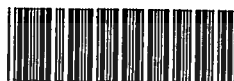




การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตมะขามเปียกก่อน
(Factors Effecting on Tamarind Cube Production)



T096590



นาย ทิมนต์ เงินดี
นางสาว อุทุมพร แสสนธิ

รฟ.
พว 1 ก
2543

เลขหมู่...
เลขทะเบียน... 96590
วัน เดือน ปี... 2543

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ


เรื่อง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตมะขามเปียกก้อน
(Factors effecting on Tamarind cube Production)

โดย

นายทิมนต์ เงินดี
นางสาวอุทุมพร แสสนธิ์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก



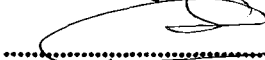
อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

16663

3 ก.ค. 2543

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร



มท

(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

พ 9/4 ก

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

2543

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมนต์ เงินดี และ อุทุมพร แสสนธิ. 2543. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตมะขามเปียกก่อน (Factors Effecting on Tamarind Cube Production) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 43 หน้า
อาจารย์ที่ปรึกษา ผ.ศ. ดร. ระติพร หาเรือนกิจ

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตมะขามเปียกก่อนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความสะดวกในการใช้เป็นเครื่องแกงและป้องกันการสูญเสีย โดยทำการศึกษาร่วมประกอบต่างๆ ที่เหมาะสมและทดสอบความสามารถในการละลายน้ำของมะขามเปียกก่อน โดยนำมะขามเปียกมาทำการแยกเนื้อในอัตราส่วนมะขามเปียกต่อน้ำ 1 : 2 แร่น้ำ 3 ชั่วโมง นำเนื้อมะขามที่ได้ผสมกับ carboxy methyl cellulose หรือ maltodextrin แล้วเกลี่ยบนถาดขนาด 10 x 14 ตารางนิ้ว นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 ชั่วโมง นำเนื้อมะขามแห้งบดละเอียดผ่านตะแกรง 60 mesh แล้วทำการอัด บดอัดเป็นก้อนขนาด 1 x 1 ตารางนิ้วหนา 1 เซนติเมตร จากผลการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริก เปอร์เซ็นต์การผ่านตะแกรง 60 mesh ของมะขามผงและการทดสอบการละลาย พบว่าการใช้ carboxy methyl cellulose มีผลทำให้การละลายไม่ดีเมื่อใช้ในปริมาณที่มาก ส่วนการใช้ maltodextrin ที่ 6 เปอร์เซ็นต์มีผลที่เหมาะสมที่สุดโดยมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 14.37 ค่า pH 2.97 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริก 13.14 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์มะขามผงที่ผ่านตะแกรง 75.87 และการละลายในน้ำร้อนอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ปริมาณอนุภาค 58.0 มิลลิลิตรมีลักษณะที่ฟูของอนุภาค เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนอื่นๆ


...../อุทุมพร
ลายมือนักศึกษา

.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

.....
วัน เดือน ปี

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น คณะผู้จัดทำขอกราบ
 ขอบพระคุณท่านอาจารย์ระติพร หนเรือนกิจ เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ
 และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุก
 ท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้ ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์
 และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการทดลองในระหว่างการปฏิบัติงานและ
 ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือคอยเป็นกำลังใจในการทำงาน
 สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ เป็นอย่างสูงที่คอยเป็นกำลังใจที่ดี ให้ความ
 อบอุ่นและคำปรึกษาตลอดมา

พิมนต์ เงินดี

อุทุมพร แสสนธิ์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญภาพภาคผนวก	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
4. ผลการทดลอง	24
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	35
ภาคผนวก ก	36
ภาคผนวก ข	37
ภาคผนวก ค	37
ภาคผนวก ง	37
ภาคผนวก จ	38
ภาคผนวก ฉ	39

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมะขามเปือก	24
4.2	แสดงปริมาณเนื้อมะขามที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน	25
4.3	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมะขามผงที่ใช้ CMC ที่แตกต่างกัน	25
4.4	แสดงเปอร์เซ็นต์มะขามผงที่ใช้ CMC ที่แตกต่างกันที่ผ่านตะแกรง 60 mesh	26
4.5	แสดงการละลายของมะขามผงที่ใช้ CMC ที่แตกต่างกัน	27
4.6	แสดงการแตกตัวของก้อนมะขามเปือกก่อนที่ใช้ CMC ที่แตกต่างกัน	28
4.7	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมะขามผงที่ใช้ มอลโตเด็คซ์ตริน (DE = 14) ที่แตกต่างกัน	29
4.8	แสดงเปอร์เซ็นต์มะขามผงที่ใช้ มอลโตเด็คซ์ตริน ที่แตกต่างกัน ที่ผ่านตะแกรง 60 mesh	30
4.9	แสดงการละลายของมะขามผงที่ใช้ มอลโตเด็คซ์ตรินที่แตกต่างกัน	31
4.10	แสดงการแตกตัวของก้อนมะขามเปือกก่อนที่ใช้มอลโตเด็คซ์ตริน ที่แตกต่างกัน	32

สารบัญภาพ

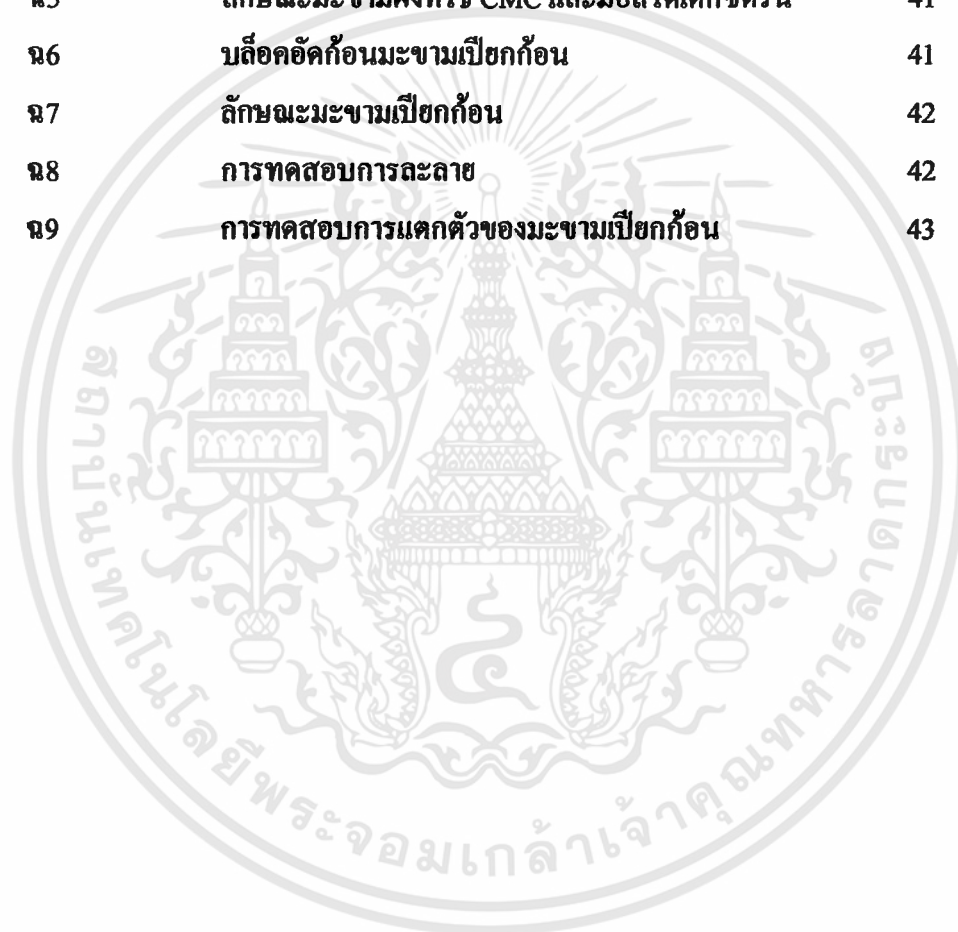
ภาพที่	หน้า
3.1 แสดงขั้นตอนการแยกเนื้อมะขาม	18
3.2 แสดงขั้นตอนการทำมะขามเปียก วิธีที่ 1	20
3.3 แสดงขั้นตอนการทำมะขามเปียก วิธีที่ 2	22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
ฉ1	ลักษณะมะขามเป็ยก	39
ฉ2	ลักษณะเนื้อมะขาม	39
ฉ3	ลักษณะการเกลี่ยมะขามบนถาด	40
ฉ4	ตู้อบลมร้อน	40
ฉ5	ลักษณะมะขามผงที่ใช้ CMC และมอลโตเด็กซ์ทริน	41
ฉ6	บล็อคอັคก้อนมะขามเป็ยกก้อน	41
ฉ7	ลักษณะมะขามเป็ยกก้อน	42
ฉ8	การทดสอบการละลาย	42
ฉ9	การทดสอบการแตกตัวของมะขามเป็ยกก้อน	43



บทที่ 1

บทนำ

มะขาม เป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย มีทั้งมะขามหวาน และมะขามเปรี้ยว มะขามหวานมีค่อนข้างมาก เพราะรัฐบาลมีการส่งเสริมให้ปลูกซึ่งบางช่วงอาจมีปัญหาของมะขามด้นตลาด ราคาถูก ซึ่งในทีนี้จะไม่กล่าวถึง แต่จะกล่าวถึงมะขามเปรี้ยวซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Tamarindus indica* Linn. เป็นพืชตระกูลถั่ว Family leguminosae เป็นผลไม้เขตร้อนที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ตั้งแต่ทะเลทรายจนถึงบนภูเขา จึงพบต้นมะขามเจริญเติบโตในทุก ๆ ภาคในประเทศไทย เป็นพืชที่สำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนไทย โดยเฉพาะประชาชนในชนบท เพราะเราสามารถนำประโยชน์จากต้นมะขามได้เกือบทุกส่วน แต่ในปัจจุบันมะขามเปรี้ยวยังเป็นพืชที่ได้รับความสนใจจากนักวิชาการน้อยมาก ฉะนั้นตำราและเอกสารรายงานต่าง ๆ เกี่ยวกับความก้าวหน้าทางวิชาการของมะขามทั้งภาษาไทยและภาษาต่างชาติยังมีไม่มากนัก ทั้ง ๆ ที่มีการปลูกมะขามเปรี้ยวทั่วทุกภาคทุกจังหวัดของประเทศ แต่เป็นการปลูกอย่างกระจัดกระจาย ปลูกตามบ้านพักอาศัย ตามหัวไร่ปลายนา วัด โรงเรียน และที่สาธารณะ เพื่ออาศัยร่มเงากันแดด ส่วนฝักมะขามเป็นผลพลอยได้เท่านั้น ฉะนั้นถ้าราคามะขามเปลือกสูง มีการส่งเสริมให้มีการปลูกจำนวนมาก ๆ เป็นไร่เป็นสวน ปลูกในที่ดินว่างเปล่า ซึ่งเป็นที่ดินไม่สมบูรณ์ไม่เหมาะที่จะปลูกพืชอื่น แต่สามารถปลูกมะขามเปรี้ยวได้เนื่องจากเป็นพืชที่ปลูกง่าย ทนทานต่อโรคและแมลง และยังเป็นพืชที่ขึ้นต้นที่สามารถให้ผลได้นาน จึงนับว่ามะขามเปรี้ยวเป็นพืชที่ควรได้รับความสนใจ และสนับสนุนให้มาก (ชุมสาย และ คณะ) ดังนั้น ผู้ทำการทดลองจึงได้มีการคิดนำส่วนเฉพาะเนื้อมะขาม นำมาผสมสารเจือปนโมลโคเด็กซ์ตริน แล้วทำการอบแห้ง ทำเป็นผง ทำการขึ้นรูปเป็นมะขามเปลือกอัดก้อน ในสภาวะที่เหมาะสม และทำการทดสอบหาลักษณะการกระจายตัว ที่ฟูให้มีความใกล้เคียงกับมะขามเปลือกให้มากที่สุด มีความสะดวกในการใช้เป็นเครื่องแกง ป้องกันการสูญเสียจากความชื้น และแมลง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่มีประโยชน์ที่สุด

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการผลิตมะขามเปลือกก้อน
2. ทดสอบความสามารถในการละลายน้ำของมะขามเปลือกก้อน

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์

มะขามมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Tamarindus indica*, Linn เป็นพืชในตระกูลถั่ว มีกิ่งก้านสาขาใหญ่โตแข็งแรงมาก จะเริ่มออกฝักเมื่อมีอายุ 10-12 ปี โตเต็มที่เมื่ออายุ 80-100 ปี และมีอายุยืนกว่า 200 ปี มะขามมีหลายพันธุ์ด้วยกัน ปริมาณเนื้อในฝักจะมีมากหรือน้อย รสเปรี้ยวหรือหวานมากเพียงใดย่อมแล้วแต่พันธุ์ ฝักและใบใช้ประโยชน์ในการประกอบอาหารที่นิยมให้มีรสเปรี้ยว ความเปรี้ยวของเนื้อมะขามเนื่องมาจากกรดทาร์ทาริก มะขามนับได้ว่าเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้เกือบทั้งต้นเลยทีเดียว

2.1 ดินกำเนิด

มะขามมีถิ่นกำเนิดในแถบร้อนของแอฟริกา และแพร่กระจายไปยังอินเดียและเอเชีย สำหรับประเทศไทยมีปลูกกันมากทั่ว ๆ ไปในจังหวัดเชียงใหม่ จันทบุรี ปราจีนบุรี สุราษฎร์ธานี และกรุงเทพมหานคร

2.2 พันธุ์

มะขามเปรี้ยวยังไม่มีการจำแนกพันธุ์ที่แน่นอน โดยทั่ว ๆ ไปมี 2 พันธุ์คือ

2.2.1 มะขามกระดาน มีลักษณะฝักโต แบน ยาวโค้งเล็กน้อย เป็นพันธุ์มะขามเปรี้ยวที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก เพราะจากฝักจะโตแล้วยังให้ผลผลิตต่อต้นสูงพบมากที่จังหวัดสงขลา และนครศรีธรรมราช

2.2.2 มะขามขี้แมว มีลักษณะฝักกลม สั้น ๆ จำนวนช้อนน้อย อาจมีลักษณะคอคอดตามข้อฝัก (กองส่งเสริมพันธุ์ กรมส่งเสริมการเกษตร)

2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะขามเป็น ไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่

2.3.1 ราก มะขามที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดจะมีระบบรากแบบรากแก้ว รากมีการแผ่กระจายดี รากยังลึกลงไปในดินได้มากทำให้สามารถหาอาหารได้ดีและทนความแห้งแล้งได้ดี

2.3.2 ลำต้น มะขามมีความสูงของลำต้นประมาณ 6-20 เมตร ทรงพุ่มแน่นและแผ่เป็นวงกลม เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลอ่อนและจะเปลี่ยนเป็นสีเทาเมื่อมีอายุมากขึ้น เปลือกลำต้นมี

ลักษณะหนามขรุขระ มีริ้วรอยมากและแตกเป็นร่องเป็นสะเก็ดเล็ก ๆ ตามแนวทาง ลำต้นแตกกิ่งมากมาย ลำต้นและกิ่งก้านไม่มีหนาม กิ่งก้านเหนียวและหักยาก ปลายกิ่งจะห้อยช้อยลงมา

2.3.3 ใบ ใบมะขามเป็นใบประกอบ ใบยาวประมาณ 7-15 เซนติเมตร มีใบย่อยประมาณ 10-15 คู่ ใบย่อยมีลักษณะยาว ปลายใบย่อยมนกลมหรือเว้าเล็กน้อย ก้านใบย่อยยาวเพียงเล็กน้อย เกือบจะไม่เห็น แผ่นใบเรียบไม่มีขน ด้านล่างของแผ่นใบมีสีเขียวซีดกว่าด้านบน ใบย่อยมีขนาดยาวประมาณ 1-2.4 เซนติเมตรและกว้างประมาณ 4.5-9 มิลลิเมตร

2.3.4 ดอก ออกตามซอกใบ ออกเป็นช่อ ช่อดอกหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยดอกย่อยประมาณ 10-15 ดอก ดอกย่อยแต่ละดอกมีขนาดเล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร ดอกมีกลีบหุ้มดอกอ่อนสีแดง 1 กลีบ กลีบเลี้ยงมีสีเหลืองมี 4 กลีบ ปลายกลีบเลี้ยงมีสีเหลืองมีสีแดงเรื่อ ๆ ดอกแต่ละดอกมีกลีบเลี้ยง 5 กลีบซึ่งมีขนาดไม่เท่ากัน โดย 2 กลีบล่างจะเล็กพื่อหาขไป เกสรตัวผู้มี 3 อันติดกันปรากฏอยู่ใต้กลีบดอก รังไข่มี 1 อัน

2.3.5 ผล ออกเป็นฝักทรงกระบอกแบนเล็กน้อย ฝักมะขามมีความยาว x ความกว้าง ประมาณ 3-14 x 2 เซนติเมตร ฝักอ่อนมีสีเขียวสดเนื้อในมีสีขาวนวล มีรสเปรี้ยวจัด ที่ผิวเปลือกมีนวลหรือละอองสีน้ำตาลทำให้เห็นเป็นสีเขียวปนสีน้ำตาล ซึ่งเนื้อในเปลี่ยนเป็นสีเหลืองนวลและจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม อีกทั้งเนื้อในฝักจะยุบตัวแห้งลง ล่อนออกจากฝัก เมื่อแก่เปลือกฝักจะแห้งแข็งมีสีน้ำตาลอ่อนปนสีเทาแต่ประีบแตกง่าย เนื้อหุ้มเมล็ดจะอยู่ติดกันเป็นพืดและมีลักษณะเหนียวหนืด มีเส้นใยยึดอยู่ 3 เส้น ตามความยาวของฝักซึ่งเรียกว่า “รก”

2.3.6 เมล็ด ขณะเมื่อเมล็ดยังอ่อนอยู่เปลือกหุ้มเมล็ดจะมีสีขาว เมื่อเมล็ดแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มเป็นมันเงา เนื้อในเมล็ดมีสีขาว

2.4 คุณสมบัติและส่วนประกอบต่าง ๆ ของมะขาม

2.4.1 ฝักมะขาม

ส่วนประกอบของฝักมะขามหวานแห้ง	100 กรัมมีดังนี้คือ
ส่วนเปลือกและรก	20-25 กรัม
ส่วนเมล็ด	26-31 กรัม
ส่วนเนื้อ	43-52 กรัม

2.4.1.1 เนื้อมะขาม 100 กรัมประกอบด้วย

กรดทาร์ทาริก	8-18 กรัม
น้ำตาลรีควิ่ง	25-41 กรัม
เพคติน	2-3.5 กรัม
โปรตีน	2-3 กรัม

นอกจากนี้เนื้อมะขามประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตในรูปของแป้ง และยังมีพบ แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินบี1 บี2 ไนอาซิน ส่วนวิตามินเอและวิตามินซีมีอยู่น้อย

น้ำตาลรีควิ่งในเนื้อมะขาม 100 ส่วน ประกอบด้วยกลูโคสประมาณ 70 ส่วนและฟรุกโตส 30 ส่วน มีน้ำตาลซูโครสน้อยมาก

ประมาณครึ่งหนึ่งของกรดทาร์ทาริกในเนื้อมะขามอยู่ในรูปโปแตสเซียมไนทาร์เทรท มีแคลเซียมไนทาร์เทรทอยู่บ้างและมีเกลืออยู่ด้วยเล็กน้อย

ฝักมะขามจะไม่เหมือนกับผลไม้ชนิดอื่น คือ ฝักแก่และสุกแล้ว ปริมาณกรดจะไม่ลดลง แป้งในฝักจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นน้ำตาลรีควิ่ง ประมาณร้อยละ 30-40 ฉะนั้นเมื่อฝักแก่และสุกจะมีรสหวานขึ้น

2.4.1.2 เมล็ดมะขาม

แป้ง	59-65 กรัม
อัลบูมินอสต์	14-20 กรัม
น้ำตาลรีควิ่ง	2.8 กรัม
น้ำมัน (Semidrying oil)	3.9-20 กรัม

2.4.2 ใบมะขาม

ใบมะขามอ่อนมีปริมาณน้ำมาก ปริมาณร้อยละ 80 และเถ้าดำ ใบแก่มีน้ำประมาณร้อยละ 60 และเถ้าสูงขึ้น รสเปรี้ยวของใบมาจากกรดมาจากกรดทาร์ทาริก และกรดมาลิกเป็นส่วนใหญ่

ใบมะขาม 100 กรัม มีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

	ใบอ่อน	ใบแก่
กรดทาร์ทาริก	27	12
โปรตีน	14	10
เถ้า	4	12
แคลเซียม	1.2	3.5

2.5 ประโยชน์

2.5.1 เนื้อมะขาม

เนื้อมะขามนอกจากใช้รับประทานแล้ว ยังสามารถนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ เช่น มะขามแก้ว, เครื่องคั้นน้ำมะขามเปียกผง, มะขามเปียกกวนปรุงรส, มะขามแช่อิ่ม, น้ำมะขามเปียกเข้มข้น, น้ำมะขามหวานเข้มข้น, มะขามเปียกสำเร็จรูป, น้ำมะขามผงโดยใช้เครื่อง Drum dryer, น้ำมะขามผงโดยใช้เครื่อง Spray dryer, น้ำมะขามเข้มข้นโดยใช้เครื่อง Film evaporator เป็นต้น

2.5.2 เนื้อในเมล็ดมะขาม

เนื้อในเมล็ดมะขามไม่มีคุณค่าทางอาหาร เป็นโพลีแซคคาไรด์ที่เรียกว่า เจโลส (Jalose) ในร่างกายของคนไม่มีเอนไซม์ที่จะย่อยแป้งชนิดนี้ได้ แต่ได้มีผู้นำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมที่ใช้กาว แป้งเจโลสนี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับวุ้น เมื่อผสมกับสารละลายบอแรกซ์ (Borax) ใช้ทำกาวได้อย่างดี มีความเหนียวดีมาก ใช้ในอุตสาหกรรมทำกระดาษ อุตสาหกรรมทำผ้าดอก พิมพ์ลวดลายบนแผ่นยาง และใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก เมล็ดมะขามคั่วที่กะเทาะเปลือกออก เอาส่วนเนื้อในเมล็ดแช่น้ำทิ้งไว้จนอ่อนนุ่ม มีรสมันคล้ายถั่ว รับประทานมาก ๆ เป็นยาขับพยาธิได้เดือนในท้องเด็กได้ดีมาก

2.5.3 เปลือกเมล็ด

มีสีน้ำตาลนำไปผสมกับสารส้มและยางสนใช้ย้อมผ้าและขนแกะให้เป็นสีเทา นอกจากนั้นเปลือกเมล็ดยังใช้เป็นยาฝาดสมาน ยาแก้บิด ท้องร่วงและอาเจียน

2.5.4 ลำต้น

เนื่องจากไม้มะขามเป็นไม้เนื้อแข็ง จึงใช้ทำครก สากตำข้าว ทำรางกบไสไม้ ทำค้ำมิด ค้ำขวาน ค้ำจอบ และใช้ทำเชือกได้เป็นอย่างดี และเส้นใย (Fiber) ใช้ทำเชือกได้

2.5.5 ไบอ่อน

ใช้ปรุงอาหารให้มีรสเปรี้ยวเช่น แกงเลียง แกงส้ม คัมกับปลาเค็ม ปลาสด และปลาแห้งเป็นต้น

2.5.6 ไบแก่

สมัยโบราณใช้มะขามคัมกับใบส้มป่อย สระหัวเด็ก ทำให้หัวสะอาดตัวสะอาด หายหัวคิ้วขึ้น ไบมะขามกับหัวหอมคัมใช้ประกอบนาแผนโบราณ ใช้ตำแล้วพอกฝีกันอักเสบใช้เป็นยาถ่ายพยาธิ

2.6 การอบแห้ง

2.6.1 หลักการอบแห้ง

การอบแห้งอาหารทั่ว ๆ ไปอาศัยหลักการที่ว่าปริมาณน้ำหรือความชื้นที่มีในอาหารสูง ๆ จะทำให้อาหารเน่าเสียได้ง่าย ทั้งเนื่องจากจุลินทรีย์และจากปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นการดึงน้ำออกจากอาหารให้มีความชื้นลดลงจนพอเหมาะแก่อาหารแต่ละชนิดแล้วจะทำให้อาหารนั้นสามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น ทั้งนี้หลักการของการอบแห้งอาหารจะเกี่ยวเนื่องกับจุดประสงคของการอบแห้งซึ่งในการอบแห้งอาหารทั่ว ๆ ไป จะมีจุดประสงค์หลักอยู่ 2 ประการคือ

2.6.1.1 เพื่อต้องการลดปริมาณน้ำในอาหารเพื่อป้องกันการเน่าเสียของอาหาร เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยพบว่าปริมาณความชื้นในอาหารที่จะป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปควรจะต้องดึงน้ำออกจนเหลือต่ำกว่าร้อยละ 10 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารเป็นสำคัญ

2.6.1.2 เพื่อต้องการลดน้ำหนักของอาหารเพื่อสะดวกต่อการขนส่ง เนื่องจากการขนส่งผลิตภัณฑ์บางชนิดในสภาพของสด จะกินเนื้อที่และการดูแลรักษาลำบาก ถ้าทำเป็นอาหารแห้งแล้ว การบรรจุขนส่งก็จะสะดวกและประหยัด

2.6.2 การอบแห้งแบบตู้อบหรือห้องอบ (Carbinet drying)

เครื่องตากแห้งหรือเครื่องอบแห้งแบบตู้หรือห้อง เป็นเครื่องอบแห้งที่ใช้กันมานานโดยเฉพาะในงานทดลองทำแห้งอาหารจำพวกเนื้อสัตว์และผักผลไม้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ลมร้อนพัดผ่านอาหารที่มีลักษณะเป็นชิ้น การอบแห้งแบบนี้เหมาะกับอุตสาหกรรมขนาดเล็กเนื่องจากลักษณะการทำงานของเครื่องมือเป็นแบบทำเป็นกะ (Batch)

2.6.3 เครื่องอบแห้งแบบตู้หรือห้อง

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องอบแห้งแบบตู้หรือห้องที่สำคัญคือ ตู้หรือห้องอบ (Drying chamber) ลักษณะเป็นห้องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ถ้าเป็นแบบตู้ส่วนมากภายในจะมีชั้นสำหรับวาง ถาดของอาหารที่จะอบแห้ง หรือถ้าอาหารมีลักษณะเป็นชิ้น เช่น เนื้อ หรือปลาอาจจะมี ตะขอแขวนชิ้นส่วนของอาหารไว้ภายในตู้ ถ้าเป็นแบบห้องอบซึ่งภายในกว้างพอที่จะใช้รถเข็นซึ่งมีลักษณะเป็นชั้น ๆ ใส่อาหารเข็นเข้าไปในห้องอบได้

2.6.4 ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบตู้หรือห้อง

การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบตู้หรือห้องจะมีลักษณะทำเป็นกะ เมื่อใส่อาหารที่ต้องการไว้ในถาดหรือแขวนไว้ในตู้แล้วแต่กรณี เมื่อให้ความร้อนแก่อาหารจนได้อาหารแห้งที่มีความชื้นพอเหมาะแล้วก็จะนำออกจากตู้อบ แล้วใส่อาหารชุดใหม่เข้าไปอบแห้งเป็นชุด ๆ ไป

2.6.5 การควบคุมการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบตู้หรือแบบห้อง

2.6.5.1 ปริมาณอาหารที่ใส่ในตู้อบ (loading) โดยคิดเป็นปริมาณอาหารที่จะใส่ต่อพื้นที่ของตู้ หรือต่อพื้นที่ของถาด ในการอบแห้งพวกผักหรือผลไม้ในลักษณะที่เป็นชิ้น ๆ ทั่วไปจะควบคุมให้มีความหนาประมาณครึ่งนิ้วถึงหนึ่งนิ้วแต่หากเป็นผลไม้ที่มีลักษณะการระเหยน้ำออกง่าย อาจวางซ้อน 2 ชั้น คือ หนา 2 นิ้ว ก็ได้ และปริมาณที่ใส่ในถาดจะมีประมาณ 1 ถึง 3 ปอนด์ต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต ของถาด และปริมาณของอาหารจะไม่มีผลต่อการอบแห้งให้เห็นชัดเจน เมื่ออาหารนั้นมีความชื้นน้อยกว่าร้อยละ 0.2

2.6.5.2 ระบบการหมุนเวียนของอากาศร้อน ภายในตู้อบอากาศร้อนภายในตู้อบควรจะมีไหลเวียนสัมผัสอาหารในถาดหรือในตู้อย่างทั่วถึง ระบบระบายอากาศร้อนขึ้นออกควรจะมีพอเหมาะ เพื่อให้การระบายไอน้ำที่ระเหยออกจากอาหารเกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง และทำให้อุณหภูมิภายในตู้อบไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

2.6.5.3 ช่องว่างระหว่างถาด หรืออาหาร การวางอาหารควรจัดระยะห่างระหว่างถาด หรืออาหารให้มีช่องว่าง ให้อากาศร้อนไหลเวียนสัมผัสได้ทั่วถึง (ก่องกาญจน์ : 2536)

2.7 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose : CMC)

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีชื่อเรียกหลาย ๆ ชื่อ คือ NaCMC, sodium CMC, CMC, CM cellulose, cellulose gum, sodium carboxy meyhyl cellulose หรือ sodium cellulose glycolate จัดเป็นเซลลูโลสอีเทอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างเอือเซลลูโลสที่มีแอลฟา-เซลลูโลสอยู่ในปริมาณสูง กับ etherifying agent ในภาวะที่มีค่าอยู่ด้วย ซีเอ็มซีเป็นสารที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่เป็นอันตรายจึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา

2.7.1 คุณสมบัติของซีเอ็มซี

คุณสมบัติโดยทั่วไปของซีเอ็มซีมีดังนี้ (งามจิตร วัชรยศฤกษ์ศิลป์, 2520)

2.7.1.1 การละลาย

ซีเอ็มซีสามารถละลายได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ แต่จะละลายได้ในตัวทำละลายผสมระหว่างน้ำกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่เข้ากับน้ำได้ เช่น เอทานอล อะซิโตน ปัจจัยที่มีผลความสามารถในการละลายของซีเอ็มซี ได้แก่

- 1) ขนาดของอนุภาค ถ้าอนุภาคมีขนาดใหญ่จะทำให้ละลายได้ช้าการกระจายตัวในน้ำจะมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ อนุภาคที่มีขนาดเล็กหรือมีความละเอียดมากขึ้น จะช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมสารละลาย
- 2) โครงสร้างทางเคมี ถ้ามีค่า D.S. (degree of solubility) สูง ๆ จะสามารถละลายได้เร็วและถ้าน้ำหนักโมเลกุลต่ำ อัตราในการละลายจะเร็วกว่า

2.7.1.2 ความหนืด

สารละลายซีเอ็มซีมีลักษณะใสและหนืด โดยมีพฤติกรรมการไหลเป็นแบบนอนนิวโทเนียน (non-Newtonian) คือ ค่าความหนืดจะเปลี่ยนอัตราเฉือน (shear rate) ซึ่งค่าความหนืดของสารละลายที่วัดได้นั้น จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลจากปัจจัยต่างต่อไปนี้

- 1) ค่า D.P. (degree of polymerization) ค่า D.P. ของเซลลูโลสโดยปกติมีค่าประมาณ 5,000 ซึ่งเซลลูโลสมีค่า D.P. สูง ความหนืดของซีเอ็มซีก็จะสูงขึ้น
- 2) ความเข้มข้น เมื่อสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น ค่าความหนืดจะสูงขึ้น
- 3) อุณหภูมิ ที่อุณหภูมิสูงขึ้นความหนืดของสารละลายจะมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิจะไม่มีผลอย่างถาวรต่อลักษณะของการละลาย แต่

การให้ความร้อนอุณหภูมิสูง ๆ แก่สารละลายเป็นเวลานานอาจเป็นการทำลายโครงสร้างของซีเอ็มซีและทำให้ความหนืดของสารละลายลดลงได้

4) ความเป็นกรดค้าง สารละลายซีเอ็มซีจะมีความเสถียรภาพและมีความหนืดสูงสุดที่ pH ระหว่าง 7-9 ถ้า pH ต่ำกว่า 4 ซีเอ็มซีที่อยู่ในรูปกรดอิสระซึ่งละลายน้ำได้น้อยจะมีมากขึ้นและทำให้ค่าความหนืดสูงขึ้น แต่ที่ pH มากกว่า 10 พบว่าค่าความหนืดจะลดลงเล็กน้อย

5) การใช้ตัวทำละลายผสม เมื่อใช้ตัวทำละลายผสม เช่น กลีเซอรอล-น้ำ สำหรับการเตรียมสารละลายซีเอ็มซีที่มีค่า D.S. สูง ๆ พบว่าความหนืดของตัวทำละลายจะมีผลต่อความหนืดของสารละลายด้วย เช่น สารละลายซีเอ็มซีที่ใช้ตัวทำละลายผสมกลีเซอรอล-น้ำ ในอัตราส่วน 60 : 40 จะมีความหนืดเป็น 10 เท่าของสารละลายซีเอ็มซีในน้ำ

2.7.1.3 เสถียรภาพ (stability)

แม้ว่าสารละลายซีเอ็มซีจะมีความเสถียรภาพดี แต่คุณสมบัติโดยเฉพาะอย่างยิ่งความหนืดก็อาจถูกทำลายได้ เนื่องจากการย่อยสลายด้วยเอนไซม์เซลลูเลสจากจุลินทรีย์ อุณหภูมิ ความเป็นกรดค้าง ออกซิเจน เป็นต้น

2.7.1.4 ความสามารถในการเกิดฟิล์ม

ซีเอ็มซีสามารถเกิดฟิล์มใส แข็งแรงและมีคสามทนทานต่อน้ำมัน โดยฟิล์มซีเอ็มซีจะไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมัน ไขมัน และตัวทำละลายอินทรีย์

2.7.1.5 ความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิต

จากการศึกษาทางด้านพิษวิทยา ไม่พบว่าซีเอ็มซีเป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์และสัตว์รวมทั้งมีผลต่อระบบนิเวศวิทยาน้อยที่สุด เนื่องจากถูกย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์จึงไม่สะสมในแหล่งน้ำที่มีค่า BOD ต่ำ จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาเน่าเสียไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและพืชน้ำ

ซีเอ็มซีที่ผลิตจำหน่ายมีมากมายหลายชนิดคุณภาพ ดังนั้นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เช่น ซีเอ็มซีที่ผสมในอาหาร ต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.5% และมีสารหนูตกัวในปริมาณต่ำมาก ความหนืดเป็นคุณสมบัติอีกประการหนึ่งที่ใช้มักคำนึงถึง ดังนั้นซีเอ็มซีที่ผลิตจำหน่ายมีความหนืดในช่วงต่าง ๆ กันคือ 10-6,000 Centipoise (ในสารละลาย 1%)

2.7.2 การประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรม

2.7.2.1 อุตสาหกรรมอาหาร

- 1) ใช้เป็นสารป้องกันการตกผลึกในไอศกรีม น้ำเชื่อม น้ำตาลไอซิ่ง อาหารพวกที่ฉายน้ำตาล
- 2) ใช้เติมในน้ำเชื่อมหรือน้ำผึ้ง ตลออกจนในอาหารที่มีไขมันสูง เช่น เนยแข็ง เพื่อทำให้จับตัวกันเป็นอาหารเม็ดหรือผงสำเร็จรูป
- 3) ใช้เป็นสารป้องกันการคอลลอยด์ในมายองเนส
- 4) ใช้เป็นสารช่วยในการแขวนลอยในผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกนม น้ำผลไม้
- 5) ใช้เป็นสารทำให้ข้นในน้ำสลัด เครื่องดื่ม อาหารสัตว์
- 6) ใช้เป็นสารทำให้เป็นวุ้นในเยลลี่ ขนมหวาน
- 7) ใช้เป็นสารทำให้ขึ้นฟูในไอศกรีม whipping cream

2.7.2.2 อุตสาหกรรมยา

- 1) ใช้เคลือบเม็ดขยาเพื่อให้คงตัว ใช้เป็นสารควบคุมการออกฤทธิ์ยา เนื่องจากซีเอ็มซีไม่ละลายในสภาวะที่เป็นกรด เช่น ในกระเพาะอาหารแต่ละลายในสภาวะที่เป็นด่าง เช่น ในลำไส้
- 2) ใช้เป็นสารทำให้คงตัวสำหรับยาที่มีส่วนผสมในลักษณะแขวนลอย

2.8 มอลโตเดกซ์ตริน (Maltodextrin)

มอลโตเดกซ์ตรินมีสูตรทางเคมี $(C_6H_{10}O_5)_n \cdot H_2O$ เป็นโพลิโกลูโคสประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์ 1-10 หน่วย เป็นของผสมแซคคาไรด์หลาย ๆ ชนิด เช่น maltose, maltotriose, maltotetraose, maltopentose เป็นต้น เกิดจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของแป้งโดยใช้กรดหรือเอนไซม์เป็นตั้งเร่งปฏิกิริยาประกอบด้วย D-glucose ที่เชื่อมกันด้วยพันธะ α 1-4 มีค่าสมมูลเดกซ์โทรส (dextrose equivalent, DE) ต่ำกว่า 20 มีโมเลกุลของน้ำตาล 3 หน่วย หรือมากกว่านี้ประมาณ 98% และองค์ประกอบน้ำตาล 1-2 โมเลกุล ประมาณ 0.5-3% และมีเปอร์เซ็นต์น้ำคาลอรีคิวซ์ 0.5-3%

มอลโตเดกซ์ตรินมักจะผลิตออกมาในรูปที่แห้ง มากกว่าจะเป็นสารละลายโดยมีความชื้นประมาณร้อยละ 3 ถึง 5 มีสีขาวเป็นผงร่อน มี bulk density อยู่ในช่วง 32 ถึง 36 ปอนด์ต่อตารางฟุต และมีความหวานเล็กน้อยหรืออาจไม่หวานเลยขึ้นอยู่กับค่า DE เมื่อนำมอลโตเดกซ์ตริน

ไปละลายน้ำอาจจะให้สารละลายใสหรือขุ่น ขึ้นอยู่กับชนิดของมอลโตเดกซ์ตรินที่นำมาใช้ นอกจากนี้มอลโตเดกซ์ตรินยังสามารถละลายอยู่ในอาหารที่เป็นของเหลว เช่น นม น้ำผลไม้ ชุป และผลิตภัณฑ์อื่นๆที่เป็นสารละลายน้ำได้เป็นอย่างดี โดยอาจใส่เป็นผงโดยตรง หรือนำมาละลายในน้ำก่อน ซึ่งความสามารถในการละลายขึ้นอยู่กับค่า DE และชนิดของอาหารที่นำไปใช้ มอลโตเดกซ์ตรินที่มีค่า DE ต่ำจะมีแนวโน้มที่ไม่ละลายดีในสารละลายมีของแข็งมากเกินไป

มอลโตเดกซ์ตรินมีคุณสมบัติที่ไม่ลดความชื้นเมื่อเทียบกับแบะแซ (corn syrup) โดยเฉพาะที่มีค่า DE ต่ำ จะมีความสามารถในการลดความชื้นได้น้อยที่สุด มอลโตเดกซ์ตรินจะมีความหนืดลดลงเมื่อมีค่า DE สูงขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณของแข็งด้วย หากปริมาณของแข็งสูง ความหนืดจะสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้มอลโตเดกซ์ตรินยังมีคุณสมบัติให้ลักษณะความเป็นเนื้อ (body) แก่ผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายประเภท (Whistler et. al. , 1984)

มอลโตเดกซ์ตรินได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด อันเนื่องมาจากคุณสมบัติส่วนตัวของผลิตภัณฑ์ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ใช้ในการผลิตขนมอบและขนมขบเคี้ยว หรือในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม และยังมีการนำมอลโตเดกซ์ตรินมาผสมในอาหารเด็กอ่อน ในผลิตภัณฑ์ลูกกวาด ผลิตภัณฑ์นม เครื่องดื่มผงหรือเครื่องเทศ นอกจากนี้ยังได้นำมาใช้ในทางการแพทย์อีกด้วย

2.8.1 คุณสมบัติของมอลโตเดกซ์ตริน

คุณสมบัติที่สำคัญของมอลโตเดกซ์ตรินในด้านการเป็นส่วนประกอบอาหาร คือ การที่มอลโตเดกซ์ตรินมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์อย่างมากมายเช่น

2.8.1.1 Dextrose equivalent

ค่าสมมูลเดกซ์โทรล คือ ค่าที่ใช้ในการวัดหาปริมาณของ reducing sugars ซึ่งก็คือการวัดปริมาณการที่แบ่งถูกไฮโดรไลซิส ถ้าปริมาณการไฮโดรไลซิสเพิ่มขึ้น มอลโตเดกซ์ตรินจะลดลงและ DE เพิ่มขึ้น

2.8.1.2 Binding (ความสามารถในการเกาะตัว)

คุณสมบัติการเกาะตัวของมอลโตเดกซ์ตรินลดลงถ้า DE เพิ่มขึ้น คือมีมวลโมเลกุลเล็กปริมาณ reducing sugars สูงทำให้การเกาะตัวน้อยลง ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า DE ต่ำจะมีมวลโมเลกุลมากและมีความเป็นแป้งมาก เลือค่า DE ต่ำ เวลาจะนำไปใช้เป็นตัวเคลือบเกาะติดได้ดี

2.8.1.3 Freezing point Depression

การที่จุดเยือกแข็งต่ำมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในผลไม้และของหวานแช่แข็งและลูกกวาดที่ DE มีค่ามากทำให้ความสามารถในการลดจุดเยือกแข็งมี

ค่ามาก ในสารละลายที่มีน้ำตาลละลายอยู่มากทำให้ลดจุดเยือกแข็งลงได้ ถ้าทดแทนน้ำตาลซูโครสหรือเดกซ์โทรสบางส่วนด้วยมอลโตเดกซ์ทรินจะช่วยให้อุณหภูมิเยือกแข็งเพิ่มขึ้น ไม่ลดค่าไปมาก

2.8.1.4 Browning reaction

ปริมาณ Browning reaction จะเกิดมากถ้าค่า DE เพิ่มขึ้น ถ้า Reducing sugars ในมอลโตเดกซ์ทรินน้อยจะเกิด ปริมาณ Browning reaction น้อย

2.8.1.5 Hygroscopicity

Hygroscopicity คือความสามารถหรือแนวโน้มในการดูดความชื้นที่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า DE เพิ่มขึ้นมอลโตเดกซ์ทรินถูกใช้แทน corn syrup และ corn syrup solid เพื่อให้ดูดความชื้นน้อยลง

2.8.1.6 Osmolality

ความดันออสโมติกเป็นความดันในสารละลายที่ถูกแยกโดยเมมเบรนไปยังตัวถูกละลายที่ซึมเข้าไปได้ ส่วนออสโมลาลิตี คือ ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติก สารละลายออสโมติกจะเกี่ยวข้องกับอาหารเหลว ออสโมลาลิตีจะมีค่าสูงเมื่อ DE เพิ่มขึ้น อาหารเหลวโดยเฉพาะที่เป็นของเหลวใช้ในอาหารเหลวสำหรับผู้ป่วย เช่น ถ้าความดันออสโมติกของของเหลวสูงผู้ป่วยอาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับอาการท้องร่วง สามารถแทนเกลือด้วยมอลโตเดกซ์ทรินก็จะทดแทนแหล่งของคาร์โบไฮเดรตในสารอาหารของคนได้ ทำให้แรงดันออสโมติกต่ำ ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วยโรค

2.8.1.7 Crystal Growth Inhibition (การป้องกันการตกผลึก)

มีการตกผลึกจำนวนมากในผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมหวานแช่แข็ง การเกิดผลึกไม่เป็นที่ต้องการสามารถทำให้การตกผลึกน้อยลงโดยใช้มอลโตเดกซ์ทรินที่มีค่า DE ต่ำ การที่เราทดแทนน้ำตาลด้วยมอลโตเดกซ์ทรินในผลิตภัณฑ์แช่แข็งจะช่วยป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็ง

2.8.1.8 Solubility (การละลาย)

การละลายมีค่ามากเมื่อค่า DE สูงหรือโมเลกุลมีความเป็นน้ำตาลมาก ผลิตภัณฑ์ที่มี DE สูงจะมีการละลายที่สมบูรณ์

2.8.1.9 Sweetness (ความหวาน)

ถ้า DE เพิ่มขึ้นแข็งที่ถูกไฮโดรไลซ์จะกลายเป็นสารให้ความหวาน เมื่อ DE เพิ่มขึ้นความหวานจะมากขึ้นโมเลกุลมีความเป็นน้ำตาลมากขึ้นก็จะมีค่า

หวานมากขึ้น ในช่วง DE ระหว่าง 5- 15 จะทำให้เปอร์เซ็นต์เดกซ์โตรส สูงที่สุดประมาณ 1% และมีผลต่อความหวานน้อยมาก ดังนั้นมอลโตเดกซ์ตรินจึงให้ความหวานน้อยมากหรือไม่หวานเลย เราจะใช้คุณสมบัตินี้ให้เป็นตัวอย่างในการใช้มอลโตเดกซ์ตรินเป็นตัวพาและ Bulking agent ในอาหาร กลิ่นรสและเครื่องเทศสามารถใส่ลงในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีมอลโตเดกซ์ตริน จะไม่ถูกทำลายไป

2.8.1.10 Viscosity/Bodying agent (ความหนืด)

ความหนืดจะเพิ่มขึ้นถ้า DE ลดลงคือเป็นมวลโมเลกุลใหญ่สารละลายจะมีความหนืดมากกว่า ถ้าความหนืดต่ำค่า DE สูง ซึ่งมีการนำไปใช้เราต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมควรรู้ค่าความหนืดด้วยเพื่อจะใช้ได้ถูกต้องเหมาะสม

2.8.2 การประยุกต์ใช้

2.8.2.1 ช่วยในการทำ Spray drying หรือสิ่งห่อหุ้มกลิ่นรส

มอลโตเดกซ์ตรินช่วยในการห่อหุ้มกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตด้วยวิธี Spray drying หรือ เอ็กซ์ทราซัน

1) Spray drying

มอลโตเดกซ์ตรินนำมาใช้ประโยชน์ในการเป็นตัวช่วยให้เกิดความเสถียรของอิมัลชัน เกิดการสร้างฟิล์มที่ดี ช่วยในการปรับปรุงความสามารถในการไหลเนื่องจากมีค่า hygroscopicity ต่ำ ไม่มีรสชาติ ละลายได้ง่ายทำแห้งได้ง่าย จึงนิยมใช้ในการ spray dry ผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น น้ำผลไม้ กลิ่นรสสังเคราะห์ เป็นต้น

2) Extruded flavor

ในการผลิต dry flavor เกี่ยวข้องกับกระบวนการ extrusion จะผสมน้ำตาลซูโครสและมอลโตเดกซ์ตรินแล้วให้ความร้อนและใส่อิมัลซิไฟเออร์พอสมควรและนำไปให้ความร้อนที่ 120-125 องศาเซลเซียส แล้วลดอุณหภูมิลงมาที่ 110 องศาเซลเซียส และเติมน้ำมันหอมลงไป นำไปผ่านเครื่อง extruder น้ำตาลมอลโตเดกซ์จะช่วยให้การละลายของน้ำมันหอมจากผิวหน้าอนุภาคของกลิ่น

2.8.2.2 Bulking agents

มอลโตเดกซ์ตรินเป็น bulking agents ซึ่งเป็นส่วนสำคัญเหมือนกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ใช้แตกต่างกันในผลิตภัณฑ์ dry mix โดยเฉพาะ beverage mixes ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมจากมอลโตเดกซ์ตรินมีหลายประเภทเช่น ซอส และ gravy mixes กึ่งสำเร็จรูป อาหารเข้ากึ่งสำเร็จรูป การเคลือบไก่และอาหารทะเล โกโก้ผสมปราศจากน้ำตาล และ Jello ปราศจากน้ำตาลเป็นต้น

การใช้มอลโตเดกซ์ตรินเป็น bulking agent ใน dry mixes ก็จะรวมถึง pudding ซุป และของหวานแช่แข็ง การที่มอลโตเดกซ์ตรินเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมมากสำหรับ dry soup mixes เพราะมี hygroscopic น้อยกว่า corn syrup solid

2.8.2.3 ใช้ในทางการแพทย์

ในกลุ่มทางการแพทย์หรือเภสัชกรรม มอลโตเดกซ์ตรินมีความสำคัญ ดังนี้

- 1) อาหารเหลว ใช้กบเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารเหลว มักอยู่ในรูปของเหลวหรือผง เพื่อใช้ผสมกับน้ำ
- 2) ขาเม็ด ใช้มอลโตเดกซ์ตรินผลิตยาโดยใช้เคลือบหรืออาจใช้เป็นโครงสร้างของตัวเอง ซึ่งทำให้อัดเป็นเม็ดง่าย มีค่า hygroscopicity ต่ำ เกิดความหวานและออสโมลาลิตีที่เหมาะสมในน้ำเกลือ และเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ดี
- 3) ใช้เคลือบเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยอาจใช้ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ และโพแทสเซียมไบคาร์บอเนต
- 4) วัสดุทางการแพทย์อื่น ๆ มอลโตเดกซ์ตรินเป็นส่วนผสมในตัวเคลือบทั้งสำหรับเภสัชกรรมและขนมหวานชนิดเม็ด และมีการใช้ผสมกรดฟูลิกเพื่อเป็นตัวเคลือบ

2.8.2.4 Food coating (ตัวห่อหุ้มอาหาร)

มอลโตเดกซ์ตรินจะมีประโยชน์ในส่วนที่ห่อหุ้มอาหารเป็นกรด การห่อหุ้มจะป้องกันการเกิดปฏิกิริยาที่ไม่พึงปรารถนาของกรดกับส่วนผสมของอาหารอื่น ๆ ช่วยยืดอายุของอาหารได้ ได้มีการใช้มอลโตเดกซ์ตริน กับ และอาหารทำจากแป้ง ร่วมกับสารให้ความหวานและเครื่องปรุงเพื่อที่จะห่อหุ้มอาหาร ทำเป็นแป้งเปียกหรือเศษขนมปังหุ้มไว้ เมื่อนำไปทอดจะทำให้ความชื้นลดลง

นอกจากนั้นมอลโตเดกซ์ตรินยังใช้ทางการแพทย์ในรูปแบบ confections หรือ food tablets เป็นชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ง่ายต่อการกลืน เช่น ยาแอสไพริน หมากฝรั่ง วิตามิน ลูกกวาด และแคปซูล

2.8.2.5 การประยุกต์ด้านอื่น ๆ

มอลโตเดกซ์ตรินใช้เป็นส่วนผสมในการทำแข็ง หรือใช้สารละลายมอลโตเดกซ์ตรินทำมันฝรั่งทอดกรอบ และใช้ในการปรับปรุงคุณภาพในการเก็บรักษาของเนื้อในเขตร้อน โดยการฉีดพ่นฝอยที่ผิวหน้าเนื้อด้วยสารละลายมอลโตเดกซ์ตริน

(ชุมสาย และ คณะ. 2529) จากการวิจัยทดลองกรรมวิธีทำมะขามผงจากมะขามเปียกก่อน โดยใช้น้ำเป็นตัวสกัดแยกเนื้อออกจากมะขามเปียก พบว่าอัตราส่วนมะขามต่อน้ำที่เหมาะสมคือ 1 : 2 จะได้เนื้อมะขามมากที่สุด และมีกลิ่นรสดี วัดได้ 21.2 Brix และได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของมะขามผงหลังการเก็บ 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (28 – 30 องศาเซลเซียส) ปรากฏว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ยกเว้นสีของมะขามผงเข้มขึ้นเล็กน้อย มะขามเปียก 1 ส่วนแช่น้ำ 2 ส่วน เข้าเครื่อง disintegrater แยกเอาส่วนรกและเยื่อหุ้มเมล็ดออก แล้วเข้าเครื่อง pulperfinisher แยกเอาเฉพาะเนื้อละเอียด จากนั้นผสมกับ carboxymethyl cellulose 2 – 4 เปอร์เซ็นต์ ป้อนเข้าเครื่อง double drum dryer ควบคุมความเร็ว 1 รอบต่อวินาที ความดันไอน้ำ 5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อุณหภูมิที่ผิวลูกกลิ้ง 130 – 140 องศาเซลเซียส ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 2 มิลลิเมตร พื้นที่ผิวของลูกกลิ้ง 96 x 46 ตารางเซนติเมตรต่อลูก นำแผ่นมะขามเข้าเครื่องบรอนผ่านตะแกรง 40 mesh บรรจุลงโพลีเอททิลีนและอะลูมิเนียมฟอล์ย สามารถผลิตมะขามผงได้ 44 – 45 เปอร์เซ็นต์ ของมะขามเปียก ใช้มะขามผงแทนมะขามเปียกในการประกอบอาหาร เช่น มะขามแก้ว และแกงส้ม ได้ดี แม้ว่า จะเก็บมะขามผงนาน 6 เดือน ก็ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบ

3.1.1 มะขามเปียก

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 กะละมังสแตนเลส

3.2.2 ช้อน

3.2.3 กระชอน

3.2.4 ถาดปลอดสนิม ขนาด 10x14 ตารางนิ้ว

3.2.5 เครื่องชั่งแบบหยาบละเอียด

3.2.6 เครื่องปั่น (Blender) แบบเปียกและแบบแห้ง

3.2.7 พลาสติกกรองถาด

3.2.8 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

ยี่ห้อ SUNTEX รุ่น SP-701

3.2.9 เครื่องทำแห้งแบบตู้ (Carbinet dryer)

ยี่ห้อ

3.2.10 เครื่องทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

ยี่ห้อ MEMERT รุ่น MODELL 400

3.2.11 Beaker 50,100 และ 250 ml

3.2.12 Cylinder 100 ml

3.2.13 Volumetric flask 250 ml

3.2.14 Erlenmayer flask 250 ml

3.2.15 Pipette 10 ml

3.2.16 Burette 50 ml

3.2.17 แท่งแก้ว

3.2.18 กระจกบอมน้ำกลั่น

3.2.19 ลูกชาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2.20 กรวยกรอง
- 3.2.21 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4
- 3.2.22 เทอร์โมมิเตอร์ 0-100 องศาเซลเซียส
- 3.2.23 Magnetic stirrer
- 3.2.24 Aluminium can
- 3.2.25 Tong
- 3.2.26 โดดาคความชื้น
- 3.2.27 ชุดเครื่องร้อน
- 3.2.28 บล็อกสแตนเลส ขนาด 1x1 นิ้ว
- 3.2.29 Aluminium foil

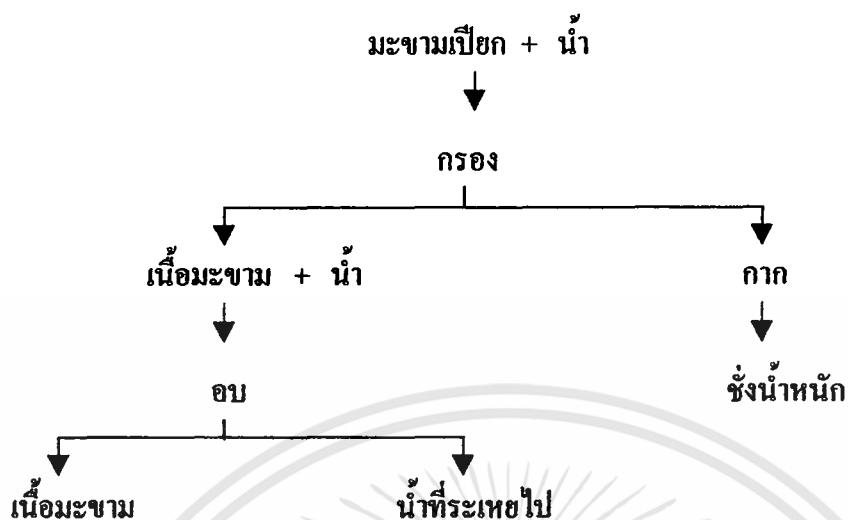
3.3 สารเคมี

- 3.3.1 คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (ซีเอ็มซี)
- 3.3.2 มอลโตเดกซ์ทริน (DE 14)
- 3.3.3 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.0993 N
- 3.3.4 อินดิเคเตอร์ ฟีนอล์ฟทาลีน 1%

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การศึกษาวิธีการแยกเนื้อมะขาม

นำมะขามเปียก 100 กรัม มาแช่ในน้ำอุณหภูมิห้องในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ดังนี้
 มะขามเปียก : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 , 1 : 2 , 1 : 3 , และ 1 : 4 เป็นเวลานานจนสามารถแยกเนื้อ
 มะขามออกจากเมล็ดและรอกได้ง่ายประมาณ โดยใช้เวลา 3 ชั่วโมง นำมะขามเปียกที่แช่ใน
 อัตราส่วนต่าง ๆ กัน มาแยกเนื้อมะขามโดยกรองผ่านกระชอน แล้วนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อ
 คำนวณหาปริมาณเนื้อและน้ำ



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการแยกเนื้อมะขาม

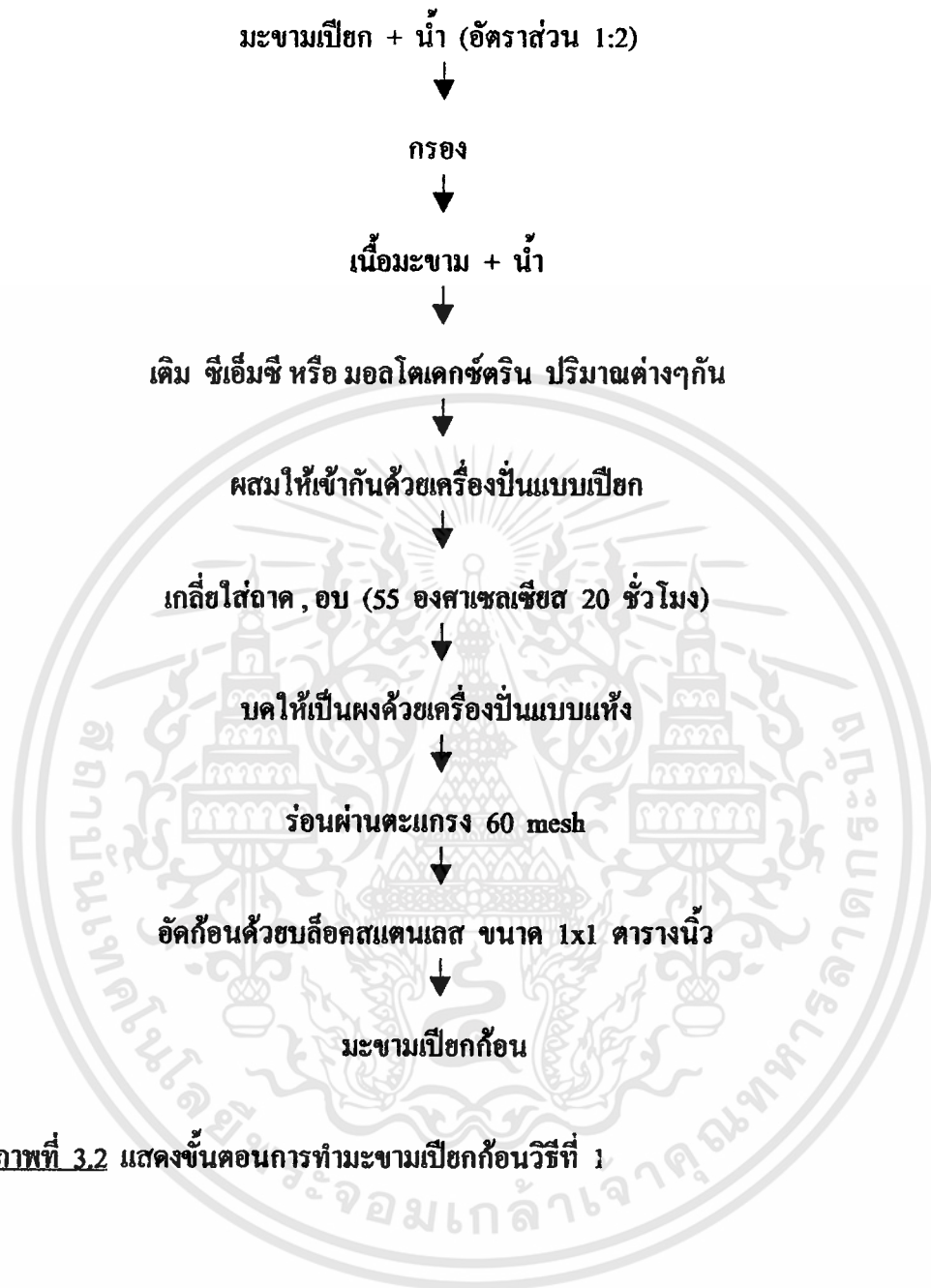
3.4.2 กรรมวิธีการผลิตมะขามเปียกก่อนวิธีที่ 1

3.4.2.1. การทำมะขามเปียกก่อน โดยมีส่วนผสมของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (ซีเอ็มซี) เพื่อหาปริมาณซีเอ็มซีที่เหมาะสม มีขั้นตอนดังนี้

- 1) แช่มะขามเปียกที่อุณหภูมิในอัตราส่วน 1 : 2 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
- 2) แยกเมล็ดและรอกออก
- 3) กรองผ่านกระชอน ได้มะขามเปียก+น้ำ
- 4) เติมซีเอ็มซีในปริมาณต่าง ๆ ดังนี้ 0.1, 0.3, 0.6, 0.8, 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นแบบตีแยก
- 5) เทส่วนผสมที่ได้ลงบนถาดพลาสติกขนาด 10x14 นิ้ว ซึ่งรองด้วยพลาสติก
- 6) นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 55° เป็นเวลา 20 ชั่วโมง
- 7) นำเนื้อมะขามเปียกอบแห้งที่ได้ฉีกให้มีขนาดเล็ก แล้วบดให้เป็นมะขามผงด้วยเครื่องปั่นแบบแห้ง
- 8) ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh
- 9) นำมะขามผงที่ได้มาขึ้นรูปเป็นก้อนด้วยบล็อกสแตนเลส ขนาด 1x1 นิ้ว แล้วห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอล์ย

3.4.2.2 การทำมะขามเปียกก้อน โดยมีส่วนผสมของมอลโตเดกซ์ตริน เพื่อหาปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่เหมาะสม มีขั้นตอนดังนี้

- 1) แช่มะขามเปียกที่อุณหภูมิในอัตราส่วน 1 : 2 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
- 2) แยกเมล็ดและรอกออก
- 3) กรองผ่านกระชอน ได้มะขามเปียก+น้ำ
- 4) เติวมอลโตเดกซ์ตรินในปริมาณต่าง ๆ ดังนี้ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นแบบเปียก
- 5) เทส่วนผสมที่ได้ลงบนถาด ขนาด 10x14 นิ้ว ซึ่งรองด้วยพลาสติก
- 6) นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง
- 7) นำน้่อมะขามเปียกอบแห้งที่ได้ฉีกให้มีขนาดเล็ก แล้วบดให้เป็นมะขามผงด้วยเครื่อง ปั่นแบบแห้ง
- 8) ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh
- 9) นำมะขามผงที่ได้มาขึ้นรูปเป็นก้อนด้วยบล็อกสแตนเลส ขนาด 1x1 ตารางนิ้ว แล้วห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์

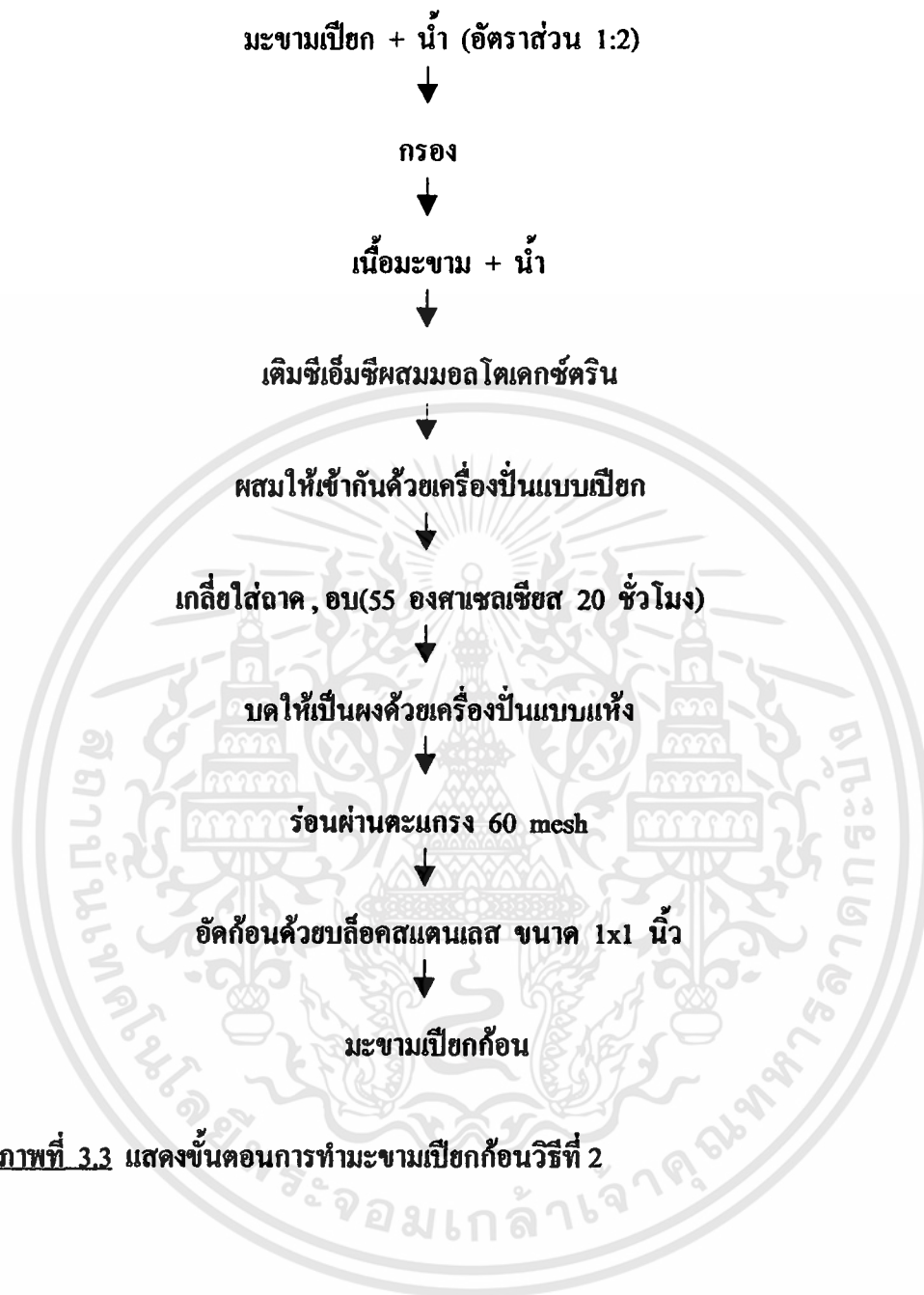


ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำมะขามเปียกก้อนวิธีที่ 1

3.4.3 กรรมวิธีการผลิตมะขามเปียกก่อนวิธีที่ 2

3.4.3.1 การทำมะขามเปียกก่อน โดยมีส่วนผสมของซีเอ็มซีผสมมอลโตเดกซ์ตริน มีขั้นตอนดังนี้

- 1) แร่มะขามเปียกที่อุณหภูมิในอัตราส่วน 1 : 2 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
- 2) แยกเมล็ดและรอกออก
- 3) กรองผ่านกระชอน ได้มะขามเปียก+น้ำ
- 4) เติม ซีเอ็มซี (จากข้อ 3.4.2.1) ผสมกับ มอลโตเดกซ์ตริน (จากข้อ 3.4.2.2) แล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องปั่นแบบเปียก
- 5) เทส่วนผสมที่ได้ลงบนถาดพลาสติกขนาด 10x14 นิ้ว ซึ่งรองด้วยพลาสติก
- 6) นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง
- 7) นำเนื้อมะขามเปียกอบแห้งที่ได้ฉีกให้มีขนาดเล็ก แล้วบดให้เป็นมะขามผงด้วยเครื่องปั่นแบบแห้ง
- 8) ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh
- 9) นำมะขามผงที่ได้มาขึ้นรูปเป็นก้อนด้วยบล็อกสแตนเลส ขนาด 1x1 ตารางนิ้ว แล้วห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอล์ย



ภาพที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการทำมะขามเปียกก้อนวิธีที่ 2

- 3.4.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมะขามเป็ชกก่อน
- 3.1 ปริมาณความชื้น วิธีการวิเคราะห์ แสดงในภาคผนวก ก
- 3.2 การวัดค่า pH, ปริมาณกรด วิธีการวิเคราะห์ แสดงในภาคผนวก ก
- 3.4.4 วิเคราะห์ผลของ ซีเอ็มซี, มอลโตเดกซ์ตริน และ ซีเอ็มซีผสมมอลโตเดกซ์ตริน ต่อ ปริมาณของมะขามผงที่ผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh วิธีการวิเคราะห์ แสดงในภาค ผนวก ข
- 3.4.5 วิเคราะห์ผลของซีเอ็มซี, มอลโตเดกซ์ตริน และ ซีเอ็มซีผสมมอลโตเดกซ์ตริน ต่อการ ละลายของมะขามผง วิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ค
- 3.4.6 วิเคราะห์ผลของซีเอ็มซี, มอลโตเดกซ์ตริน และ ซีเอ็มซีผสมมอลโตเดกซ์ตริน ต่อการ แดกตัวของมะขามเป็ชกก่อน วิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ง
- 3.4.7 วิธีการขึ้นรูปเป็นมะขามเป็ชกก่อน แสดงในภาคผนวก จ

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 องค์ประกอบทางเคมีของมะขามเปียก

มะขามเปียกที่นำมาใช้ควรเป็นมะขามเปียกใหม่ สังเกตได้ที่สีจะเป็นสีน้ำตาลแดง ถ้าเป็นมะขามเปียกที่เก็บไว้นานจะมีสีคล้ำคือสีน้ำตาลเข้ม หรือสีน้ำตาลเกือบดำ สีของมะขามเปียกจะมีผลโดยตรงต่อสีของมะขามผงและมะขามก๊อมน ถ้าเป็นมะขามเปียกใหม่จะได้มะขามผงหรือมะขามก๊อมนเป็นสีน้ำตาลแดง ถ้าเป็นมะขามเก่าจะได้มะขามผงหรือมะขามก๊อมนเป็นสีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลดำ จากการวิเคราะห์ทางเคมีของมะขามเปียก พบว่า มีความชื้น 36.19 % pH 2.66 และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทริก 14.40 % ดังแสดงผลในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมะขามเปียก

วัตถุดิบ	% ความชื้น	pH	ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทริก (%)
มะขามเปียก	36.9	2.66	14.40

4.2 อัตราส่วนที่เหมาะสมของมะขามเปียกกับน้ำ

การแยกเนื้อมะขาม โดยใช้น้ำเย็นเป็นตัวสกัดในปริมาณต่าง ๆ กัน โดยทำการทดลองอัตราส่วนของมะขามกับน้ำ ต่าง ๆ กันดังนี้ 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3 และ 1 : 4 ทำการแช่เป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วทำการร่อนโดยผ่านตะแกรงอย่างหยาบ จากตารางที่ 2 แสดงปริมาณเนื้อมะขามกับน้ำที่แยกออกมาเป็น 80.40, 209.80, 296.20 และ 381.60 กรัม และมีปริมาณน้ำ 81.84 %, 80.69 %, 82.31 % และ 85.59 % เมื่อนำน้ำหนักแห้งจะได้ 18.16 %, 19.30 %, 17.69 % และ 14.41 % ตามลำดับ

จะเห็นว่าอัตราส่วนของมะขามเปียกต่อน้ำที่ใช้ในการแยกเนื้อมะขามเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งได้มากที่สุดคือ 1 : 2 และยังมีลักษณะที่ไม่ขึ้นหรือเหนียวจนเกินไป สามารถเกลี่ยบนภาชนะที่ใส่อบได้ และยังประหยัดพลังงานเมื่อนำไปประเหยน้ำออกด้วยตู้อบลมร้อน ดังแสดงผลในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณเนื้อมะขามที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

มะขาม : น้ำ	การแยกเนื้อมะขามโดยวิธีการผ่านตะแกรง			
	น้ำหนักเนื้อ + น้ำ (g)	ปริมาณน้ำ (%)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำหนักแห้ง (%)
1 : 1	80.40	81.84	14.60	18.16
1 : 2	209.80	80.69	40.50	19.30
1 : 3	296.20	82.31	52.40	17.69
1 : 4	381.60	85.59	55.00	14.41

4.3 ผลองค์ประกอบทางเคมีของมะขามผงที่ใช้คาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส (CMC) ที่แตกต่างกัน

จากผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าปริมาณ CMC มีผลต่อความชื้น และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริก มีผลต่อมะขามผงที่ได้ โดยจะลดลงตามเปอร์เซ็นต์ CMC ที่ใช้ในการทดลอง พบว่าเปอร์เซ็นต์ CMC ที่ 0.1 % , 0.3 % , 0.6 % , 0.8 % , 1% , 2 % , 3% และ 4% ทำให้ความชื้นกรดลดลง ค่า pH จะเพิ่มขึ้นดังแสดงผลในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมะขามผงที่ใช้ CMC ที่แตกต่างกัน

% CMC	% ความชื้น	pH	ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริก (%)
0	36.90	2.66	14.40
0.1	26.17	2.99	13.53
0.3	23.68	3.00	13.41
0.6	19.36	3.00	13.28
0.8	17.21	3.01	13.28
1	16.21	3.02	13.26
2	14.45	3.06	13.15
3	14.02	3.11	12.54
4	12.84	3.20	10.68

ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.4 ผลของ CMC ที่แตกต่างกันต่อปริมาณมะขามผงที่ผ่านตะแกรง 60 mesh

จากการทดลองพบว่าปริมาณของ CMC ที่ระดับต่าง ๆ กัน มีผลต่อการผ่านตะแกรง 60 mesh เมื่อใช้ CMC ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นการจะทำให้ ค่าความชื้นจะลดลงมากทำให้ปริมาณที่ผ่านตะแกรงมีจำนวนมากตามไปด้วย ปริมาณมะขามผงที่ผ่านตะแกรงช่วง 0.1–0.8 เปอร์เซ็นต์ผงมะขามจะจับตัวกัน เนื่องจากความชื้นจากภายนอกและความคงตัวไม่ดี ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์มะขามผงที่ใช้ CMC ที่แตกต่างกัน ที่ผ่านตะแกรง 60 mesh

% CMC	% ผ่านตะแกรง	ลักษณะของมะขามผง
0.1	2.88	ผงละเอียดจับตัวกัน
0.3	12.71	ผงละเอียดจับตัวกัน
0.6	23.04	ผงละเอียดจับตัวกัน
0.8	27.47	ผงละเอียดจับตัวกัน
1	49.74	ผงละเอียด
2	71.44	ผงละเอียด
3	78.95	ผงละเอียด
4	84.46	ผงละเอียด

ตัวอักษรในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.5 ผลของ CMC ที่แตกต่างกันต่อการละลายของมะขามผง

จากการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ CMC ที่ใช้ในปริมาณมากมีผลต่อการละลาย ทำให้การละลายไม่ดี มีลักษณะคล้ายเม็ดทราย เวลาการตกตะกอนจะเร็วตามไปด้วย แต่เมื่อลดปริมาณ CMC ลงจะมีผลทำให้ปริมาณตะกอนที่ได้เป็นอนุภาคที่มีลักษณะที่ฟุ้งขึ้นเล็กน้อย เวลาในการตกตะกอนจะช้าลง CMC ปริมาณมากความชื้นต่ำที่ได้จะน้อยทำให้การตกตะกอนจะเร็วและคงสภาพของอนุภาคที่ไม่ละลาย จากการทดลองการตกตะกอนในน้ำเย็นพบว่าการตกตะกอนจะ

เร็วและเวลาในการตกตะกอนจะสั้น ส่วนการทดลองการละลายในน้ำร้อนการตกตะกอนจะช้า
ลงเวลาในการตกตะกอนจะยาวลงขนาดอนุภาคจะฟูขึ้นเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงการละลายของมะขามผงที่ใช้ CMC ที่แตกต่างกัน

% CMC	การละลายโดยใช้น้ำเย็น (23 °C)		การละลายโดยใช้น้ำร้อน (85 °C)	
	ปริมาณอนุภาค (ml)	เวลาที่หยุดตกอนุภาค (นาที)	ปริมาณอนุภาค (ml)	เวลาที่หยุดตกอนุภาค (นาที)
0	58.67	45.00	72.33	38.33
0.1	24.67	28.33	28.00	13.33
0.3	23.33	18.33	24.33	11.67
0.6	21.33	15.00	21.33	11.67
0.8	17.67	15.00	17.67	11.67
1	15.33	11.67	15.00	6.67
2	13.33	6.67	14.33	6.67
3	13.21	5.00	14.00	5.00
4	13.16	5.00	12.67	5.00

ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.6 ผลของเปอร์เซ็นต์ CMC ต่อการแตกตัวของมะขามผงอัดก้อน

จากผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ CMC มีผลต่อการแตกตัวของมะขามผงอัดก้อน โดย ปริมาณ CMC ที่ใช้มากจะทำให้การแตกตัวเร็วทั้งในการทดสอบที่ใช้น้ำร้อนและน้ำเย็น แต่การ ทดสอบด้วยน้ำร้อนจะแตกตัวเร็วกว่าและใช้เวลาในการแตกตัวหมดก้อนเร็วกว่า เพราะเปอร์ เซนต์ CMC มีผลต่อความคงตัว เปอร์เซ็นต์ความชื้นจะลดลงถ้าใช้ในปริมาณมาก เมื่อทำการอัด ก้อนทำให้การเกาะตัวกันไม่แน่น ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงการแตกตัวของก้อนมะขามที่ใช้ CMC ที่แตกต่างกัน

% CMC	การละลายในน้ำเย็น (23 °C)		การละลายในน้ำร้อน (85 °C)	
	เวลาเริ่มแตกตัว (นาที)	เวลาแตกตัวหมด ก้อน (นาที)	เวลาเริ่มแตกตัว (นาที)	เวลาแตกตัวหมด ก้อน (นาที)
0.1	15.05	60.00	0.33	5.19
0.3	9.31	30.40	0.20	3.30
0.6	2.26	12.82	0.12	3.03
0.8	1.21	6.31	0.10	1.52
1	0.29	3.41	0.06	1.24
2	0.13	0.51	0.03	0.45
3	0.04	0.46	0.02	0.26
4	0.03	0.41	0.02	0.30

ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.7 ผลองค์ประกอบทางเคมีของมะขามผงที่ใช้ Maltodextrin ที่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ผลพบว่า Maltodextrin มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น จะลดลงใน ช่วงที่เหมาะสมในการทดลองพบว่า ช่วงเปอร์เซ็นต์ Maltodextrin 1 % - 7 % ค่าความชื้น จะลดลงตามลำดับ แต่ในการทดลองใช้ Maltodextrin ที่ 10 % พบว่า ค่าความชื้นจะเพิ่ม

ขึ้นเล็กน้อย แต่การละลายจะดี ทั้งนี้เพราะ การละลายจะมีค่ามากเมื่อค่า Dextrose equivalent (DE) สูงหรือโมเลกุลมีน้ำตาลมาก ผลิตภัณฑ์ที่มี DE สูงจะมีการละลายที่สมบูรณ์ (Maltrin) จึงทำให้มะขามผงมีลักษณะที่ขึ้นขึ้น

และจากการวิเคราะห์ผล ค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริก จะลดลงตามเปอร์เซ็นต์ Maltotextrin ถ้าใช้ในปริมาณที่มากจะทำให้ ค่า pH และเปอร์เซ็นต์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริกจะลดลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของมะขามผงที่ใช้มอลโทเด็กซ์ตริน (DE = 14) ที่แตกต่างกัน

% M-14	% ความชื้น	PH	ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทาริก (%)
0	36.90	2.66	14.40
1	22.07	2.86	13.78
2	19.50	2.91	13.66
3	16.86	2.91	13.66
4	16.02	2.93	13.53
5	15.92	2.96	13.27
6	14.37	2.97	13.16
7	14.05	2.97	12.78
10	18.48	2.98	12.29

ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.8 ผลของมอลโทเด็กซ์ทรินที่แตกต่างกันต่อเปอร์เซ็นต์มะขามผงที่ผ่านตะแกรง 60 mesh

จากผลการทดลองพบว่า ความชื้นมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การผ่านตะแกรงของมะขามผง ช่วงเปอร์เซ็นต์ มอลโทเด็กซ์ทริน 1 % - 7 % จะมากขึ้น ตามลำดับ เพราะมีความชื้นลดลง ส่วนที่ 10 % เปอร์เซ็นต์การผ่านตะแกรงจะลดลง มะขามผงที่ผ่านตะแกรงที่ใช้มอลโทเด็กซ์ทริน ร้อยละ 1 , 2 และ ร้อยละ 10 เพราะปริมาณที่ใช้ทำให้ความคงตัวไม่ดี สามารถดูความชื้นจากภายนอกทำให้ผงมะขามเกาะตัวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงเปอร์เซ็นต์มะขามผงที่ใช้มอลโทเด็กซ์ทรินที่แตกต่างกันที่ผ่านตะแกรง 60 mesh

% M-14	% ผ่านตะแกรง	ลักษณะของมะขามผง
1	15.07	ผงละเอียดจับตัวกัน
2	22.51	ผงละเอียดจับตัวกัน
3	45.22	ผงละเอียด
4	53.74	ผงละเอียด
5	67.74	ผงละเอียด
6	75.87	ผงละเอียด
7	78.92	ผงละเอียด
10	24.20	ผงละเอียดจับตัวกัน

ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.9 ผลการละลายของมะขามผงที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน

จากผลการทดลองพบว่า เปอร์เซนต์ Maltotextrin มีผลต่อการละลายของมะขามผงโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างจะเห็นว่า ปริมาณ Maltotextrin ที่ใช้ในปริมาณมาก จะช่วยอนุภาคฟุ้งัวมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับอนุภาคของเนื้อมะขามเปียก เวลาในการตกตะกอนในน้ำเย็นจะเร็วกว่าการตกตะกอนที่ทดสอบด้วยเย็น ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงการละลายมะขามผงที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน

% M-14	การละลายโดยใช้น้ำเย็น (23 °C)		การละลายโดยใช้น้ำร้อน (85 °C)	
	ปริมาณอนุภาค (ml)	เวลาหยุดตกอนุภาค (นาที)	ปริมาณอนุภาค (ml)	เวลาหยุดตกอนุภาค (นาที)
0	58.67	45.00	72.33	38.33
1	31.00	25.00	36.00	33.33
2	37.33	31.67	40.00	43.33
3	39.67	21.67	46.33	38.33
4	44.00	31.67	49.00	41.67
5	54.00	38.33	51.33	46.67
6	57.33	38.33	58.00	50.00
7	53.33	33.33	55.33	40.00
10	58.00	38.33	58.33	45.00

ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

4.10 ผลของเปอร์เซ็นต์มอลโตเด็กซ์ทรินที่แตกต่างกันต่อการแตกตัวของมะขามฝัก ก่อน

จากผลการทดลองพบว่า ความชื้นมีผลต่อการแตกตัวของมะขามฝักที่อัดก้อน โดยความชื้นที่มีเปอร์เซ็นต์น้อยจะแตกตัวเร็ว การแตกตัวหมดก้อนก็จะเร็ว ทั้งการทดสอบด้วยน้ำร้อนและน้ำเย็น แต่การใช้น้ำร้อนจะแตกตัวเร็วกว่าการดกจะเร็วกว่าด้วย ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงการแตกตัวของก้อนมะขามที่ใช้มอลโทเด็กซ์ทรินที่แตกต่างกัน

% M-14	การแตกตัวในน้ำเย็น (23°C)		การแตกตัวในน้ำร้อน (85 °C)	
	เวลาที่เริ่มแตกตัว (นาที)	เวลาที่แตกตัวหมดก้อน (นาที)	เวลาที่เริ่มแตกตัว (นาที)	เวลาที่แตกตัวหมดก้อน (นาที)
1	0.17	1.71	0.06	1.10
2	0.12	1.33	0.03	0.44
3	0.05	1.32	0.02	0.39
4	0.04	0.26	0.02	0.21
5	0.03	0.27	0.02	0.18
6	0.03	0.26	0.02	0.16
7	0.02	0.24	0.02	0.17
10	0.10	0.50	0.03	0.38

ตัวอักษรในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

- 5.1.1 จากผลการทดลองทำมะขามเปียกก่อน การใช้มะขาม : น้ำ ในอัตราส่วน 1 : 2 จะสามารถแยกเนื้อมะขามได้มากที่สุด ร้อยละ 19.30 โดยน้ำหนักแห้ง ใช้เวลาในการแช่ด้วยน้ำเย็น 3 ชั่วโมง
- 5.1.2 มะขามเปียกก่อนที่ใช้ Maltotextrin จะมีประสิทธิภาพในการละลายสูงกว่ามะขามก่อนที่ใช้ Carboxymethyl celluloses ที่อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง แต่เมื่อเปรียบเทียบเวลาในการอบการใช้ Carboxymethyl cellulose จะใช้เวลาที่น้อยกว่ามะขามเปียกก่อนที่ใช้ Maltotextrin โดยเปรียบเทียบเวลาที่อบแห้งที่ 20 ชั่วโมง พบว่า Carboxymethyl celluloses ที่ร้อยละ 4 มีความชื้นร้อยละ 12.84 ส่วน Maltotextrin ร้อยละ 7 มีความชื้นร้อยละ 14.05 ในปริมาณที่ใช้แตกต่างกันทำให้ความชื้นน้อยที่สุดในการวิเคราะห์ จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำมะขามเปียกก่อนเลือกใช้ Maltotextrin ที่ 6 % เนื่องจากประสิทธิภาพในการละลายสูง คือ 57 มิลลิลิตร ในน้ำเย็น และ 58 มิลลิลิตร ในน้ำร้อน ความชื้นร้อยละ 14.37 ค่า pH 2.97 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทริก ร้อยละ 13.16 เปอร์เซนต์การผ่านตะแกรง 60 mesh ร้อยละ 75.87 ด้วยทดสอบทางสถิติหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อเปรียบเทียบกับการทำมะขามผงที่ใช้ Carboxymethyl celluloses (ชุมสาย และคณะ. 2529 การวิจัยทดลองกรรมวิธีทำมะขามผง.) ซึ่งทำให้การละลายต่ำ แต่ก็ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคใน การทำมะขามแก้ว และ แกงส้ม ดังนั้นการใช้ Maltotextrin จึงมีผลต่อการละลายและลักษณะที่ดีกว่าการใช้ Carboxymethyl celluloses เมื่อเปรียบเทียบกับ การละลายของมะขามเปียก ส่วนการศึกษาการยอมรับต้องมีการศึกษาต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 การเลือกใช้ เปอร์เซนต์ Maltotextrin ต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นด้วย เช่น ราคา ของ Maltotextrin หรือแหล่งที่จำหน่าย เป็นต้น
- 5.2.2 มะขามเปียกที่ใช้ในการทำมะขามเปียกก่อน ต้องมีการวัดค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทริก หรือการเลือกซื้อเฉพาะเจ้าเดียว
- 5.2.3 การทดสอบการละลายของมะขามก่อนต้องเปรียบเทียบกับมะขามเปียกที่แยกเนื้อแล้ว

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2529. การปลูกมะขามเปรี้ยว. โรงพิมพ์ ทวีทิ . กรุงเทพฯ.
- กองกาญจน์ อังสุพานิช. 2536. การศึกษากาการผลิตว่านหางจระเข้ผง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์.
คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- งามจิตร์ วิฑูรย์สถิตย์กุล. 2530. ซีเอ็มซี (CMC). อุตสาหกรรมสาร. 20 (6) : 1 - 18
- ชุมสาย สีลวานิช และคณะ. 2529. กรรมวิธีการทำมะขามผง. รายงานการวิจัยโครงการวิจัย กย.7.4
29. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- รุ่งนภา พงสวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
กรุงเทพฯ. โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์
- รายงานกิจกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ. การศึกษากาการผลิตน้ำเชื่อมมะขามเปียกอัดก้อนเพื่อการ
ส่งออก. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. ฉบับที่ 46 ปีงบประมาณ
2531.
- บัญญัติ สุขศรีงาม. 2518. เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร. เล่ม 2.
- สมบัติ ขอทวีวัฒนา. กรรมวิธีการทำแห้ง. ภาควิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- โสภณ เริงสำราญ และ คณะ. 2541. การสังเคราะห์คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสจากขานอ้อย.
สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. : 14 - 20
- อัคกะปัทคาน ปาทาน และ นวลศรี รักษิระธรรม. 2539. การพัฒนาการผลิตมอลโตเด็กซ์ตริน. J.
Sci. Fac.CMU. 23(2) : 36 – 41
- อรพิน ภูมิภมร และ ประเสริฐ อธิวิกุล. 2535. การผลิตมอลโตเด็กซ์ตรินจากแป้งข้าวเจ้าและแป้ง
มันสำปะหลัง. วิทยาการเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์. ปีที่ 26 ฉบับที่ 2 เมษายน –
มิถุนายน. หน้า. 164 – 172
- Schenck W. Fred and Hebeda E. Ronald.1992. Strach Hydrolysis Process. Worldwide
Technology. VCH. Inc.
- Maltrin. Maltodextrins and Corn Syrup Sollids for Food Formulation GPC Naturally. Grain
Processing Corporation.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบทางเคมี

1. วิธีวิเคราะห์ความชื้น

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้ได้น้ำหนักแน่นอน ใน aluminium can ที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝา aluminium can ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง จากนั้นเอาออกจากตู้อบแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถกันความชื้น จึงชั่งน้ำหนักทดลองอบซ้ำอีกประมาณครึ่งชั่วโมง หรือจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นจาก

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละ (Wet Basis)} = \frac{(\text{น้ำหนักความชื้นก่อนอบ} - \text{น้ำหนักความชื้นหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. วิธีวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด

ชั่งตัวอย่างประมาณ 5-10 กรัม ให้ได้น้ำหนักแน่นอน เติมน้ำกลั่น 100 ml ต้มเดือดเบาๆ ประมาณ 20 นาที แล้วทิ้งให้เย็น จากนั้นเทใส่ volumetric flask 250 ml เติมน้ำกลั่นให้เป็น 250 ml กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 จากนั้นวัดค่า pH ของสารละลายใน beaker 50 ml ด้วย pH meter จุดสารละลายที่วัดค่า pH แล้ว จำนวน 10-20 ml (ปริมาตรแน่นอน) เติมน้ำกลั่น 100 ml ไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน แล้วคำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดทาร์ทริก ซึ่งมีน้ำหนักสมมูล 75

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด} = \frac{1 \times 75 \times \text{normality of NaOH} \times \text{titer}}{10 \times \text{sample weight}}$$

ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์ผลของซีเอ็มซีและมอลโตเดกซ์ทริน ต่อปริมาณของมะขามผงที่ผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh

ชั่งตัวอย่างมะขามผง 100 กรัม ชั่งตะแกรงขนาด 60 mesh และ pan บันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นนำตัวอย่างมะขามผงใส่ลงในเครื่องล่อนตะแกรง ปิดฝาถือเครื่องให้แน่นพร้อมที่จะทำงาน เปิดสวิทซ์เดินเครื่องเป็นเวลา 5 นาที และตั้งความแรงในการเขย่า เมื่อร้อนจนครบ 5 นาที นำ pan ไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เพื่อหาน้ำหนักมะขามผงที่อยู่ใต้ตะแกรง บันทึกน้ำหนักที่ได้ คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์มะขามผงที่ลอดผ่านตะแกรง

ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์ผลของซีเอ็มซี, มอลโตเดกซ์ทริน และซีเอ็มซีผสมมอลโตเดกซ์ทริน ต่อการละลายของมะขามผง

การละลายในน้ำเย็น

ชั่งตัวอย่างมะขามผง 5 กรัม ใส่ลงใน beaker 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร คนให้ละลายเป็นเวลา 5 นาที ด้วย magnetic stirrer ความดัน 5 watt เทใส่กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร ตั้งเกดลักษณะตะกอน และจับเวลาจนกระทั่งหยุดตกตะกอน

การละลายในน้ำร้อน

ชั่งตัวอย่างมะขามผง 5 กรัม ใส่ลงใน beaker 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปต้มบน hot plate จนมีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส คนให้ละลายเป็นเวลา 5 นาที ด้วย magnetic stirrer ความดัน 5 watt ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เทใส่กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร ตั้งเกดลักษณะตะกอน และจับเวลาจนกระทั่งหยุดตกตะกอน

ภาคผนวก ง วิธีวิเคราะห์ผลของซีเอ็มซี, มอลโตเดกซ์ทริน และซีเอ็มซีผสมมอลโตเดกซ์ทริน ต่อการแตกตัวของมะขามเปียกก้อน

การแตกตัวในน้ำเย็น

นำตัวอย่างมะขามเปียกก้อน ขนาด 1×1 ตารางนิ้วหนา 1 เซนติเมตร ใส่ลงใน beaker 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จับเวลาเมื่อเริ่มมีการแตกตัวจนกระทั่งแตกตัวหมดก้อน

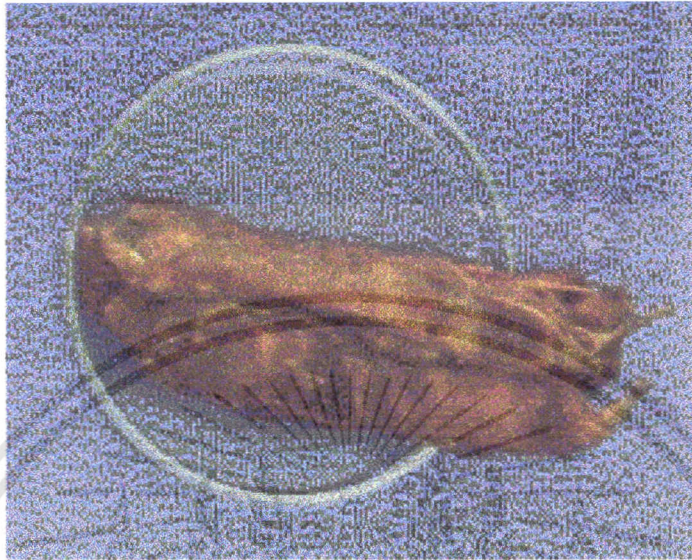
การแตกตัวในน้ำร้อน

นำตัวอย่างมะขามเปียกก้อน ขนาด 1×1 ตารางนิ้ว หนา 1 เซนติเมตร ใส่งใน beaker 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ที่ตั้งบน hot plate ที่มีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส จับเวลาเมื่อเริ่มมีการแตกตัวกระทั่งแตกตัวจนหมดก้อน

ภาคผนวก จ วิธีการขึ้นรูปเป็นมะขามเปียกก้อน โดยใช้บล็อกสแตนเลสขนาด 1×1 ตารางนิ้ว

ซังมะขามผงที่ได้จากการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh 5 กรัม ใส่งในบล็อควัสดุรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นจะใช้แรงคนอัดบล็อกตัวผู้ลงไปจนกระทั่งขีดบอกระดับที่ 1 เซนติเมตร อยู่ระดับเดียวกับขอบบนของบล็อกควมเม็ช จากนั้นจะทำการแกะออกมาจากบล็อกควมเม็ช จะได้มะขามเปียกก้อนขนาด 1×1 ตารางนิ้ว หนา 1 เซนติเมตร

ภาคผนวก ฉ



ภาพภาคผนวกที่ ฉ1 ลักษณะมะขามเป็ชก



ภาพภาคผนวกที่ ฉ2 ลักษณะเนื้อมะขาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

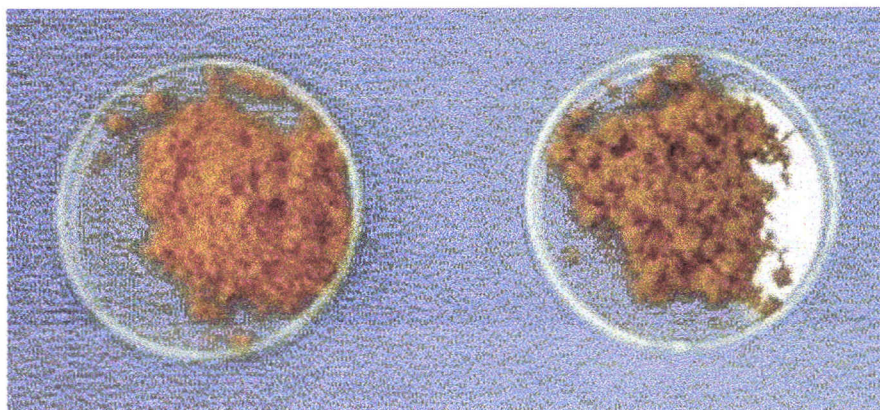


ภาพภาคผนวกที่ ๓ ลักษณะการเคลือบมะขามบนฉาด

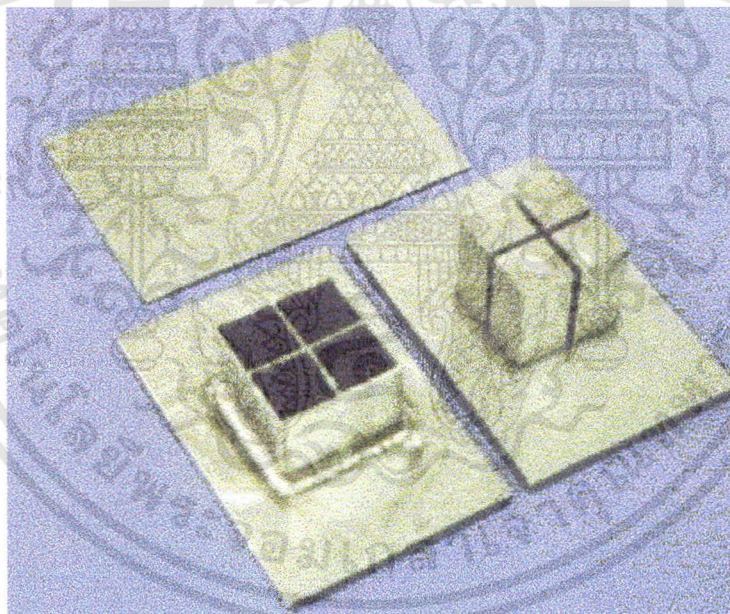


ภาพภาคผนวกที่ ๔ ตู้อบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

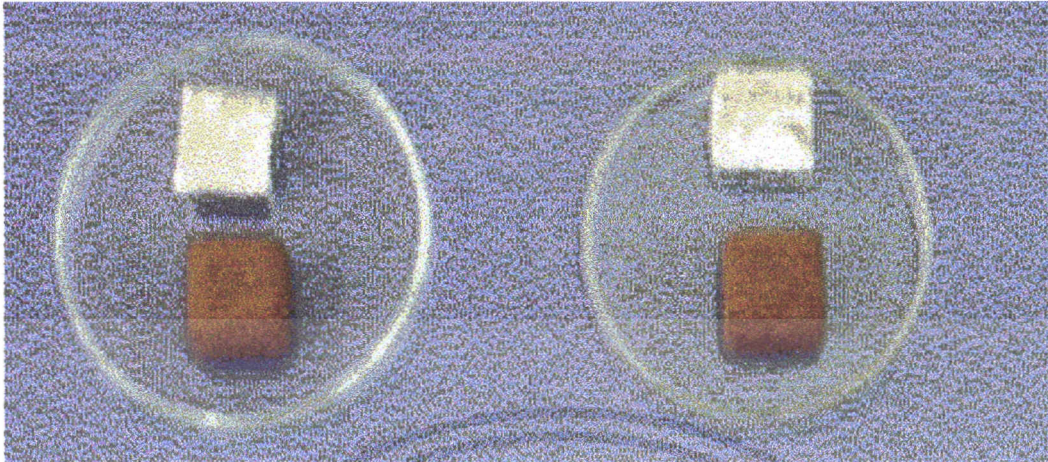


ภาพภาคผนวกที่ ๓5 ลักษณะมะขามผงที่ใช้ CMC และ มอลโตเด็กซ์ตริน



ภาพภาคผนวกที่ ๓6 บล๊อคอัดก้อนมะขามเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ๗ ลักษณะมะขามเปียกก่อน



ภาพภาคผนวกที่ ๘ การทดสอบการละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ๑๑ การทดสอบการแตกตัวของมะขามเปียกก่อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้