปเปอร์อิออนในเลือดเลย นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ค้นพบกับเส้นใยอาหารบริสุทธิ์หรืออาหารที่มีไฟเตตสูงในการเพิ่มปริมาณเส้นใยลงในอาหารของชาวตะวันตกก็ยังไม่ชัดเจน โดยทั่วไปแล้วการกินอาหารจากแหล่งอาหารต่างๆ ที่มีปริมาณเส้นใยอาหารประมาณ 35 กรัม จะไม่มีผลเสียต่อเมตาบอลิซึมของเกลือแร่ แต่ถ้าได้รับมากกว่านี้อาจก่อให้เกิดผลลบต่อสมดุลดังกล่าว สำหรับผลที่อาจเกิดอันตรายต่อร่างกายในระยะยาวก็ยังไม่มีข้อมูล แม้ว่าในคนหลายๆ กลุ่มมีการปรับตัวได้ดีเมื่อบริโภคอาหารที่มีเส้นใยมากแล้ว ในกลุ่มที่ขาดอาหารและในผู้สูงอายุยิ่งต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วน แต่ก็ยังไม่มีหลักฐานที่จะมายืนยันข้อควรระวังอย่างแน่ชัด (สุวิทย์, 2525)

สรุปผลของเส้นใยอาหารต่อแร่ธาตุในร่างกาย

1. อาหารที่มีเส้นใยอาหารสูงจะลดการดูดซึมของแคลเซียม แต่โดยการสำรวจคนซึ่งแคลเซียมต่ำแต่รับประมานเส้นใยอาหารสูง ก็ไม่พบการลดลงของแร่ธาตุในกระดูกหรือขาดแคลเซียมเช่น โรคกระดูกผุเป็นมากในพวกยุโรปเป็น 3-5 เท่าของประเทศที่ยังไม่พัฒนาและความต้องการแคลเซียมสูงเกือบเป็น 2 เท่าของประเทศที่ยังไม่พัฒนา

2. อาหารเส้นใยอาหารสูงจะลดการดูดซึมและการเก็บแมกนีเซียม

3. อาหารเส้นใยอาหารสูงจะลดการดูดซึมเหล็ก โดยพบว่าขนมปังสีน้ำตาลลดการดูดซึมเหล็กมากกว่าขนมปังสีขาว แต่การเพิ่มเส้นใยอาหารในอาหารก็ยังไม่มีผลทำให้ขาดเหล็ก

4. ผลต่อสังกะสีมีแนวโน้มว่าการกินอาหารเส้นใยอาหารสูงจะลดการดูดซึมและการเก็บของสังกะสี ซึ่งถ้าสังกะสีมีปริมาณลดลงจะทำให้เกิดโรคเติบโตช้า โลหิตจาง มีผลต่อการหายของบาดแผล

2.7 การผลิตเส้นใยอาหาร

หลักการในการผลิตเส้นใยอาหาร คือการการกำจัดเอาส่วนประกอบอื่นๆ ออกจากวัตถุดิบให้เหลือแค่เส้นใยอาหาร (Grigelmo-Miguel และคณะ, 1998) ส่วนประกอบที่ต้องกำจัดออกได้แก่

1. ไขมัน
2. คาร์โบไฮเดรต
3. โปรตีน

2.7.1 การกำจัดไขมัน

ทำได้หลายวิธีแต่ที่นิยมมีอยู่ 2 วิธี ได้แก่

1. การกลั่นด้วยไอน้ำ (Direct Steam Distillation)

ใช้หลักความสามารถในการกลายเป็นไอของสารระเหย โดยให้ไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อนโดยตรง แล้วทำให้ไขมันที่มีจุดเดือดต่ำสามารถระเหยได้ง่ายจะถูกไอน้ำพาออกมาแล้วควบแน่นกลับเป็นไขมันอีกครั้ง ทำได้ทั้งที่ความดันบรรยากาศและความดันสูง (สาโรจน์, 2537)

สาโรจน์ ปัญญามงคล (2537) ได้ทำการสกัดน้ำมันออกจากพืชหลายชนิดด้วยการสกัดด้วยไอน้ำที่ความดันบรรยากาศปกติ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2.3 ปริมาณไขมันที่สกัดได้ด้วยไอน้ำจากพืชบางชนิด

ชนิดของพืช	ร้อยละไขมันเริ่มต้น	เวลาในการสกัด(ชั่วโมง)	ร้อยละไขมันที่สกัดได้
ตะไคร้	2.45	3.5	0.72
โหระพา	1.67	3.5	0.26
กระชาย	3.20	3.0	1.20
เปลือกมะนาว	1.75	2.5	0.03
กระเทียม	3.35	3.0	0.83

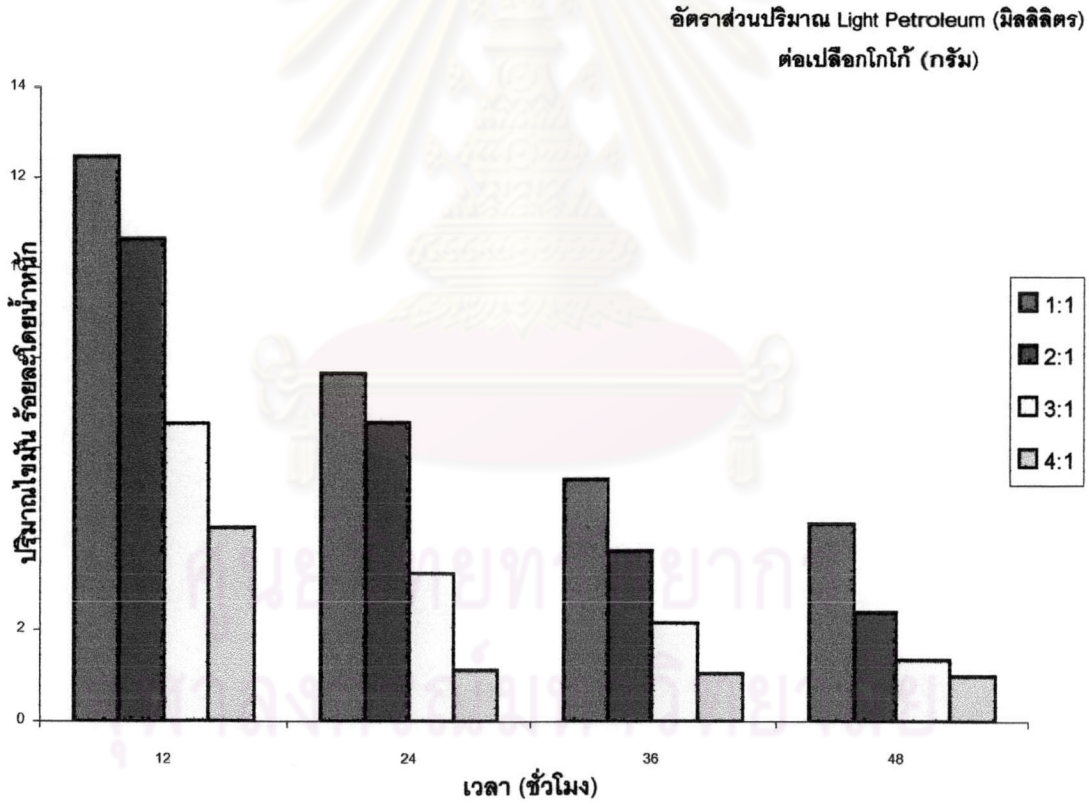
ที่มา : สาโรจน์ ปัญญามงคล (2537)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction)

ใช้หลักความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย เป็นวิธีที่เหมาะสมกับตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน ตัวทำละลายที่ใช้ได้แก่อีเทอร์และแอลกอฮอล์เป็นต้น

Martin-Cabrejas และคณะ (1994) ได้ทำการกำจัดไขมันออกจากเปลือกโกโก้ (Cocoa Hull) โดยใช้ Light Petroleum ที่ 50 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนปริมาณ Light Petroleum (มิลลิลิตร) ต่อเปลือกโกโก้ (กรัม) เป็น 4 ต่อ 1 เวลา 24 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์ปริมาณไขมันที่เหลือใน เปลือกโกโก้ด้วยวิธี Soxhlet พบว่าปริมาณไขมันลดลงจากร้อยละ 18.50 เป็นร้อยละ 1.12 ดังภาพที่ 2.4



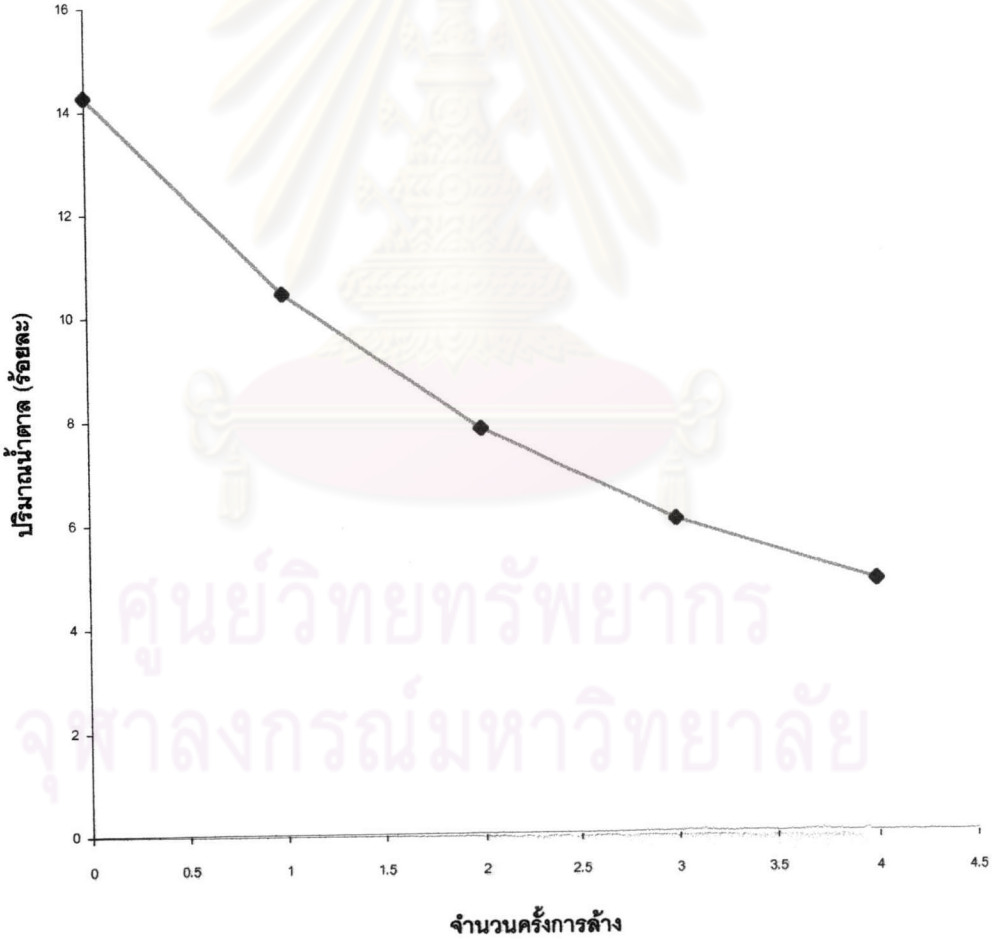
ภาพที่ 2.4 ปริมาณไขมันที่เหลือในเปลือกโกโก้หลังจากสกัดด้วย Light Petroleum

ที่มา : Martin-Cabrejas (1994)

2.7.2 การกำจัดคาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบที่มีอยู่มากในพืช ถ้าไม่ทำการกำจัดออกจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยอาหารต่ำและมีผลต่อคุณสมบัติของเส้นใยอาหาร การกำจัดออกทำได้หลายวิธี

Larrauri และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเส้นใยอาหารผงจากเปลือก ผลไม้ตระกูลส้ม (Grapefruit) ได้ใช้วิธีการล้างน้ำตาลอิสระออกด้วยน้ำพบว่าปริมาณน้ำตาลอิสระลดลงตามจำนวนครั้งที่มากขึ้นของการล้างน้ำ จากร้อยละ 14.26 เมื่อล้าง 4 ครั้ง เหลือเพียงร้อยละ 4.85 ดังภาพที่ 2.5 แต่ปริมาณแป้งยังคงที่ และยังทำให้สูญเสียปริมาณของเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ออกไปอีกด้วย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณเส้นใยทั้งหมดเพียงร้อยละ 46.68 เท่านั้น



ภาพที่ 2.5 ปริมาณน้ำตาลอิสระที่เหลือเมื่อผ่านการล้างด้วยน้ำ

ที่มา : Larrauri (1997)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

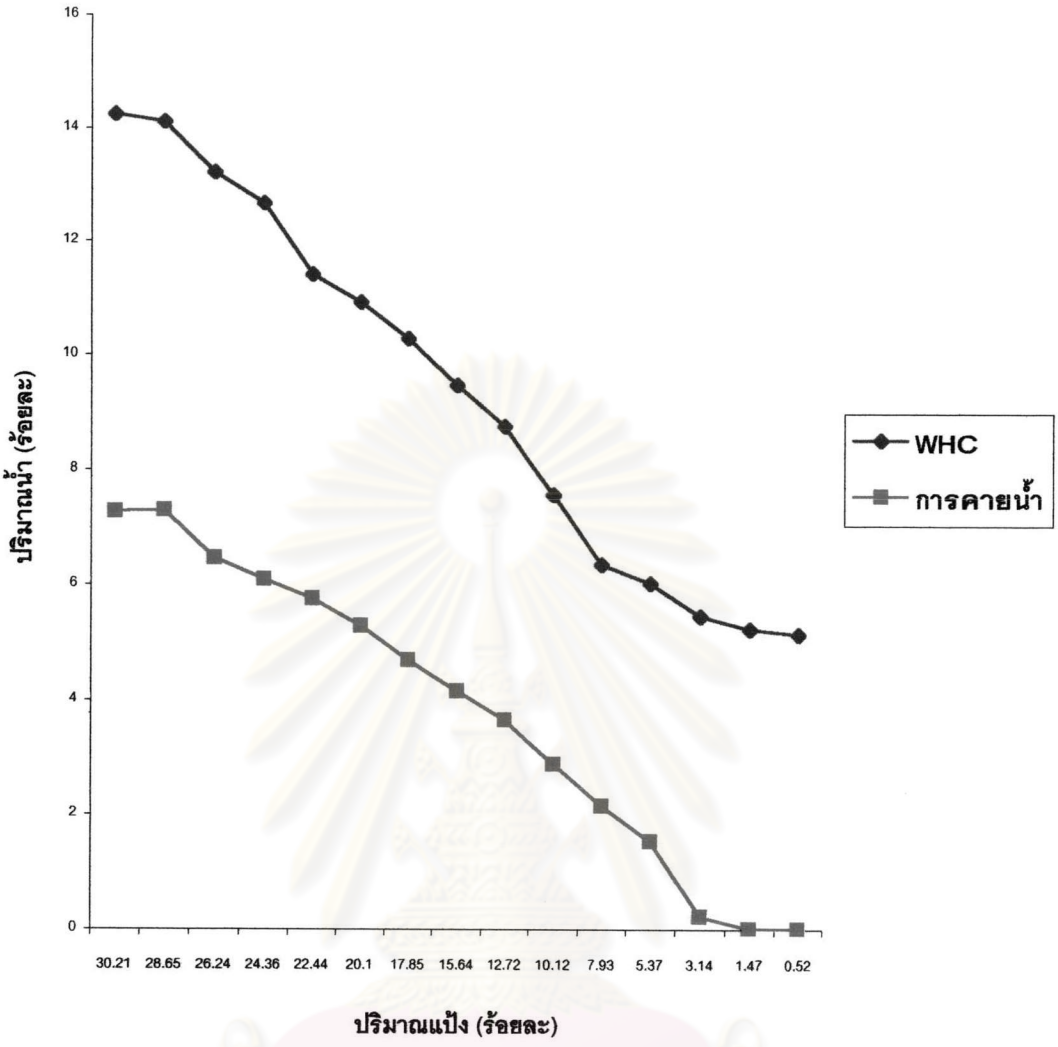
เช่นเดียวกันกับ Rupe'rez และคณะ (1997) ที่ได้ใช้เมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 85 ในการกำจัด น้ำตาลออกจากเปลือกสับปะรด เพื่อนำมาผลิตเป็นเส้นใยอาหารผง วิธีนี้ก็เช่นกันคือกำจัดออกได้เฉพาะน้ำตาลอิสระเท่านั้น ปริมาณแป้งยังคงที่และไม่สูญเสียเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ออกไปอีกด้วย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณเส้นใยทั้งหมดเพียงร้อยละ 58.20 เท่านั้น แต่วิธีนี้ต้องกำจัดเมทานอลออกอย่างระมัดระวังเพราะเป็นสารอันตราย

จะเห็นได้ว่าวิธีการข้างต้นสามารถกำจัดคาร์โบไฮเดรตได้แต่เฉพาะพวกน้ำตาลอิสระเท่านั้น ไม่สามารถกำจัดแป้งออกไปได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณเส้นใยอาหารเป็นองค์ประกอบอยู่ไม่สูงนัก และปริมาณแป้งที่ปะปนอยู่สูงในเส้นใยอาหารทำให้คุณสมบัติของเส้นใยอาหารเปลี่ยนแปลงไป

Lo'pez และคณะ (1996) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติในการดูดซับน้ำของเส้นใยอาหารจาก Artichoke flour พบว่าแนวโน้มการพองตัวและอุ้มน้ำของเส้นใยอาหารจะมากขึ้นตามปริมาณแป้งที่ปนอยู่มากขึ้น เนื่องจากแป้งบางส่วนในเส้นใยอาหารจะช่วยดูดน้ำแล้วเกิดการพองตัว ทำให้เส้นใยอาหารที่มีปริมาณแป้งปะปนอยู่มากจะอุ้มน้ำและพองตัวได้มากกว่าเส้นใยอาหารที่มีแป้งน้อยกว่า แต่เมื่อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เส้นใยอาหารที่มีแป้งปนอยู่ปริมาณมากจะมีการคายน้ำที่อุ้มไว้ออกมาเป็นปริมาณที่มากกว่า ทำให้เกิดการแยกตัวของน้ำออกมาในผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 2.6 และปริมาณแป้งที่มีอยู่สูงจะทำให้เส้นใยอาหารที่ได้มีความชื้นเพิ่มมากขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ทำให้อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สั้นลง

ดังนั้นถ้าต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเส้นใยอาหารเป็นองค์ประกอบอยู่สูงแล้วจะต้องทำการกำจัดแป้งออกจากวัตถุดิบ ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการใช้เอนไซม์อัลฟาอะมัยเลส (α-Amylase) เป็นตัวย่อยแป้งออกให้กลายเป็นน้ำตาล แล้วล้างน้ำตาลออกด้วยเอทานอล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.6 ปริมาณการอุ้มน้ำและการคายน้ำของเส้นใยอาหารที่มีแป้งปริมาณต่างๆปนอยู่
ที่มา : Lo'pez (1996)

Weber และคณะ (1993) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติต่างๆ ของเส้นใยอาหารที่ผลิตได้จากวิธีการใช้เอนไซม์จากพืชชนิดต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 2.4 พบว่าเส้นใยอาหารจากแหล่งต่างๆกันจะมีองค์ประกอบและคุณสมบัติแตกต่างกันไปด้วย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของเส้นใยอาหาร

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบและคุณสมบัติบางประการของเส้นใยอาหารที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ

ชนิดของเส้นใยอาหาร	เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	เส้นใยอาหารทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	WHC กรัมน้ำ/กรัมตัวอย่าง	OAC กรัมน้ำมัน/กรัมตัวอย่าง
เส้นใยแอปเปิ้ล	12.0	49.6	61.6	2.38	1.42
เส้นใยอ้อย	4.2	58.0	62.2	2.42	1.04
เส้นใยข้าวโอ๊ต	1.2	89.0	90.2	1.28	3.40
เส้นใยส้ม	28.3	34.9	63.3	3.02	2.12
เส้นใยถั่วเหลือง	8.6	69.5	78.1	2.17	2.38

ที่มา : Weber (1993)

2.8 อะมัยเลส (Amylase)

อะมัยเลส (Amylase) เป็นกลุ่มของเอนไซม์ซึ่งย่อยสลายพันธะอัลฟา 1,4 กลูโคซิดิก (α - 1,4-glucosidic linkage) ของโพลีแซคคาไรด์เช่น แป้ง ไกลโคเจน (Glycogen) หรือโอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharide) อะมัยเลสสามารถแบ่งออกได้ 2 กลุ่มตามกลไกการทำงาน คือ เอกโซอะมัยเลส (Exoamylase) และ เอนโดอะมัยเลส (Endoamylase) โดยเอกโซอะมัยเลสจะย่อยสลายพันธะของโพลีแซกคาไรด์จากปลายที่ไม่มีคุณสมบัติรีดิวซ์ (non – reducing end) เท่านั้น ซึ่งถ้าย่อยสลายทุกพันธะให้อัลฟากลูโคส (α-glucose) เพียงอย่างเดียวจะเรียกว่ากลูโคอะมัยเลส หรือ แกรมมาอะมัยเลส (Glucoamylase หรือ γ-amylase) แต่ถ้าย่อยสลายพันธะเว้นพันธะและให้มอลโตสเพียงอย่างเดียวจะเรียกว่า เบต้าอะมัยเลส และเนื่องจากเอนไซม์ทั้งสองชนิดดังกล่าวไม่สามารถย่อยสลายพันธะอัลฟา 1,6 กลูโคซิดิกซึ่งเป็นพันธะที่โซ่กิ่งของสายอะมัยโลเพคติน และไกลโคเจน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลิมิตเดกซ์ตรินด้วย สำหรับเอนโดอะมัยเลสจะย่อยสลายพันธะอัลฟา 1,4 กลูโคซิดิกแบบสุ่ม และไม่สามารถย่อยอัลฟา 1,6 กลูโคซิดิกได้ ผลจากการทำงานของเอนไซม์ คือ ความหนืดของสารละลายแป้งจะลดลงอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้มีน้ำตาลรีดิวส์ และเดกซ์ตรินที่มีขนาดต่างๆกันเกิดขึ้น เอนไซม์นี้เรียกว่า อัลฟาอะมัยเลส (พิเชฐ, 2528)

2.8.1 แหล่งอัลฟาอะมัยเลสในธรรมชาติ

อัลฟาอะมัยเลส เป็นเอนไซม์ที่จำเป็นในการย่อยแป้ง ได้มีการศึกษาครั้งแรกในการสกัดจากข้าวสาลี ในปี ค.ศ. 1811 ต่อมาได้มีการศึกษาในแหล่งอื่นๆอีกเช่น ในน้ำลาย ข้าวมอลท์เลือดและที่ผลิตโดย *Aspergillus oryzae* ในปัจจุบันพบว่า อัลฟาอะมัยเลสมีอยู่ทั้งในพืช สัตว์และจุลินทรีย์ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2.5

ต่อมาได้มีการแยกแบคทีเรียที่สามารถผลิตอัลฟาอะมัยเลส จากแหล่งต่างๆ พบว่าแบคทีเรียที่สามารถผลิตอัลฟาอะมัยเลสได้มากกว่าแหล่งอื่นๆ คือ *B.subtillis* นอกจากนี้แล้วได้มีการศึกษาการผลิตอัลฟาอะมัยเลสจากเชื้อจุลินทรย์อื่นๆดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 แหล่งของอัลฟาอะมัยเลสในธรรมชาติ

แหล่ง	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยแป้ง	หน่วยการทำงาน (Unit)
พืช ข้าวมอลท์	มอลโตส	350
สัตว์ น้ำลาย	เดกซ์ตริน ,มอลโตส	-
ตับอ่อน	เดกซ์ตริน ,มอลโตส	2,500
จุลินทรีย์ *B.subtillis*	กลูโคส,มอลโตส ,เดกซ์ตริน	1,800
	เดกซ์ตริน ,มอลโตส	-
B.stearothermophilus	กลูโคส	200
Rhizopus sp.	กลูโคส	170
A.oryzae	กลูโคส	250
A.niger	กลูโคส	20
Endomycopsis sp.	เดกซ์ตริน	25
Oospora sp.		

ที่มา : พิเชฐ (2528)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 ความคงทนต่ออุณหภูมิและค่าพีเอชจากอัลฟาอะมัยเลสจากเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ

Bacillus sp.	ค่าพีเอช		อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
B. subtilis	6.3	5.7-6.7	65	-
B. licheniformis CUMC 305	6.5	5.5-8.5	95	10-100
B. coagulan CUMC 312	8.5	4.5-11.0	85	10-90
B. licheniformis NCLB 6346	9.0	7.0-10.0	90	40-100
B. licheniformis 584	6.5	6.0-11.0	76	40-90
B. acidocaldarius	3.5	1.2-6.5	75	-
B. amyloliquefaciens F	5.9	5.5-6.5	65	-
B. stearothermophilus BS-1	-	6.0-12.0	70	40-70

ที่มา : Boyer และคณะ (1972)

ได้มีการจัดแบ่งกลุ่มอัลฟาอะมัยเลสตามอุณหภูมิและความเป็นกรดด่างออกเป็น 3 กลุ่ม คืออัลฟาอะมัยเลสที่ทนอุณหภูมิสูงได้ดี (Thermophilic α-glucose), อัลฟาอะมัยเลสที่ทดความเป็นกรดได้ดี (Acidic α-glucose) และ อัลฟาอะมัยเลสที่ทดความเป็นด่างได้ดี (Alkaline α-glucose) จากตารางที่ 2.6 จะเห็นว่าอัลฟาอะมัยเลสจากแบคทีเรียเกือบทั้งหมดทนอุณหภูมิสูงได้ดี เช่น *B. coagulan* CUMC 312 สามารถผลิตอัลฟาอะมัยเลสที่มีกิจกรรมเหลืออยู่ร้อยละ 85 หลังจากที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง *B. acidocaldarius* สามารถผลิตอัลฟาอะมัยเลสที่มีกิจกรรมเหลืออยู่ร้อยละ 50 หลังจากที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ส่วนใหญ่อัลฟาอะมัยเลสจากแบคทีเรียที่ทนอุณหภูมิสูง มักจะทนความเป็นกรดด่างได้ในช่วงแคบ แต่ก็ยังมีอัลฟาอะมัยเลสจากแบคทีเรียบางชนิด เช่น *B. coagulan* CUMC 312 และ *B. acidocaldarius* ซึ่งนอกจากจะทนอุณหภูมิได้สูงแล้ว ยังมีความสามารถในการทนต่อความเป็นกรดด่างได้ในช่วงกว้างอีกด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในอุตสาหกรรม (Boyer และคณะ, 1972)