บทที่ 1

บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมา

เมล็ดพืชเป็นแหล่งของพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ซึ่งเมล็ดส่วนมากเก็บพอลิแซคคาไรด์ ไว้ในรูปของแป้ง ไว้ใช้สำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ดังนั้น อาหารจากพืชเกือบทั้งหมดของมนุษย์จะผลิตจากเมล็ดพืชในรูปของแป้ง โดยเฉพาะเมล็ดพวกธัญพืช แต่มีเมล็ดพืชบางชนิดที่เก็บพอลิแซคคาไรด์ เป็นอาหารสะสมในรูปอื่นที่ไม่ใช่แป้ง พอลิแซคคาไรด์นี้ ได้แก่ กัมจากเมล็ดพืช (seed gum) ซึ่งนักวิชาการหลายท่าน นิยามกัมจากเมล็ดพืชว่าเป็น สารเมือก (mucilage) เนื่องจาก เมื่อสัมผัสน้ำจะสามารถอุ้มน้ำ และพองตัวหลายเท่า ได้สารเมือกที่มีลักษณะคล้ายวุ้น พบบริเวณผิวนอกสุดของเมล็ด โดยห่อหุ้มเปลือกหุ้มเมล็ดไว้อีกชั้นหนึ่ง แต่เมล็ดบางชนิดอาจพบ สารเมือก ในส่วนของชั้นสะสมอาหาร (endosperm) เช่น locust bean gum หรือ gaur gum สำหรับเมล็ดที่มีสารเมือกอยู่ผิวนอกของเมล็ดที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดมะตูม (quince seed) , เมล็ดเทียนเกล็ดหอย (psyllium seed) และ เมล็ดป่าน (flax seed) (Meuser, Manners and Seibel, 1993.) เนื่องด้วย คุณสมบัติการอุ้มน้ำไว้ได้ปริมาณมาก และไม่สามารถถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์นี้เอง สารเมือกจึงมีความสำคัญในแง่ของการเป็นใยอาหาร (dietary fiber) นำมาผลิตยาระบายชนิดเพิ่มกาก (bulk laxative) และ สารเพิ่มมวลในอาหารถ่วงท้อง สำหรับผู้ต้องการลดน้ำหนัก (bulk ingredients)

ประเทศไทยได้นำเข้ายาระบายชนิดเพิ่มกากที่ผลิตจากเมล็ด เทียนเกล็ดหอย(plantago หรือ psyllium seed) มาจากต่างประเทศในรูปของ metamucil® และ agiolax granule® และที่ผลิตเองในประเทศไทย แต่สั่งซื้อเมล็ดวัตถุดิบจากต่างประเทศ คือ metamucil®ผลิตจาก เมล็ดเทียนเกล็ดหอยที่สั่งซื้อจากประเทศสหรัฐอเมริกา และ mucilin ผลิตจาก เปลือกของเมล็ดเทียนเกล็ดหอย (ispaghula husk)ที่สั่งซื้อจากประเทศอังกฤษ เมล็ดเทียนเกล็ดหอย ซึ่งแต่เดิมไม่เคยมีปลูกในประเทศไทยมาก่อน เป็นพืชต่างประเทศที่พึ่งนำมาทดลองปลูก ในโครงการสมุนไพรเท่านั้น การผลิตจึงไม่แน่นอน ทำให้ต้องมีการสั่งซื้อเพื่อนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยเฉพาะในรูปของยาระบายนำเข้า ปีละประมาณ 30 ล้านบาท (บริษัทการจัดการเกษตรและอุตสาหกรรม จำกัด, 2532.) ดังนั้น จึงได้มีความพยายามหาลู่ทางแก้ปัญหาการนำเข้าดังกล่าวด้วยการใช้เมล็ดจากพืชที่มีอยู่ในประเทศไทยที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับเมล็ดเทียนเกล็ดหอย คือ แมงลัก

ซึ่งแมงลักเป็นพืชที่คนไทยรู้จักดีมาแต่โบราณ โดยได้นำใบของแมงลักมาประกอบอาหารเพื่อแต่งกลิ่น รส ส่วนเมล็ดนำมารับประทานเป็นของหวาน ตำราสมุนไพรไทย กล่าวไว้ว่า เมล็ดแมงลัก เมื่อแช่น้ำจะพองตัว มีฤทธิ์เป็นยาระบายอ่อน ๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารเมือกจากเมล็ดแมงลักในประเทศไทยที่น่าสนใจ คือ

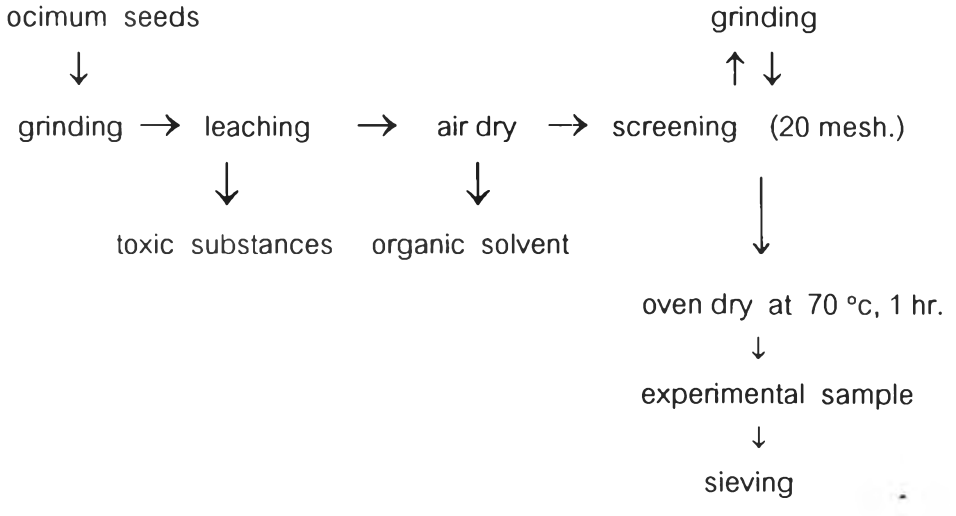
ปี พ.ศ. 2518 เภสัชกรป่วน เจริญพานิช ได้ทดลองนำเมล็ดแมงลักไปแช่น้ำ แล้วตีด้วยเครื่องปั่นไข่ จากนั้น กรองเอาเมือกออกด้วยตะแกรงลวด ระเหยน้ำออกจากเมือก ด้วย vacuum pan อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ได้เมือกแห้ง 20% ของเมล็ดเดิม เนื่องจาก เมือกติดแน่นกับเปลือก แยกออกได้ไม่หมด และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเวลามากในการระเหยน้ำ จึงทดลองวิธีใหม่ โดยตำเมล็ดให้แตกละเอียด และแช่ใน อีเทอร์ (ether) เพื่อสกัดน้ำมัน จากนั้นแยกเนื้อในเมล็ดสีขาวออกจากผงเปลือกสีดำ ได้ผงเปลือก 60% การพองตัวของผงเปลือกมากกว่าผงเมือกแห้งที่ได้จากการแยกวิธีแรก 2.5 เท่า นำผงเปลือกมาพัฒนาตำรับ เป็น ยาเม็ด(granule) โดยใช้ ผงเปลือก 75 กรัม , น้ำตาลบดละเอียด 20 กรัม , ผงวานิลิน 0.2 กรัม,ผงวุ้น 5 กรัม และ fixer 60 มิลลิลิตร เทียบการพองตัวกับ ยาเม็ดของ เทียนเกล็ดหอยจากต่างประเทศ พบว่า ยาเม็ดจากผงเปลือกเมล็ดแมงลัก พองตัวได้ดีกว่า

ปี พ.ศ. 2525 ชูศักดิ์ วรวิทย์อุดมสุข ได้เตรียมผงเปลือกเมล็ดแมงลักเพื่อใช้เป็นยาระบาย โดยบดเมล็ดด้วย electric motor แล้วนำไปสกัดน้ำมันออกด้วย เฮกเซน (hexane) จากนั้นบดละเอียดอีกครั้งด้วย blender mill และสกัดน้ำมันซ้ำอีกครั้ง รวมสกัดทั้งสองครั้งได้น้ำมัน 23 % โดยน้ำหนัก จากนั้นอบเมล็ดที่ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปแร่งผ่านแร่งขนาด 80 mesh เพื่อแยกแป้ง ออกได้ ผงแป้ง 15.95 % โดยน้ำหนัก ส่วนที่ค้างแร่ง 51.42 % โดยน้ำหนัก นำไปบดละเอียดด้วย blender mill ให้ผงเปลือกขนาด 60/80 mesh ผงเปลือกที่ได้มีการพองตัวเพิ่มขึ้น 92 เท่าโดยปริมาตร และ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 12 เท่า นำผงเปลือกมาพัฒนาตำรับเทียบกับ metamucil โดยใช้ปริมาณผงเปลือกเมล็ดเท่ากันคือ 50 % พบว่า ตำรับเมล็ดแมงลักพองตัวมากกว่า 40 เท่าโดยปริมาตร และ 1.5 เท่า โดยน้ำหนัก

ปี พ.ศ. 2526 ปลื้มจิตต์ โรจนพันธุ์ และคณะ แยกสารเมือกโดยแช่เมล็ดแมงลักในน้ำ 30 นาที ปั่นด้วย blender ความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาที กรองแยกด้วยผ้าขาวบาง และทำให้สารเมือกแห้งใน hot air oven, 50-60 องศาเซลเซียส, 12 ชั่วโมง นำเมือกที่แห้งไปบดย่อย ด้วย roller mill ได้เมือก 21% ของเมล็ดเดิม จากนั้น ในปีพ.ศ. 2528 ก็ได้ทำการทดสอบสมบัติ

ทางกายภาพบางประการของสารเมือกที่ได้จากการสกัดโดยวิธีนี้ พบว่าสารเมือก 2% ของเมล็ดมีความหนืด 13,000 cps. และสารเมือกจากเมล็ดแมงลักใช้เป็นสารช่วยแขวนตะกอนได้ดีมากในตำรับยาเตรียม kaolin และ pectin suspension และ ampicillin oral suspension เมื่อเทียบกับ สารช่วยตัวอื่น ๆ คือ tragacanth, acacia และ sodium alginate. แต่พบว่าวิธีการสกัดยุ่งยากเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากในการระเหยน้ำ และได้ปริมาณสารเมือกน้อย

ปี พ.ศ. 2531 หนู สมจรรยากุล ได้ศึกษาการคัดแยกประเภทอนุภาคของผงแมงลักบด ด้วยเทคนิค ฟลูอิไดซ์เซชัน (fluidization)โดยมีขั้นตอนการทดลองดังรูปที่ 1 - 1



รูปที่ 1 - 1 ขั้นตอนการเตรียมผงเปลือกเมล็ดแมงลักบด

สามารถแยกขนาดอนุภาค ได้ 3 กลุ่ม คือ อนุภาคขนาด > 177μ สีดำ เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดที่มีเมือกติดอยู่บ้าง ปริมาณ 54.15 % ของกลุ่มตัวอย่างทดลอง , อนุภาคขนาด 44 - 177μ สีน้ำตาลดำ - น้ำตาลขาว เป็นสารเมือก ปริมาณ 29.36 % ของกลุ่มตัวอย่างทดลอง และ อนุภาคขนาด < 44μ สีขาวเหลือง เป็นเนื้อเมล็ดไม่พองตัว ปริมาณ 16.49 % ของกลุ่มตัวอย่างทดลอง

1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของแมงลัก

แมงลักมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ocimum basilicum* Linn. var.Citratum ชื่อสามัญคือ Hoary basil (Orranud Chokchaijaroenporn, 1991) มีลำดับอนุกรมวิธานดังนี้

Kingdom : Plant

Division : Spermatophyta

Subdivision : Angiospermae

Class : Dicotyledoneae

Order : Tubiflorae

Family : Labiatae (Lamiceae)

Subfamily : Ocimoideae

Genus : *Ocimum*

(Keng , 1969)

เป็นพืชล้มลุกลำต้นตั้งตรงสูง 30 - 50 เซ็นติเมตร มีลักษณะแตกกิ่งก้านสาขา ลำต้นและกิ่งมีสันตามยาวมีขนเล็กน้อย และมีกลิ่นหอม ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงแบบตรงข้ามกันเป็นคู่ ๆ กว้าง 0.9 - 2.5. เซ็นติเมตร ยาว 2.5 - 5 เซ็นติเมตร ปลายและโคนใบแหลม ขอบใบเรียบหรือหยักมนๆ ไม่มีขนแต่มีต่อมเป็นจุด ๆ ตามผิวใบทั้งสองด้าน ดอกออกเป็นช่อที่ยอดอาจเป็นช่อเดี่ยว ๆ หรือแตกสาขา ผลเป็นชนิดแห้ง ประกอบด้วย ผลขนาดเล็ก ๆ 4 ผลอยู่รวมกัน รูปรียาว 1.6 - 2.3 มิลลิเมตรกว้างประมาณ 1.3 - 1.7 มิลลิเมตร มีสีน้ำตาลเกือบดำจนถึงสีดำ มักเรียกผลของแมงลักว่า เมล็ดแมงลัก(สุมิตรา คงชื่นสิน , 2532)แสดงลักษณะต้นแมงลักดังรูปที่ 1 - 2

1.3 นิเวศวิทยาและการกระจายพันธุ์

แมงลักขึ้นได้ในดินแดนแทบทุกประเภทที่มีการระบายน้ำดีโดยพบในเขตอบอุ่นของโลกจากความสูงระดับน้ำทะเลไปจนถึง 1,800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ส่วนใหญ่อยู่ในเขตป่าดิบชื้นของทวีปแอฟริกา , อเมริกาใต้ และเอเชีย (สุมิตรา คงชื่นสิน , 2532) โดยเป็นพืชพื้นเมืองของดินแดน 3 แห่ง คือ เขตร้อนของแอฟริกาตะวันตกได้แก่ประเทศสาธารณะรัฐคองโกและไอวอรีโคสท์ , เขตตะวันออกของแอฟริกา ได้แก่ประเทศ โมแซมบิก , แทนกันยิกา , มาดากัสการ์ และหมู่เกาะโคโมโร เขตสุดท้ายคือเขตตะวันออกของอินเดีย และศรีลังกา นอกจากนี้ยังพบในเขตร้อนของอเมริกาใต้ด้วย (บัญญัติ สุขศรีงาม , 2531) สำหรับการแพร่เข้าสู่ประเทศไทยยังไม่ทราบแน่ชัด แต่ก็ปลูกได้ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ จากการเก็บรวบรวมพันธุ์ ในปี พ.ศ. 2531 - 2532 พบว่าปลูกมากที่จังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดใกล้เคียง (สุมิตรา คงชื่นสิน , 2532)

ระบบกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1 - 2 ลักษณะต้นแมงลัก

1.4 การขยายพันธุ์

ใช้เมล็ดปลูกโดยปลูก 2 ลักษณะคือ ปลูกเพื่อเก็บใบสดจะใช้เวลาเพาะปลูกประมาณ 45 - 60 วัน และ ปลูกเพื่อเก็บเมล็ดแก่จะใช้เวลาประมาณ 5 เดือน คือ ปลูกช่วงเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม เมล็ดแก่จะเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือน ธันวาคม - มกราคม การเพาะปลูกแมงลักส่วนใหญ่จะเป็นพืชรอง หรือพืชเสริมรายได้ของเกษตรกร การปลูกเป็นพืชหลักเดี่ยวมีอยู่น้อยทำให้ไม่มีสถิติเกี่ยวกับพื้นที่เพาะปลูก,ผลผลิต,ปริมาณการผลิตและต้นทุนการผลิตที่แน่ชัด (บริษัทการจัดการเกษตรและอุตสาหกรรมจำกัด, 2532)

1.5 ประโยชน์ของแมงลัก

แมงลักนอกจากจะใช้ประโยชน์ในการแต่งกลิ่นรสอาหารแล้ว เมล็ดยังใช้เป็นส่วนผสมในอาหารหวานหลายชนิด ในทางการแพทย์ ใช้แมงลักเป็นส่วนประกอบของยามานานแล้ว เช่น ประเทศจีนใช้น้ำสกัดจากแมงลักรับประทานแก้ไอ , ประเทศคองโกนำแมงลักตากแห้งบดเป็นผงพอกหน้าผากแก้อาการหวัด สำหรับประเทศไทยใช้ทั้งใบและเมล็ดเป็นยาหลายชนิดเช่น น้ำสกัดจากใบใช้แก้หวัดและหลอดลมอักเสบ ส่วนใบนำมาพอกแก้โรคผิวหนัง และแมงลักทั้งต้นนำมาต้มดื่มแก้ไอ , แก้โรคทางเดินอาหาร และอมบ้วนปากแก้ปวดฟัน ส่วนเมล็ดแช่น้ำรับประทานมีฤทธิ์เป็นยาระบาย กระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้แต่แก้อาการท้องผูกเรื้อรังไม่ได้ (บัญญัติ สุขศรีงาม , 2531) และจากการศึกษาของ มณฑนา ธีรจันทรานนท์ เมื่อปีพ.ศ. 2539 พบว่าเมล็ดแมงลักแช่น้ำเมื่อรับประทานสามารถช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานได้

น้ำมันสกัดจากแมงลักเป็นน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วย linalool 59.29 % และ methyl chavicol 32.68 % เป็นองค์ประกอบหลัก ใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางและมีสมบัติในการต้านทานแบคทีเรียและรา จึงมีผู้สนใจศึกษาเพื่อนำมาผลิตเป็นยาฆ่าแมลงด้วย (Jain และ Suri , 1980)

1.6 สารเมือกจากพืช (plant mucilages)

เป็น คาร์โบไฮเดรต ชนิดพอลิแซคคาไรด์ ที่มี มอนอแซคคาไรด์ (monosaccharide) มากกว่า 1 ชนิด และโดยปกติจะพบ กรดยูโรนิก (uronic acid) อยู่ร่วมด้วย ในรูปของเกลือ อาจเป็นเกลือโซเดียม, โปแทสเซียม หรือ แคลเซียม แต่ก็ยังคงเหลือ หมู่คาร์บอกซิลิก (-COOH)อิสระมากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาของกรด ส่วน หมู่ไฮดรอกซิล (-OH)มักถูก แทนที่ด้วย เมทิล (methyl) หรือ แอซีทิล (acetyl)(Robinson , 1964)

สารเมือก หรือ มิวซิเลจ มีลักษณะโครงสร้างใกล้เคียงกับ กัม ซึ่งโดยมากมักจะจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันแต่นักวิชาการหลายท่านได้พยายามแยกกลุ่มของ มิวซิเลจ และ กัม ออกจากกัน โดยที่ให้ มิวซิเลจ เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่พบในส่วนต่าง ๆ ของพืช มีหน้าที่ในการเป็น อาหารสำรอง หรือ กักเก็บน้ำ ส่วน กัมเป็น ผลิตภัณฑ์ ที่ไหลซึมออกมาภายหลังจากที่พืชเกิดบาดแผล เพื่อป้องกันจุลินทรีย์ที่จะเข้าไปรบกวนบาดแผลเทียบได้กับการที่มีเลือดไหลจากบาดแผลสัตว์หรือมนุษย์ (Coutts และ Smail , 1966) นั่นคือ มิวซิเลจเป็น ผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ (physiologic product) ที่เกิดเป็นเมือก (slimy masses) เมื่อสัมผัสกับน้ำ ส่วน กัม เป็น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการถูกรบกวน หรือเกิดโรค (pathologic product) ที่ละลายน้ำได้สารละลายหนืด (viscous solution) (Claus และ Tyler , 1965)

1.6.1 แหล่งของ มิวซิเลจ และ กัมจากพืช ที่สำคัญ

1.6.1.1 ไหลซึมออกมาจากต้นไม้ (shrub or tree exudates) เช่น acacia, karaya และ tragacanth

1.6.1.2 สาหร่ายทะเล เช่น agar , alginate และ carageenan

1.6.1.3 เมล็ด (seed) เช่น guar , locust bean และ psyllium

(วันดี กฤษณพันธ์ , 2536)

1.6.2 การผลิต มิวซิเลจ และ กัมโดยพืช

1.6.2.1 ผลิตใน middle lamella ของ สาหร่าย

1.6.2.1.1 agar ประกอบด้วย 65 % gelose

1.6.2.1.2 chondrus ประกอบด้วย 55 - 80 % carageenan

1.6.2.1.3 fucus ประกอบด้วย 22 - 65 % mucilage

1.6.2.1.4 laminaria ประกอบด้วย 50 % mucilage

1.6.2.2 ผลิตใน ผนังเซลล์ (cell wall)

1.6.2.2.1 ผลิตในผนังเซลล์ ของ seed epidermis เช่น linseed , quince seed และ psyllium seed mucilage

1.6.2.2.2 ผลิตใน ผนังเซลล์ ของ seed endodermis เช่น fenugreek

1.6.2.2.3 ผลิตใน ผนังเซลล์ ของ เปลือกไม้ เช่น slippery elm และ cinnamon mucilage

1.6.2.3 ผลิตใน cell ที่มีการขับออกมาเป็นพิเศษ เช่น squill

1.6.2.4 ผลิตใน schizogenous sacs เช่น ต้นอ่อน ของ *Rhamnus purshiana.*

1.6.2.5 ผลิตโดย lysigenous metamorphosis ของผนังเซล เช่น tragacanth , acacia, sterculia gum , ghatti gum , cherry gum , mesquite gum(Claus และTyler, 1965)

1.6.3 การแบ่งประเภทของ มิวซิเลจ และ กัม

1.6.3.1 มิวซิเลจ และ กัม ที่เป็นกรด ประกอบด้วย องค์ประกอบที่เป็นกรด คือ กรดกูลูโรนิก (L - guluronic acid) , กรดกลูคูโรนิก (D - glucuronic acid) , กรดกาแลกทูโรนิก (D - galacturonic acid) รวมถึงอนุพันธ์ของ กรดที่มีหมู่ ซัลเฟต , หมู่ฟอสเฟต และ อีเทอร์ องค์ประกอบที่เป็นกลางคือ น้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม (hexose)และ น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม (pentose) และ น้ำตาลแอลกอฮอล์

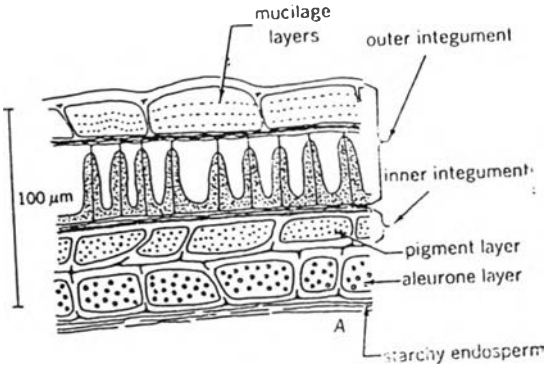
1.6.3.2 มิวซิเลจ และ กัม ที่เป็นกลาง ประกอบด้วย น้ำตาล ที่มีคาร์บอน 6 อะตอม และ น้ำตาล ที่มีคาร์บอน 5 อะตอม , น้ำตาลแอลกอฮอล์

1.6.3.3 มิวซิเลจ และ กัม ที่เป็นเบส ประกอบด้วย องค์ประกอบที่เป็นเบส คือ กลัยโคไซด์ (glycoside) องค์ประกอบที่เป็นกลางคือ น้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม , น้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม และ น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Smith และ Montgomery , 1959)

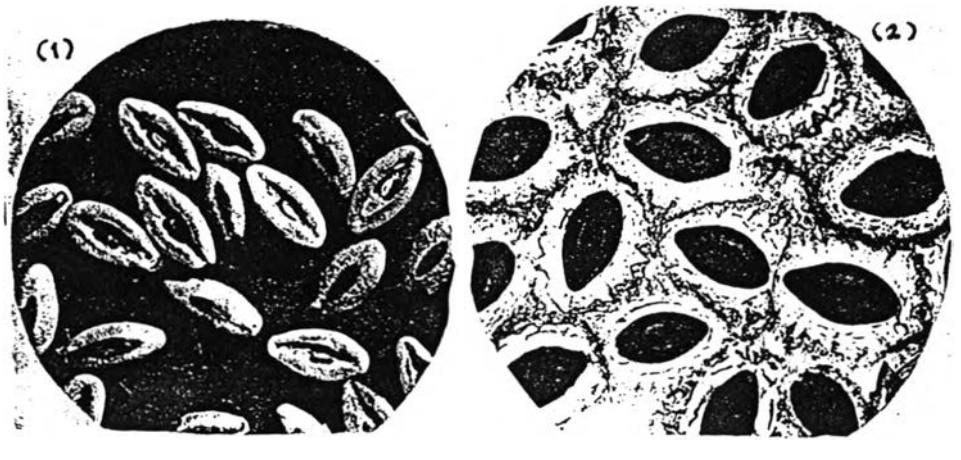
1.7 สารเมือกจากเมล็ดพืช (seed mucilages)

เมล็ดพืชบางชนิด ที่บริเวณเซลล์ชั้นนอกสุด (outer epidermis) จะมี mucilagenous cell ซึ่งจะปล่อย สารเมือก (slimy adhesive film) เมื่อสัมผัสกับน้ำ เช่น เมล็ดป่าน , เมล็ดมะตูม , เมล็ดเทียนเกล็ดหอยเป็นต้น ลักษณะของ เซลล์จะยืดออกเป็นเส้นขนเล็ก ๆ (Youngken,

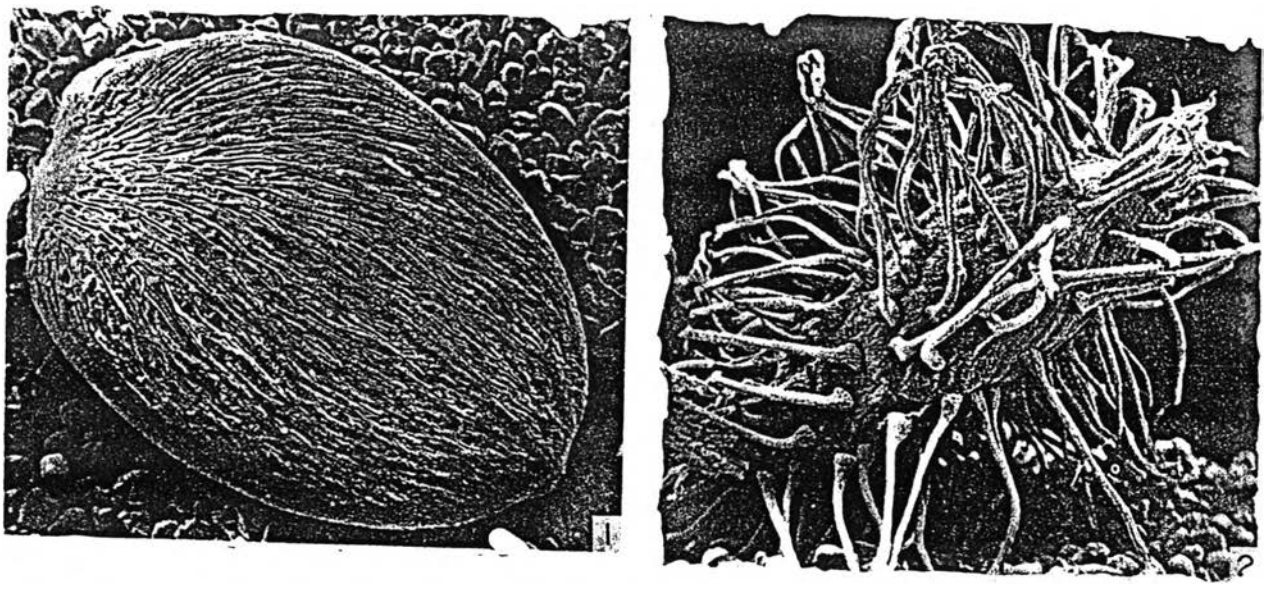
1950) mucilagenous cell ซึ่งพองตัวเมื่อสัมผัสน้ำนี้ จะช่วยเมล็ดในการกระจายตัวในน้ำ และป้องกันการถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารของสัตว์และมนุษย์ เมื่อ เมล็ดถูกบริโภคจะไม่ถูกย่อยและหลุดออกมาสู่ที่ ๆ เหมาะสมสามารถเจริญต่อไปได้โดยระบบขับถ่ายของสัตว์หรือมนุษย์ หรือในทางกลับกันเมื่อเมล็ดอยู่ในที่ ๆ เหมาะสมอยู่แล้ว สารเมือกจะช่วยให้เมล็ดเกาะติดกับดินโดยไม่ถูกพาไปยังที่ ๆ ไม่เหมาะสมโดยลมหรือฝน สารเมือกจะช่วยเมล็ดในการควบคุมการงอก โดยห่อหุ้มเมล็ดไว้และจำกัดการส่งผ่านอากาศและความชื้นที่พอเหมาะ เพื่อไม่ให้สูงหรือต่ำเกินไปจนทำลายการงอกของเมล็ด แสดงให้เห็น ลักษณะชั้นของสารเมือกของเนื้อเยื่อ เมล็ด *Brassica* ,ลักษณะ เมล็ดเทียนเกล็ดหอย ขณะแห้งและขณะเกิดการพองตัวของสารเมือก และลักษณะ scanning electron micrographs ของ เมล็ด *Blepharis ciliaris* ขณะแห้งและขณะพองตัว ใน รูปที่ 1 - 3 ถึง รูปที่ 1 - 5 ตามลำดับ



รูปที่ 1 - 3 ภาพตัดขวางเปลือกหุ้มเมล็ด และเนื้อเยื่อ aleurone ของ *Brassica* (Sau , 1960)



รูปที่ 1 - 4 ลักษณะ เมล็ดเทียนเกล็ดหอย ขณะแห้ง (1) และ ขณะพองตัว (2)
(Claus และ Tyler , 1965)



รูปที่ 1 - 5 ลักษณะ scanning electron micrographs ของ เมล็ด *Blepharis ciliaris* ขณะแห้ง (1) และขณะพองตัว (2) (Fahn , 1982)

1.8 สารเมือกจากเมล็ดแมงลัก

สารเมือกจากเมล็ดแมงลักสามารถสกัด ในน้ำเย็นและตกตะกอน ด้วย แอลกอฮอล์ ได้เมือก 7 % โดยน้ำหนัก เมือกมีลักษณะเป็นเส้นใย กระจายตัวในน้ำ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ C - methylated (CMe)ซึ่งเป็นหมู่คาร์บอกซิลิกที่ถูกแทนที่ด้วยหมู่เมทธิลปริมาณ 0. 4 % , O - acetylated (OAc)ซึ่งเป็นหมู่ไฮดรอกซิลที่ถูกแทนที่ด้วยหมู่แอซีทิลปริมาณ 4%, เพนโทส 8.7 % , เฮกโซส 68.7 % , กรดยูโรนิก 8.15 % ชนิดของเพนโทส และ เฮกโซส ที่พบ คือ กลูโคส (D - glucose) 31.2 % , กาแลกโทส (D - galactose) 18.2 % , แมนโนส (D - mannose) 7.8 % , อะราบิโนส (L - arabinose) 4.8 % , ไซโลส (D - xylose) 4.0 % และ แรมโนส (L - rhamnose) 9.4 % ส่วน กรดยูโรนิก ที่พบคือ กรดกาแลกทูโรนิก (D - galacturonic acid) และ กรดแมนนูโรนิก (D - mannuronic acid) ไม่พบสารไนโตรเจนในเมือก แต่พบว่า เมือกมีไขมันอิสระ (free lipid) 24 % , ไขมันที่จับแน่น (bound lipid) 5 % และ เถ้า 2.3 % จากการแยกองค์ประกอบ (fractionation) ของเมือก ในสารละลายกรด พบว่าสามารถแยกสารเมือกได้สองส่วน คือ ส่วนที่ละลายในกรด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกรดยูโรนิกและพอลิแซคคาไรด์ที่มีเพนโทสเป็นองค์ประกอบ(pentosan) และส่วนที่ไม่ละลายในกรดซึ่งเป็นพอลิแซคคาไรด์ที่มีน้ำตาลเฮกโซสเป็นองค์ประกอบ (hexosan) นำส่วนที่ไม่ละลายในกรด ไป แยกองค์ประกอบในสาร

ละลายด่างได้องค์ประกอบสองส่วนคือส่วนที่ละลายในด่างได้แก่กลูโคแมนแนน (glucomannan) และส่วนที่ไม่ละลายในด่าง ได้แก่ กาแลกโทกลูโคแมนแนน (galactoglucomannan) โดยแสดงปริมาณและองค์ประกอบของแต่ละ ส่วน ในตารางที่ 1 - 1 ดังนั้นสารเมือกจากเมล็ดแมงลักจึงเป็น heteropolysaccharide ที่ประกอบด้วย พอลิแซคคาไรด์อย่างน้อย 3 ชนิด คือ เพนโทแซนที่มีกรดยูโรนิกจำนวนมาก,กลูโคแมนแนนและกาแลกโทกลูโคแมนแนน(Anjaneyalu และ Tharanathan , 1971)

เมื่อได้ศึกษาส่วนของเมือกที่ละลายในกรด พบว่าส่วนที่เป็น เพนโทแซนประกอบด้วย ไซโลส ปริมาณ 42 % , อะราบิโนส ปริมาณ 14 % และ แรมโนส ปริมาณ 12 % ส่วนที่เป็นกรดยูโรนิก พบว่าเป็นกรดกาแลกทูโรนิก ปริมาณ 30 % นอกจากนี้ยังพบ กาแลกโทส และ กลูโคส อีกเล็กน้อย ส่วนที่ละลายในกรดนี้ เป็น พอลิแซคคาไรด์ที่เป็นกรด (acidic polysaccharide) ที่มีกิ่ง (highly branch) โดยที่มี (1⟶4) - linked xylanเป็นแกนหลัก มี น้ำตาลไซโลส บางหน่วยเป็นกิ่งที่ C 2 และ C 3 ส่วนน้ำตาลชนิดอื่น พบเป็น side chain(Anjaneyalu และ Gowda , 1980)

ตารางที่ 1 - 1 ปริมาณและองค์ประกอบของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก
(Anjaneyalu และ Tharanathan , 1971)

องค์ประกอบ (เปอร์เซนต์ของปริมาณสารเมือกตั้งต้น)	OMe (%)	OAc (%)	CMe (%)	กรดยูโรนิก (%)	ชนิดของน้ำตาล (ปริมาณโดยประมาณ)
ส่วนที่ละลายในกรด ได้แก่ กรดยูโรนิก และเพนโทแซน (3.6 %)	1.5	6.6	0.5	34.4	กาแลคโทส , อะราบิโนส ,ไซโลส , แรมโนส (8:6:5:6) กลูโคส และ แมนโนส เล็กน้อย
ส่วนที่ไม่ละลายในกรด ได้แก่ เฮกโซแซน(83.7 %)	0.4	-	0.2	2.0	กลูโคส , กาแลคโทส , แมนโนส , อะราบิโนส , แรมโนส (5 : 4 : 1 : 1 : 1)
ส่วนที่ไม่ละลายในกรดแต่ละลายในด่างได้แก่ กลูโคแมนแนน (37.1 %)	0.3	-	0.2	1.3	กลูโคส , แมนโนส (10 : 3) กาแลคโทส และ แรมโนส เล็กน้อย
ส่วนที่ไม่ละลายในกรดและไม่ละลายในด่างได้แก่ กาแลกโทกลู โคแมนแนน (49.1 %)	0.2	-	-	0.9	กลูโคส , กาแลคโทส , แมนโนส (4 : 2 : 1) อะราบิโนส เล็กน้อย

1.9 ประโยชน์ของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก

สารเมือกของเมล็ดแมงลัก เป็นใยอาหาร ซึ่งเอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ จึงไม่ให้ทั้งสารอาหารและพลังงานต่อร่างกาย แต่มีความสำคัญต่อโภชนาการและสุขภาพ ในแง่ของการมีส่วนช่วยในการบำบัดและป้องกันโรค ที่เกิดจากการได้รับใยอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย โดยปกติใยอาหารแบ่งเป็น เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน คิวทิน และ แวกซ์ และ เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้แก่ เพคทิน กัม และ มิวซิเลจ (สันทนา อมรไชย , 2537) ใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้หมายความถึงการเป็นสารละลายที่แท้จริง แต่หมายถึง การที่ใยอาหาร มีคุณสมบัติในการรวมกับน้ำปริมาณมาก และเกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่น สามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าได้ (Stephen , 1995) เกิด เป็นอนุภาคที่ชอบน้ำ (hydrophilic) หรือ เป็นอนุภาคคอลลอยด์ที่กระจายตัวในน้ำ (Glicksman , 1969) ใยอาหารที่ละลายน้ำจะช่วยให้อาหารในกระเพาะอาหารข้นเหนียว ทำให้เกิดความรู้สึกอิ่ม อาหารเคลื่อนตัวออกจากกระเพาะไปยังลำไส้ใหญ่ช้าลง ทำให้ร่างกายมีเวลาดูดซึมเอาสารอาหารที่ย่อยแล้วไปใช้ได้ นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน ป้องกันการเกิดโรคอ้วน ป้องกันและบำบัดรักษาอาการท้องผูก ต่อต้านการเกิดพิษของสารพิษประเภทไม่ดูดซึม และ สีผสมอาหารจำพวกสารอินทรีย์สังเคราะห์ (ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์ และ เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์ , 2539)

มีการศึกษาพบว่า สารเมือกจากเมล็ดแมงลัก 5 - 10 % ในน้ำ สามารถต้านพิษ ของ tween 60 ซึ่งเป็น non - ionic surface active agents ที่มีฤทธิ์ ทำให้หนูตาย หรือน้ำหนักลดได้ และ สารเมือกจากเมล็ดแมงลัก 10 % ในน้ำ สามารถลบล้างการเกิดพิษ ของ Tartaazine (FD & C yellow NO. 5), Sunset yellow(FD & C yellow NO. 6), Brilliant blue FCF (FD & C blue NO. 1) และ FD & C red NO. 40 ได้ (วิสุดา สุวิทยาวัฒน์ , 2537)

ด้วยประโยชน์ ที่ กล่าวมานี้จึงได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สารเมือกเมล็ดแมงลัก เช่น เครื่องดื่มแมงลักสกัดรสส้ม เป็นเครื่องดื่มพลังงานต่ำ ให้พลังงาน 76 แคลอรี ต่อ 100 กรัม และมีความหนืด 55,000 cps. ที่ 1.5 % w/v สำหรับเป็นสารถ่วงท้องช่วยในการลดน้ำหนัก, ขนมอบที่ใช้สารเมือกจากเมล็ดแมงลักแทนนม และไขมันในส่วนของไส้ ให้พลังงาน 154 แคลอรีต่อ 100 กรัม และมีปริมาณโปรตีน 17.9 กรัม ปรับปรุงจากสูตรมาตรฐาน ที่ให้พลังงาน 236 แคลอรีต่อ 100 กรัม และ มีปริมาณโปรตีน 6.23 กรัม (จิตติมา สิงหวณิช , 2539)

1.10 การศึกษาสมบัติของสารเมือกจากเมล็ดแมงลัก

สารเมือกจากเมล็ดแมงลักเป็นพอลิแซคคาไรด์จากผนังเซลล์พืช (cell wall polysaccharide) คือ เอนไซม์ในร่างกายไม่สามารถย่อยได้ จึงจัดเป็นเส้นใยอาหาร ซึ่งมีสมบัติสำคัญที่ควรพิจารณาศึกษาดังนี้

1.10.1 ความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ในโครงสร้าง (water holding capacity)

คือปริมาณของน้ำที่ถูกตรึงไว้ภายในโครงสร้าง ของเส้นใย ต่อ 1 หน่วยของน้ำหนักแห้ง เส้นใยที่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ปริมาณมากเมื่อรับประทานเข้าไป จะทำให้อาหารเกิดการขยายตัวเพิ่มปริมาตรในกระเพาะ ทำให้รู้สึกอิ่มนานกว่าปกติ ซึ่งเป็นการลดทั้งปริมาณอาหารและพลังงานที่ร่างกายจะได้รับ นอกจากนี้ จะช่วยเพิ่มปริมาณของกากอาหาร ซึ่งจะไปกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ ทำให้กากอาหารนุ่ม เพิ่มปริมาณอุจจาระ ปัจจัยที่มีผลต่อการอุ้มน้ำ ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี , ขนาดอนุภาค , ปริมาณอิเลกโตรไลท์ และ ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของสารละลาย

1.10.2 ความสามารถในการดูดซึมสารอินทรีย์ องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใย มีผลต่อการยึดเกาะของสารอินทรีย์ เช่น กรดน้ำดี , คอเรสเทอรอล , ยา , สารก่อมะเร็ง และสารพิษต่าง ๆ พบว่า เส้นใยที่มีความเป็นกรด เช่น ลิกนิน , เพคทิน , กัม และ สารเมือก จะดูดซึมกรดน้ำดีได้ดี มีผลดีต่อร่างกาย คือ สารอินทรีย์ หรือสารพิษ จะเกาะ และ ถูกขับออกมา พร้อมกับเส้นใย

1.10.3 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

พอลิแซคคาไรด์ที่มีหมู่คาร์บอกซิลิกทำให้โมเลกุลมีความเป็นกรด จะสามารถแตกตัวในน้ำแลกเปลี่ยนประจุบวกกับเกลือแร่ และ อิเลกโตรไลท์ต่าง ๆ ได้ ดังนั้น เมื่อเส้นใยถูกขับออกจากร่างกาย เกลือแร่ และ อิเลกโตรไลท์ในร่างกายก็จะถูกขับออกด้วยบางส่วน ดังนั้นการบริโภคเส้นใยมากเกินไปก็อาจเป็นโทษต่อร่างกายได้เช่นกัน

1.10.4 ขนาดของเส้นใย และ ความหนาแน่น (particle size and density)

เป็นสมบัติที่จะบ่งชี้ถึง สมบัติ อื่น ๆ ของเส้นใยได้ เช่น ถ้าขนาดเส้นใยเพิ่ม ความสามารถในการอุ้มน้ำก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

1.10.5 ความสามารถในการถูกย่อยด้วยจุลินทรีย์

อาหารเส้นใยที่เป็นพอลิแซคคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง (non - starch polysaccharide) เช่น สารเมือก กัม และเพคทิน จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ด้วยกระบวนการหมักเกิดการสังเคราะห์กรดไขมันสายสั้นที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญได้ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้มีส่วนช่วยให้ระบบการทำงานของลำไส้เป็นปกติ (The British Nutrition Foundation, 1990)

1.11 การลดขนาด (size reduction)

คือ การลดขนาดอนุภาคของสารเพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสม โดยให้ได้วัตถุดิบที่มีขนาดที่ต้องการมากที่สุด และมีฝุ่นที่ไม่ต้องการน้อยที่สุด

กระบวนการลดขนาดมีทั้งการลดขนาดแบบเปียกและการลดขนาดแบบแห้ง การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับว่าต้องการสารหลังผ่านการลดขนาดอย่างไร กลไกในการลดขนาดมีหลายวิธี เช่นการตัด(cutting) , การสับ (chopping), การชน (crushing) , การอัด (compression) , การกระแทก (impact) , การบด (grinding) , การโม่ (milling) และ การเสียดสี (attrition) (มนต์ชุลี นิติพน, 2525)

การลดขนาดทำให้ขนาดอนุภาคเล็กลง ซึ่งมีผลโดยตรงต่อพื้นที่ผิว คือ ทำให้พื้นที่ผิวของอนุภาคเพิ่มขึ้น ดังนั้น กระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิว เช่น กระบวนการถ่ายโอนมวลสาร และ กระบวนการดูดซับ ของอนุภาคก็จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นด้วย

1.11.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการลดขนาดอนุภาค

1.11.1.1 ความ แข็ง (hardness), ความครูด (abrasiveness) และความเหนียว (stickiness)ของสารที่จะนำมาลดขนาดอนุภาค ซึ่งมีผลอย่างมากต่อการพิจารณาวิธีการและเครื่องมือ ในการลดขนาด

1.11.1.2 อุณหภูมิ และ ความชื้น ในบรรยากาศ ซึ่งอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะสารบางชนิดที่จะนำมาลดขนาด เช่น สารที่ไวต่อความชื้น ก็จะมีแนวโน้มว่าจะจับตัวกันเป็นก้อน หรือ ติดตามซอกต่าง ๆ ของเครื่องมือ ทำให้การลดขนาดเป็นไปได้ยากขึ้น

1.11.1.3 ขนาดสารที่ป้อนเข้าเครื่อง มีผลต่อขนาดอนุภาค ของสารที่จะได้รับภายหลังการลดขนาด คือ ถ้าสารถูกป้อน อย่างช้า ๆ สารที่ถูกลดขนาดแล้วจะถูกส่งออกมาเร็วทำให้มีอนุภาคขนาดละเอียดน้อย แต่ถ้าป้อนสารอย่างเร็ว ปริมาตรของเครื่องในส่วนลดขนาดจะลดลง นั่นคือปริมาตรของสารที่อยู่ในเครื่องเพิ่มขึ้น ทำให้สารอยู่ในเครื่องนานขึ้น และทำให้เกิดการลดขนาดได้ อนุภาคขนาดละเอียดเพิ่มขึ้น ดังนั้นอัตราเร็วในการป้อนสารที่สม่ำเสมอก็จะทำให้การกระจายขนาดของสารสม่ำเสมอด้วย โดยปกติ มักกำหนดให้อัตราเร็วในการป้อนสารเข้าเครื่อง เท่ากับอัตราเร็วของสารที่ออกจากเครื่อง

1.11.1.4 องค์ประกอบทางเคมีของสาร เป็นข้อคำนึงในการพิจารณาการเลือกวิธีการและเครื่องมือลดขนาด ที่จะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง องค์ประกอบของสาร รวมถึง วิธีการป้องกันอันตรายจากสารที่ บางครั้งอาจมีองค์ประกอบที่ทำให้ติดไฟ หรือ เป็นพิษ (กิตติพันธ์ ตันตระรุ่งโรจน์ และ คณะ , 2529)

1.11.2 เครื่องลดขนาด

1.11.2.1 ส่วนประกอบของเครื่องลดขนาด ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1.11.2.1.1 ส่วนป้อนสารที่จะนำมาลดขนาด

1.11.2.1.2 ส่วนที่ทำการลดขนาดสาร

1.11.2.1.3 ส่วนที่ถ่ายสารออกหลังการลดขนาด

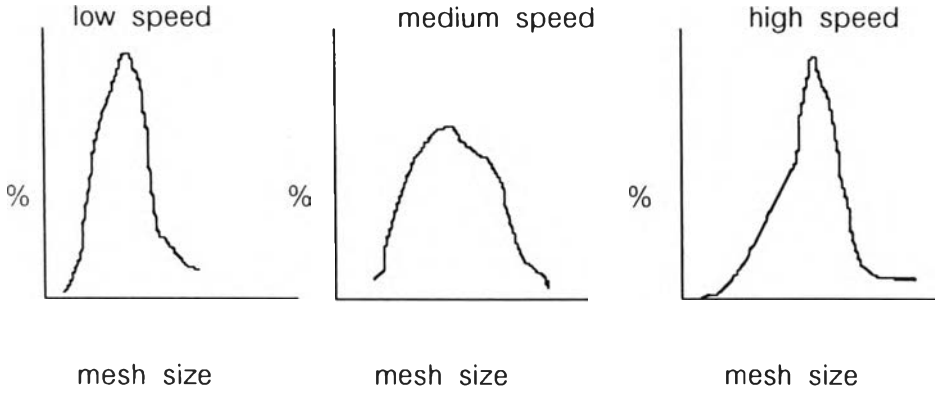
1.11.2. 2 ชนิดของเครื่องลดขนาด แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1.11.2.2.1 เครื่องลดขนาดแบบวงจรเปิด คือ เครื่องลดขนาดที่เมื่อสารเข้าเครื่องและถูกลดขนาดแล้ว ก็จะผ่านออกจากเครื่องไปเลย

1.11.2.2.2 เครื่องลดขนาดแบบวงจรปิด คือ เมื่อสารถูกลดขนาดแล้ว จะผ่านไปยังเครื่องจำแนกขนาด อนุภาคที่ยังใหญ่เกินไปไม่สามารถผ่านเครื่องจำแนกขนาดได้ จะถูกส่งกลับไปลดขนาดอีก จนกว่าจะได้ขนาดตามต้องการ

1.12 เครื่องโม่แบบเสียดทาน (attrition mill)

เครื่องโม่แบบเสียดทาน หรือ เครื่องโม่แบบจานหมุน (disc mill) ประกอบด้วยแผ่นหิน หรือ แผ่นโลหะ สอง แผ่น ติดตั้งในแนวตั้งหรือแนวดิ่ง ซึ่งหมุนไปในทางตรงข้ามกัน หรือ มีเพียงแผ่นเดียวที่หมุน ส่วนอีกแผ่นอยู่กับที่ แผ่นที่หมุนเรียกว่า rotator disc แผ่นที่อยู่กับที่เรียกว่า stator disc แรงที่เกิดจากการเสียดทานระหว่างการหมุนที่กระต่ออนุภาคเป็นแรงเฉือน (shearing force) ทำให้อนุภาคสึกหรอและมีขนาดเล็กลง ช่องว่างระหว่าง disc ทั้งสองสามารถปรับเพื่อควบคุมขนาดอนุภาคของสารได้ เมื่อป้อนสารทางด้านบนของเครื่อง สารจะไหลอยู่รอบ ๆ disc การหมุนอย่างคงที่ของ disc จะบดให้สารเล็กลง อนุภาคที่ผ่านการย่อยขนาดแล้วจะไหลลงสู่ภาชนะรองรับทางด้านล่าง ความเร็วของ disc ที่หมุนมีผลต่อการกระจายตัวของขนาดอนุภาค ดังแสดงในรูปที่ 1 - 6 จะเห็นว่าถ้ามีการหมุนแผ่น disc อย่างช้า ๆ อนุภาคที่ได้ส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก ส่วนความเร็วในการหมุนปานกลางจะทำให้ได้การกระจายขนาดอนุภาคค่อนข้างสม่ำเสมอ และ การหมุนแผ่น disc อย่างเร็วจะทำให้ได้อนุภาคส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่

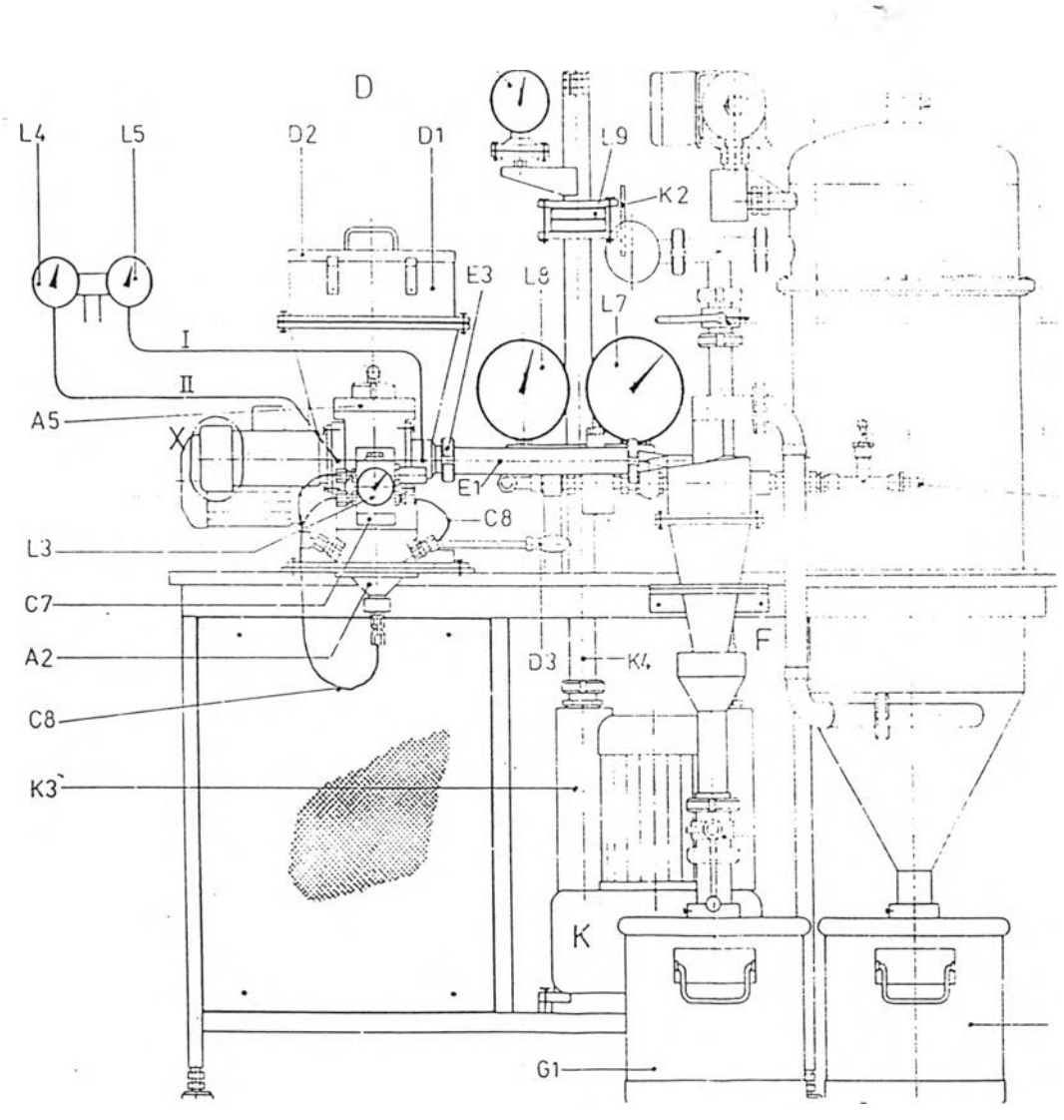


รูปที่ 1 - 6 ผลของความเร็วที่ disc หมุน ต่อการกระจายตัวของขนาดอนุภาค
(กิตติพันธ์ ตันตระรุ่งโรจน์ และ คณะ , 2529)

1.13 เครื่องโม่แบบอากาศพ่น (jet mill)

เครื่องโม่ แบบอากาศพ่น จัดเป็น fluid energy mill คือ ใช้พลังงานจากของไหลในการทำให้อนุภาคถูกย่อยขนาด โดยอนุภาคที่นำมาย่อยขนาด จะแขวนลอยและเคลื่อนที่ไปในอากาศด้วยความเร็วสูง อากาศถูกอัดผ่านหัวฉีด (nozzle) ขนาด 100 - 450 ปอนด์ต่อนิ้ว ทำให้อากาศมีความดัน 5 - 10 ความดันบรรยากาศ การย่อยขนาดอนุภาค เกิดขึ้นโดยการเสียดสีกันระหว่างอนุภาค ส่วนประกอบของเครื่องโดยทั่วไปมี 4 ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนป้อนสาร , ส่วนหัวฉีดอากาศพ่น , ส่วนแยกขนาด และ ส่วนเก็บสารที่ย่อยแล้ว เมื่อสารถูกป้อนเข้าเครื่อง อากาศที่ผ่านหัวฉีดเข้ามาในเครื่อง เมื่อกระทบกับอนุภาคของสาร ทำให้อนุภาคถูกส่งไปกระทบกับผนังเครื่อง และ กระทบกันเอง อากาศที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ทำให้อนุภาคที่ถูกย่อยมีขนาดเล็กลง และถูกส่งออกจากเครื่องผ่านทางไซโคลน (cyclone) ลงไปยังภาชนะรองรับ ส่วนสารที่ยังมีขนาดใหญ่อยู่ จะยังคงถูกแรงเหวี่ยงไปยังข้างเครื่อง ทำให้เกิดการเสียดสีกันต่อไป

ข้อดีของ jet mill คือ เครื่องไม่ร้อนขณะที่ทำการย่อยขนาด แต่ ข้อเสียคือ ต้องมีการควบคุมการป้อนสารเข้าเครื่องในอัตราที่สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการอุดตัน และ ให้ได้การกระจายขนาดสารที่สม่ำเสมอ โดยควบคุมอัตราการป้อนสารให้เท่ากับอัตราการไหลของอากาศเข้าสู่เครื่อง ดังนั้น โดยปกติ jet mill จะมีเครื่องป้อนสารอัตโนมัติที่สามารถควบคุมอัตราการป้อนให้สม่ำเสมอได้ ในแง่เศรษฐกิจ เครื่อง jet mill ค่าใช้จ่ายสูงมากกว่าเครื่องย่อยขนาดชนิดอื่น ๆ แต่สามารถย่อยขนาดสารได้ทีละจำนวนมาก และ ย่อยได้อย่างต่อเนื่อง กว่าเครื่องย่อยขนาดชนิดอื่น ๆ (Fayed และ Otten , 1984) แสดงลักษณะโครงสร้างเครื่อง jet mill ในรูปที่ 1 - 7



รูปที่ 1 - 7 โครงสร้างเครื่อง jet mill

(Alpine Operating Instructions BV 1213/7 E ; Fluidised Bed Opposed Jet mill 100 AFG)

จากรูปที่ 1 - 6 D1 คือ ส่วนป้อนสาร, D2 คือฝาครอบส่วนป้อนสาร, A2 คือ บริเวณอากาศพ่น และ G1 คือส่วนเก็บสารที่ถูกลดขนาดแล้ว

1.14 เครื่องแร่งอากาศพ่น (air jet sieve)

เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอนุภาคที่ละเอียดและมีความเปราะ โดยเครื่องนี้สามารถแยกขนาดได้จนถึงช่วง 50 - 75 μ ลักษณะของเครื่องคือจะมีแร่ง (sieve) วางอยู่บนตัวเครื่อง และมีฝาปิดครอบแร่งไว้ มีปั๊มสูญญากาศต่ออยู่ด้านล่างของตัวเครื่อง ทำให้เกิดสูญญากาศด้านล่างของแร่งดูดให้อนุภาคผ่านลงไปได้ ส่วนใต้แร่งจะมีรูพ่นอากาศ (jet slit) ติดอยู่ที่ radial arm ซึ่งหมุนกวาดไปรอบ ๆ แร่ง ทำให้อนุภาคถูก fluidized ขณะเดียวกันแรงสูญญากาศก็จะดูดอนุภาคขนาดเล็กผ่านแร่งนำไปเก็บไว้ที่ภาชนะรองรับ ด้วยเทคนิคการพ่นอากาศนี้ทำให้ลดปัญหาการอุดตันที่รูเปิดแร่ง (Allen , 1997)

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการใช้เครื่องนี้คือ ต้องไม่มีการรั่วของอากาศเข้ามาจากภายนอก ต้องเป็นระบบปิดสนิทเพื่อให้เกิดสูญญากาศ มีเพียงอากาศที่พ่นจากรูพ่นอากาศเท่านั้นที่จะเข้าไปแทนที่ โดยทั่วไประหว่างตัวเครื่องกับแร่งจะมี rubber sealing ring รองไว้เพื่อให้ทั้งสองส่วนยึดติดกันด้วยแรงดูดจนมีความดันภายในเครื่องต่ำกว่าความดันบรรยากาศ (Washington , 1992) แสดงลักษณะการทำงานของ air jet sieve ดังรูปที่ 1 - 8

1.15 **มูลเหตุจูงใจในการทำงานวิจัย**

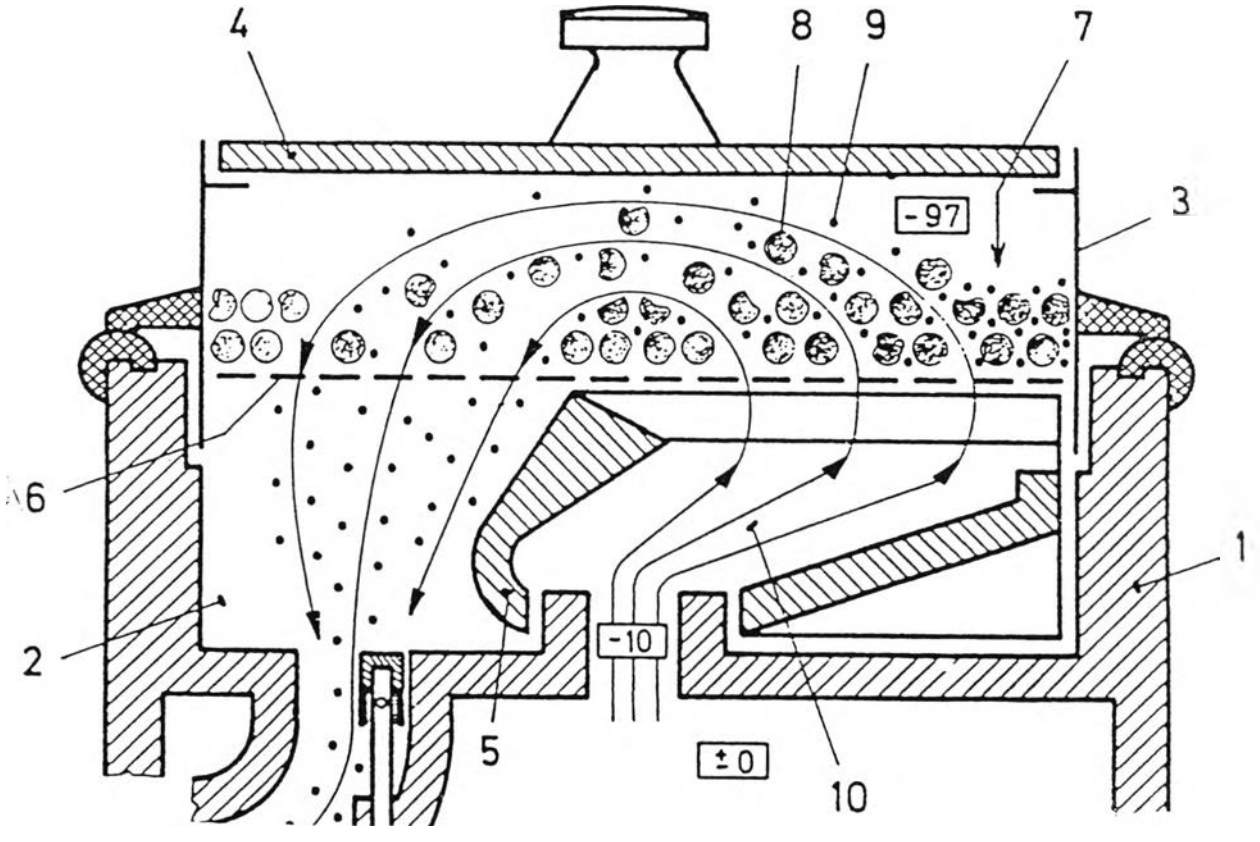
เมล็ดพืชเป็นแหล่งอาหารที่เก่าแก่และมีความสำคัญของมนุษย์มาตั้งแต่โบราณ เนื่องจากประกอบด้วยสารอาหารสำคัญ ๆ ที่ร่างกายต้องการ ไม่ว่าจะเป็น คาร์โบไฮเดรต , โปรตีน หรือไขมัน ซึ่งมีในปริมาณมากน้อยต่าง ๆ กันไปในเมล็ดแต่ละชนิด ในการนำสารอาหารจากเมล็ดเหล่านี้มาใช้ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการสกัดแยกที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปริมาณมากพอกับความต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับอุตสาหกรรม

เนื่องจากเมล็ดพืชมีลักษณะโครงสร้างเป็นชั้น ๆ ได้แก่ เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) , คัพภะ (embryo) และ อาหารสะสม (endosperm) แต่ละชั้นมีสมบัติทางกายภาพและเคมีต่างกันไป ในการเลือกวิธีการสกัด ซึ่งอาจทำได้ทั้งแบบเปียกหรือแบบแห้ง ต้องคำนึงถึงสมบัติทางกายภาพและเคมีที่ต่างกันของเมล็ดด้วย

เมล็ดแมงลัก มีลักษณะโครงสร้างเป็นชั้น ๆ เหมือนเมล็ดพืชทั่วไป ต่างกันที่ ชั้นนอกสุดของเมล็ดซึ่งหุ้มเปลือกเมล็ดอยู่นั้น ประกอบด้วย mucilagenous cell ที่มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ปริมาณมาก และ พองตัวเกิดเป็นสารเมือก (mucilage) นำมาผลิตยาระบายชนิดเพิ่มกาก และ สารเพิ่มมวลในระดับอุตสาหกรรม กระบวนการสกัดสารเมือกด้วยวิธีการโม่เปียกมีข้อด้อยในเรื่องของความยุ่งยาก ใช้เวลามาก และค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงไม่เหมาะสำหรับการผลิตในระดับ

อุตสาหกรรม กระบวนการสกัดด้วยการโม่แห้งนอกจากจะประหยัดค่าใช้จ่ายแล้ว ยังสามารถผลิตได้ปริมาณมากในเวลาที่รวดเร็วกว่า

สถาบันเทคโนโลยีชีวภาพ และ วิศวกรรมพันธุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีเครื่องมือสำหรับการโม่แห้งที่คาดว่ามีประสิทธิภาพสำหรับการสกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลักได้แก่ เครื่อง jet mill และattrition mill งานวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อศึกษาวิธีการสกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลักด้วยเครื่องมือดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตสารเมือกจากเมล็ดแมงลักในระดับอุตสาหกรรมต่อไป



รูปที่ 1 - 8 โครงสร้างเครื่อง air jet sieve

(Alpine Operating Instructions BV 390/17 E ; Alpine Air Jet Sieve A 200 LS)

จากรูปที่ 1 - 8 หมายเลข 1 คือ ตัวเครื่อง (housing) , 2 คือ ฐานรองตัวแร่ง (dish) , 3 คือ ตัวแร่ง (sieve drum) , 4 คือ ฝาปิด (lid), 5 คือ รูพ่นอากาศ (slit - nozzle) , 6คือ ตะแกรงลวด(gauze) , 7 คือ ชั้นของสารที่นำมาแร่ง (layer of material) , 8 คือ อนุภาคหยาบ (coarse material), 9 คือ อนุภาคละเอียด (fine material) และ 10 คือ อากาศพ่น (air jet)

1.16 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา วิธีการสกัดสารเมือกจากเมล็ดแมงลักด้วยการโม่แห้งเพื่อเป็นส่วนหนึ่งสำหรับการพัฒนาการผลิตสารเมือกจากเมล็ดแมงลักในระดับอุตสาหกรรม และศึกษาสมบัติกายภาพ และ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลักก่อนการสกัด รวมทั้งอนุภาคต่าง ๆ ที่ได้จากกระบวนการสกัด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัย จากนั้นทำการศึกษาอิทธิพลต่าง ๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือกที่สกัดแยกได้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

1.17 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. เตรียมตัวอย่างเมล็ดแมงลักได้แก่ทำความสะอาดเมล็ดด้วยการแร่งเอาเศษฝุ่นที่ไม่ต้องการออกและสกัดน้ำมันเมล็ดแมงลัก
2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแมงลักที่สกัดน้ำมันแล้ว
3. ศึกษาวิธีการสกัดแยกสารเมือกจากเมล็ดแมงลักโดยการโม่แห้ง
4. ศึกษาสมบัติทางกายภาพและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอนุภาคต่าง ๆ ที่ได้จากการสกัดแยก
5. ศึกษาอิทธิพลต่าง ๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของสารเมือกที่ได้จากการสกัดแยก