ความเสียหายของมังคุดเมื่อได้รับแรงกระแทก

Impact Damage in Mangosteens (*Garcinia mangostana L.*)

ชลทิศา พีระประสมพงศ์

Chontisa Peeraprasompong

๑

เลขหมู่ TP441.M36 ช23 2540 ฉ.2

Order Key 28961

Bib Key 124747

19 ก.ค. 2543

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Food Technology

Prince of Songkla University

2540

ชื่อวิทยานิพนธ์	ความเสียหายของมังคุดเมื่อได้รับแรงกระแทก
ผู้เขียน	นางสาวชลทิศา พีระประสมพงศ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาหาร

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ ประเสริฐสรรพ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุธีระ ประเสริฐสรรพ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ สดุดี)

.....กรรมการ
(อาจารย์วิโรจน์ ยูรวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนทร โสตถิพันธุ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ ความเสียหายของมังคุดเมื่อได้รับแรงกระแทก

ผู้เขียน นางสาวชลทิศา พีระประสมพงศ์

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

ปีการศึกษา 2539

หอสมุด คุณหญิงชนม อรรถเกรียงสุนทร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่
ได้รับจาก
19 ก.ค. 2543

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้านทานการเสียหายเชิงกลของมังคุดที่รับภาระแบบกระแทก ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมังคุดที่เสียหายที่อายุการเก็บต่าง ๆและศึกษาถึงวัสดุรองรับที่สามารถลดแรงกระแทกได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม จากเครื่องมือที่ออกแบบโดยอาศัยหลักการคงตัวของพลังงาน ใช้มังคุดระยะที่ 4 (ผิวสีแดงหรือน้ำตาลอมแดง) มวลขนาดเล็ก(60-80 กรัม),กลาง(81-100 กรัม) และใหญ่ (101-130 กรัม) ปล่อยให้ตกกระแทกด้วยความเร็ว 7 ระดับ ได้แก่ ความเร็วที่ระดับความสูง 10,15,20,25,30,35 และ 40 ซม.และใช้มังคุดที่ไม่ถูกกระแทกเป็นชุดควบคุม และศึกษาถึงประสิทธิภาพของวัสดุรองรับต่อความเสียหายของมังคุดและอายุการเก็บรักษา โดยใช้มังคุดระยะที่ 4 มวลขนาด 100±15 กรัม ปล่อยให้ตกกระแทกด้วยพลังงาน 3 ระดับ คือ ที่ระดับความสูง 20, 40 และ 60 ซม. ขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ (แผ่นโฟมโพลีสไตรีนและกระดาษหลุม) เก็บรักษานาน 20 วัน ที่อุณหภูมิห้องโดยเก็บตัวอย่างทุก 5 วัน พบว่าความเสียหายของมังคุดขึ้นจะอยู่กับพลังงานดูดกลืน ซึ่งเซลล์ของเปลือกมังคุดมีความต้านทานพลังงานกระแทกระดับหนึ่ง ถ้าเกินระดับที่เซลล์ทนได้ เซลล์จะเกิดบาดแผลและส่งผลต่อเนื่องทำให้เปลือกแข็ง พลังงานกระแทกสามารถทะลวงเข้าไปทำลายเนื้อมังคุดให้เสียหายได้โดยที่เซลล์เปลือกบางส่วนยังไม่ถูกทำลาย ความเสียหายของมังคุดจะขึ้นอยู่กับพลังงานที่มังคุดดูดกลืนอย่างมาก โดยความเสียหายจะเกิดในลักษณะของเปลือกแข็งเป็นหลัก รองลงมาคือเนื้อเสียหาย ซึ่งเนื้อมังคุดที่เสียหายจะมีสีเข้มขึ้นและมีปริมาณกรดทั้งหมดและน้ำตาลทั้งหมดต่ำกว่าปกติ อายุการเก็บที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความเสียหายของมังคุดรุนแรงขึ้นตามลำดับ วัสดุรองรับที่สามารถลดความเสียหายได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมคือแผ่นโฟมโพลีสไตรีนโดยจะลดพลังงานที่มังคุดดูดกลืนได้ 3-12 เท่า ซึ่งผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคยอมรับมังคุด(ขนาด 100±15 กรัม ขณะใช้แผ่นโฟมรองรับ)ที่ได้รับพลังงานกระแทกไม่เกิน 0.397 จูล(ความสูงไม่เกิน 40 ซม.)ที่อายุการเก็บไม่เกิน 15 วัน

Thesis Title	Impact Damage in Mangosteens (*Garcinia mangostana L.*).
Author	Miss Chontisa Peeraprasompong
Major Program	Food Technology
Academic Year	1996

Abstract

This thesis reports a study of impact damage in mangosteens (*Garcinia mangostana L.*).Mangosteens of stage 4 maturity (red or redish brown pericarp with some purple tinge) were released to hit a granite slab in a pendalum manner. Energy absorbed by the fruit was the different between the kinetic energy before and after the impact. Three sizes of the mangosteens, according to the weight (60-80 g.,81-100 g. and 101-130 g.), were tested at the drop heights of 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 cm. Damage protection effectivenesses of two packaging materials, namely, polystyrene foam and card board, were tested with mangosteens weighed 100±15 g. of stage 4 maturity and drop heights of 20, 40 and 60 cm. Quality of the storaged mangosteens (at room temperature) was examined every 5 days to determine the shelf life. It was found that the degree of damage (in term of pericarp hardening and aril deterioration) can be related to the energy absorbed by the fruits. The amount of damage increased with the storage time. The total acid and total sugar in the damaged aril were below normal level . Polystyrene foam is recommended to be used as the pakaging material as it can reduce the energy absorbed by the mangosteens in the range of 3-12-folds. Organoleptic tests revealed that the mangosteens with polystyrene protection was acceptable if the drop height was less than 40 cm. and shelf life not more than 15 days.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ รศ.ดร.สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รศ.ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำในการค้นคว้าวิจัยและการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณ อ.พิทยา อดุลยธรรม ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัย ขอบคุณ ดร.ชูศักดิ์ ลิ่มสกุล ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ให้ยืมเครื่องวิเคราะห์สัณญาน ขอบคุณศูนย์เครื่องมือของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ให้ยืมหัวกำเนิดแสงเลเซอร์และเซนเซอร์ ขอบคุณ ผศ.ดร.ไพรัตน์ โสภโณดร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่ให้ยืมเครื่องมือวัดค่าสี ขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนเงินทุนการศึกษาและเงินทุนวิจัย ค่าใช้จ่ายในงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดินและบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณอรรถพร สุขเกษม ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณ คุณไพบูลย์ เทพภักดี , คุณวันเพ็ญ สุขเกษม และคุณสุพิศ นวลแก้ว ที่ช่วยเป็นธุระติดต่อสวนมังคุด ขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือทุกท่านที่ยังไม่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ชลทิศา พีระประสมพงศ์

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบาญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพ	(20)
บทที่	
1.บทนำ	1
1.บทนำต้นเรื่อง	1
2.ตรวจเอกสาร	2
2.1.ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมังคุด	2
2.2.ความเสียหายเชิงกลของผลไม้	10
2.3.การบรรจุและบรรจุภัณฑ์	14
2.4.วัตถุประสงค์	16
2.วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ	17
1.การทดลองที่ 1 การออกแบบเครื่องมือสำหรับกระแทกมังคุด	17
2.การทดลองที่ 2 คุณสมบัติต้านทานความเสียหายของมังคุด	27
3.การทดลองที่ 3 ประสิทธิภาพของวัสดุรองรับต่อการป้องกัน การเสียหายของมังคุดและอายุการเก็บรักษา	31 26
3.ผลการทดลองและวิจารณ์	36
1.ผลการทดลองที่ 1 การออกแบบเครื่องมือสำหรับกระแทกมังคุด	36
2.ผลการทดลองที่ 2 คุณสมบัติต้านทานความเสียหายของมังคุด	39
2.1.ผลของความเร็วกระแทก	39
2.2.ผลของพลังงานกระแทก	44
2.3.ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ	50
3.ผลการทดลองที่ 3 ประสิทธิภาพของวัสดุรองรับต่อการป้องกัน การเสียหายของมังคุดและอายุการเก็บรักษา	52

สารบาญ(ต่อ)

	หน้า
3.1.ความเสียหายทางกายภาพของเปลือกมังคุด	52
3.2.ความเสียหายของเนื้อมังคุด	57
3.3.ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส	63
4.สรุปผลการทดลอง	70
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก	79
ก.ข้อมูลดิบของผลการทดลอง	79
ข.ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลการทดลอง	125
ค.ข้อมูลผลการวิเคราะห์ทางสถิติ	132
แบบทดสอบชิม	157
ประวัติผู้เขียน	159

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลไม้	1
1.2	ดัชนีระดับสีผิวและลักษณะของผลมังคุด	3
2.1	สูตรคำนวณค่าความผิดพลาดของเครื่องมือ	27
3.1	ค่าความละเอียดของเครื่องมือ	37
3.2	ค่าความละเอียดของตัวแปรในสมการ	37
3.3	ผลการคำนวณค่าความผิดพลาด	38
3.4	ระดับความสูงที่ทำให้มังคุดขนาดต่างๆเสียหาย	50
3.5	พลังงานที่มังคุดดูดกลืนเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ	56
3.6	แสดงค่า L,a และ b ของเนื้อมังคุดที่เสียหาย ที่ระดับพลังงานกระแทกต่างกัน	59
3.7	ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความยากง่าย ในการปอกเปลือกมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	63
3.8	ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความเข้มของสี ของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	64
3.9	ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความสด ของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	65
3.10	ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความหวาน ของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	66
3.11	ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความเปรี้ยว ของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	67

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.12	ค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องการยอมรับรวมของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน	68
3.13	อายุการเก็บของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน(วัน) ขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ	69
ตารางภาคผนวก ก.		79
ผก.1	ข้อมูลดิบผลการทดลองที่ 2	80
ผก.2	ข้อมูลผลการทดลองของชุดควบคุมในการทดลองที่ 3	87
ผก.3	ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 20 ซม. ไม่มีวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3	89
ผก.4	ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 40 ซม. ไม่มีวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3	93
ผก.5	ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 60 ซม. ไม่มีวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3	97
ผก.6	ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 20 ซม. ใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3	101
ผก.7	ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 40 ซม. ใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3	105
ผก.8	ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 60 ซม. ใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3	109
ผก.9	ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 20 ซม. ใช้กระดาษหลุมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3	113
ผก.10	ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 40 ซม. ใช้กระดาษหลุมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3	117
ผก.11	ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 60 ซม. ใช้กระดาษหลุมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3	121

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผก.12	ข้อมูลผลการหาคุณสมบัติของวัสดุรองรับโดยใช้ลูกบิลเลียด	125
ตารางภาคผนวก ข.		129
ผข.1	ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมวลขนาดต่าง ๆเมื่อถูกกระแทกที่ความเร็วต่างกัน	126
ผข.2	น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกัน	126
ผข.3.	สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อถูกกระแทกที่ความเร็วต่างกัน	126
ผข.4	ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดเมื่อถูกกระแทกที่ระดับความเร็วต่างกัน	127
ผข.5	พลังงานกระแทกเมื่อขนาดของมังคุดต่างกันที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกัน	127
ผข.6	พลังงานที่มังคุดดูดกลืนที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกัน	127
ผข.7	การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	128
ผข.8	น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	128
ผข.9	สัดส่วนลึก(อัตราช้ำลึก)ของเปลือกแข็งของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	128
ผข.10	ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน	129
ผข.11	ค่า L (ความขาว) ของเนื้อมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	129
ผข.12	ค่า a (สีแดง) ของเนื้อมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	129
ผข.13	ค่า b (สีเหลือง) ของเนื้อมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	130
ผข.14	ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้ำที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	130

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผข.15	ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนช้ำที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	130
ผข.16	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้ำที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	131
ผข.17	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนช้ำที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน	131
ตารางภาคผนวก ค.		132
ผค.1	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	133
ผค.2	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	133
ผค.3	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	133
ผค.4	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าระดับการช้ำของเนื้อมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	134
ผค.5	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าพลังงานดูดกลืนของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	134
ผค.6	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนาของเปลือกมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	134
ผค.7	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าพลังงานที่มังคุดดูดกลืน(จูล) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ	135
ผค.8	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก ของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	135

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผค.9	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 5 วัน	135
ผค.10	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 10 วัน	136
ผค.11	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 15 วัน	136
ผค.12	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 20 วัน	136
ผค.13	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 0 วัน	137
ผค.14	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 5 วัน	137
ผค.15	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 10 วัน	137
ผค.16	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 15 วัน	138
ผค.17	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 20 วัน	138

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผค.18	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	138
ผค.19	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	139
ผค.20	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	139
ผค.21	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ระดับการช้ำของเนื้อมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	139
ผค.22	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ระดับการช้ำของเนื้อมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	140
ผค.23	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ระดับการช้ำของเนื้อมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	140
ผค.24	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ระดับการช้ำของเนื้อมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน	140
ผค.25	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ระดับการช้ำของเนื้อมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 20 วัน	141
ผค.26	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L (ความสว่าง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	141

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผค.27	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L (ความสว่าง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	141
ผค.28	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L (ความสว่าง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	142
ผค.29	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L (ความสว่าง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน	142
ผค.30	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า L (ความสว่าง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 20 วัน	142
ผค.31	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a (สีแดง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	143
ผค.32	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a (สีแดง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	143
ผค.33	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a (สีแดง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	143
ผค.34	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a (สีแดง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน	144
ผค.35	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า a (สีแดง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 20 วัน	144

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผค.36	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b (สีเหลือง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	144
ผค.37	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b (สีเหลือง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	145
ผค.38	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b (สีเหลือง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	145
ผค.39	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b (สีเหลือง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน	145
ผค.40	วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า b (สีเหลือง) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 20 วัน	146
ผค.41	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	146
ผค.42	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	146
ผค.43	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	147
ผค.44	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน	147

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผค.45	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	147
ผค.46	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	148
ผค.47	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	148
ผค.48	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน	148
ผค.49	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	149
ผค.50	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	149
ผค.51	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	149
ผค.52	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน	150
ผค.53	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	150

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผค.54	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	150
ผค.55	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	151
ผค.56	วิเคราะห์ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนซ้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน	151
ผค.57	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความยากง่ายในการปอกเปลือกมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	152
ผค.58	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความยากง่ายในการปอกเปลือกมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	152
ผค.59	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความยากง่ายในการปอกเปลือกมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	152
ผค.60	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความยากง่ายในการปอกเปลือกมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน	152
ผค.61	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความเข้มของสีของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	153
ผค.62	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความเข้มของสีของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	153

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผค.63	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความเข้มของสีของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	153
ผค.64	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความสดของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	153
ผค.65	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความสดของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	154
ผค.66	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความสดของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	154
ผค.67	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความหวานของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	154
ผค.68	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความหวานของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	154
ผค.69	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความหวานของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	155
ผค.70	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความเปรี้ยวของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	155
ผค.71	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความเปรี้ยวของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	155

รายการตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ผค.72	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องความเปรี้ยวของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	155
ผค.73	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องการยอมรับรวมของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน	156
ผค.74	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องการยอมรับรวมของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน	156
ผค.75	วิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เรื่องการยอมรับรวมของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน	156

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	การเปลี่ยนแปลงสีผิวของมังคุดเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง	4
1.2	หลักการของเครื่องมือที่เคลื่อนที่แบบแกว่ง(pendalum)	13
2.1	เครื่องมือที่ออกแบบสำหรับใช้ในการวิจัย	18
2.2	หลักการของเครื่องมือที่ใช้ในโครงการวิจัย	19
2.3	ลักษณะคลื่นไฟฟ้าบนจออออสซิลโลสโคป	19
2.4	มังคุด(ระยะ 4)ที่นำมาใช้ในการทดลอง	28
2.5	ระดับการช้ำของเนื้อมังคุด	29
2.6	วิธีการทดลองที่ 2 คุณสมบัติต้านทานความเสียหายของมังคุด	30
2.7	แผ่นโฟมโพลีสไตรีน	32
2.8	กระดาษหลุมและรูปแบบการนำมาใช้ในการทดลอง	32
2.9	วิธีการทดลองที่ 3 ประสิทธิภาพการป้องกันการเสียหายของวัสดุรองรับและอายุการเก็บรักษา	35
3.1	ชุดเครื่องมือสำหรับกระแทกมังคุด	36
3.2	ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดขนาดต่างๆ ที่ความเร็วกระแทกต่างกัน	39
3.3	น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	40
3.4	มังคุดหลังถูกกระแทก 3 วันและลักษณะเปลือกแข็งที่เกิดขึ้น	41
3.5	สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	42
3.6	ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	43
3.7	การต้านทานแรงกระแทกของมังคุด	43
3.8	พลังงานกระแทกที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกัน	44
3.9	พลังงานที่มังคุดดูดกลืนที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกัน	45
3.10	พลังงานที่มังคุดดูดกลืนเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	45
3.11	น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	46
3.12	ลักษณะการเพิ่มขึ้นของเปลือกแข็งของมังคุดหลังการกระแทก	47
3.13	สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	48
3.14	ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน	49

รายการภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.15	การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน	53
3.16	น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน	54
3.17	สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน	55
3.18	ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน	58
3.19	ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนช้ำเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน	60
3.20	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้ำเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน	61
3.21	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนช้ำเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน	62

บทที่ 1

บทนำ

1.บทนำต้นเรื่อง

มังคุดเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีบทบาทมากทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ เป็นสินค้าออกที่นับวันจะมีปริมาณการส่งออกเพิ่มมากขึ้น โดยที่ผลมังคุดมีรูปทรงผล และสีสรรสวยงาม เนื้อแน่น รสชาติดี จึงได้รับสมญานามว่า"ราชินีแห่งผลไม้" (queen of fruit) มังคุดมีแหล่งผลิตใหญ่อยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย โดยเฉพาะประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตที่ใหญ่ที่สุดของโลก (สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้,2538) โดยการส่งออกนอกจากอยู่ในรูปผลไม้สดแล้ว ยังมีการส่งออกในรูปของมังคุดอบแห้ง มังคุดบรรจุกระป๋อง ตลอดจนมังคุดแช่เยือกแข็ง โดยในปี 2534 ถึงปี 2538 ไทยส่งออกมังคุดสดในปริมาณ 353, 1,116, 2,062 , 975 และ 3,117 เมตริกตัน ตามลำดับ คิดเป็นมูลค่า 5.3, 24.7,31.2,26.5 และ 65.7 ล้านบาทตามลำดับ (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์,2539) ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลไม้

ปริมาณ:เมตริกตัน
มูลค่า:ล้านบาท

รายการ	2534		2535		2536		2537		2538	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
กล้วยหอม	162	2.9	68	1.6	223	4.6	718	17.9	663	14.16
สับปะรด	508	3.1	612	5.2	488	2.5	680	4.0	1,139	6.9
สับปะรดแช่แข็ง	4,841	95.5	3,790	77.2	3,590	71.5	3,670	76.1	2,672	57.5
มังคุด	353	5.3	1,116	24.7	2,062	31.2	975	26.5	3,117	65.7
มังคุดแช่แข็ง	372	26.0	700	55.3	590	44.6	558	43.8	704	46.1
ส้มเขียวหวาน	643	5.3	601	4.9	810	6.1	709	6.2	434	4.2
ทุเรียน	7,976	151.1	15,116	274.1	18,641	379.4	26,915	522.6	48,716	1,004
ทุเรียนแช่แข็ง	1,572	133.5	2,391	176.6	2,559	174.6	3,330	215.6	3,547	200.7

ที่มา:กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์(2539)

จากตารางที่ 1.1 จะสังเกตเห็นว่ามังคุดมีมูลค่าต่อหน่วยสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่นโดยเฉพาะมังคุดแช่แข็ง ซึ่งจะเห็นว่ามูลค่าการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ดังนั้น การรักษาคุณภาพมังคุดในระหว่างการลำเลียงขนส่งในสภาพสดก่อนส่งออกจำหน่ายต่างประเทศหรือก่อนนำไปแปรรูปก็ดี จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพราะจะช่วยให้ปริมาณผลเสียหายลดลง ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้มังคุดมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของตลาด สามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่งได้

คู่แข่งที่สำคัญของประเทศไทยได้แก่ประเทศมาเลเซียและอินโดนีเซีย ดังนั้น การนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้เพื่อปรับปรุงและรักษาคุณภาพมังคุดให้ดีกว่าคู่แข่ง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่ผ่านมาการส่งออกในรูปผลสดพบว่ามีอายุการเก็บรักษาสั้นและด้อยคุณภาพซึ่งแสดงออกโดยเกิดอาการเปลือกแข็งและเนื้อภายในเน่าเสีย สาเหตุเนื่องมาจากการกระทบกระแทกในระหว่างการลำเลียงขนส่งทั้งๆที่มังคุดมีเปลือกหนา(กรมวิชาการเกษตร,2528) เพื่อแก้ปัญหานี้จำเป็นต้องเข้าใจคุณสมบัติทางกล(mechanical properties)ของมังคุด โดยเฉพาะการศึกษาความเสียหายที่เกิดจากแรงกระแทกเพื่อให้ได้ข้อมูลว่าการกระแทกระดับใดที่ทำให้มังคุดเกิดความเสียหายจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและบรรจุภัณฑ์ใดที่ช่วยลดความเสียหายนี้ได้ ในอดีตที่ผ่านมาการค้นคว้าเพื่อเข้าใจคุณสมบัติทางกลมีน้อยกว่าคุณสมบัติทางสรีรวิทยามาก ทั้งๆที่ความเสียหายเชิงกลเป็นตัวชักนำให้จุลินทรีย์เข้าทำลายและการสูญเสียอาจสูงถึงร้อยละ 20-30 (Ramana *et al.*,1989; Nylund *et al.*,1955) ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการหาข้อมูลพื้นฐานของความต้านทานการเสียหายของมังคุดตลอดจนคุณสมบัติกันช้ำของบรรจุภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิจัยต่อไป เช่น การศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยว และวิธีการขนส่งที่เหมาะสม เพื่อลดการสูญเสีย เป็นต้น

2.ตรวจเอกสาร

2.1.ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมังคุด

มังคุด(*Garcinia mangostana L.*) จัดอยู่ในวงศ์ Guttiferae ผลทรงแป้นเปลือกหนาและเมื่อผลยังอ่อนเปลือกจะมีสีเขียว พอเริ่มแก่จะมีลายเส้นสีแดงเรียกว่า สายเลือด เมื่อสุกจัดเปลือกจะมีสีม่วงดำ เนื้อภายในมีสีขาวนวล ลักษณะนุ่ม ฉ่ำน้ำ กลิ่นหอมชวนรับประทาน มีรสหวานอมเปรี้ยวแบ่งเป็นกลีบประมาณ 4-7กลีบ และมีเมล็ดประมาณ 0-3 เมล็ดต่อผล (หลวงบุเรศบำรุงการ, 2518) โดยทั่วไปมังคุดจะออกผลปีละครั้ง เนื่องจากความแตกต่างของภูมิอากาศและพื้นที่ปลูก ทำให้ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวมังคุดแตกต่างกัน โดยในเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกรกฎาคมจะเป็นมังคุดที่เก็บเกี่ยวได้จากทางภาคตะวันออก ส่วนเดือน

สิงหาคม ถึง เดือนตุลาคมจะเป็นมังคุดจากภาคใต้ (เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์ และคณะ,2530)

2.1.1.ดัชนีและวิธีการเก็บเกี่ยวมังคุด

หลังจากมังคุดติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 12 จะมีการเปลี่ยนสีผิวที่เปลือกโดยในระยะแรก จะเกิดจุดประสีม่วงแดงกระจายอยู่บนเปลือกสีเหลืองตองอ่อน จากนั้นสีม่วงแดงจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนกระทั่งผลสุกงอม เปลือกมีสีม่วงดำ การเปลี่ยนแปลงสีผิวนี้ใช้เวลาเพียง 7 วัน โดยความเข้มของสีจะเพิ่มขึ้นทุกวัน ขณะเดียวกันยางในเปลือกจะลดลง(กวิศน์ วานิชกุล และ สุรพงษ์ โกสิยะจินดา, 2522) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2529) ได้แบ่งดัชนีแสดงระดับสีผิวของมังคุดออกเป็น 7 ระดับ คือตั้งแต่ระดับที่ 0 ถึงระดับที่ 6 ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ดัชนีระดับสีผิวและลักษณะของผลมังคุด

ระดับสีที่	ลักษณะสีผิว	ปริมาณยาง	ความยากง่ายในการแยกเนื้อกับเปลือก	หมายเหตุ
0	ขาวเหลืองหรือแต้มสีเขียวอ่อน	มาก	ยาก	ยังไม่เหมาะสำหรับเก็บเกี่ยว
1	เหลืองอ่อนมีจุดสีชมพูกระจายบางส่วน	มาก	ยาก	ยังไม่เหมาะสำหรับเก็บเกี่ยว
2	เหลืองอมชมพูมีจุดสีชมพูกระจายทั้งผล	ปานกลาง	ยากปานกลาง	เป็นระยะอ่อนที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวที่มีคุณภาพ
3	ชมพูสม่ำเสมอ	น้อยถึงน้อยมาก	ยากปานกลางถึงง่าย	เหมาะสำหรับส่งออกต่างประเทศ
4	แดงหรือน้ำตาลอมแดง	น้อยมากถึงไม่มี	ง่าย	เหมาะสำหรับส่งออกต่างประเทศ
5	ม่วงอมแดง	ไม่มี	ง่ายมาก	เป็นระยะรับประทานสด
6	ม่วงถึงดำ	ไม่มี	ง่ายมาก	เหมาะแก่การรับประทานสด

ที่มา: ดัดแปลงจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(2529)

การเก็บเกี่ยวผลมังคุดควรเก็บผลที่มีระยะเหมาะสมต่อการใช้บริโภค สำหรับการส่งออกในรูปผลสดนั้นควรเก็บในระยะที่เปลือกเริ่มมีการเปลี่ยนสีหรือเป็นสายเลือด โดยมังคุดทั้งสองวัยนี้เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับตลาดที่อยู่ห่างไกล เมื่อถึงปลายทางมังคุดจะมีสีม่วงแดง ซึ่งเป็นวัยที่เริ่มรับประทานได้พอดี(สุรพงษ์ โกสิยะจินดา, 2530) กรมส่งเสริมการเกษตร(2530) และสำนักประชาสัมพันธ์ อะโกรคอมมิวนิก้า(2535) รายงานว่าสีผิวของ

มังคุดจะเปลี่ยนแปลงทุกวันตั้งแต่เริ่มมีสายเลือดจนถึงผิวสีดำ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 7 วัน และหากเก็บผลมังคุดไว้ในอุณหภูมิห้องธรรมดาหลังจากผลดำแล้วจะเก็บไว้ได้ประมาณ 7 วัน จะเริ่มเน่า และมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของผลหลังเก็บเกี่ยวดังภาพที่ 1.1

วันที่			วันที่		
0	_____	เริ่มมีสายเลือด	8	_____	สีดำ
1	_____	เริ่มเปลี่ยนสี	9	_____	สีดำ
2	_____	สีเพิ่มขึ้น	10	_____	สีดำ
3	_____	สีชมพู	11	_____	สีดำ
4	_____	สีแดง	12	_____	สีดำ
5	_____	สีแดงเข้ม	13	_____	สีดำ
6	_____	สีม่วงแดง	14	_____	เน่า
7	_____	สีดำ			

ภาพที่ 1.1 การเปลี่ยนแปลงสีผิวของมังคุดเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง
ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักประชาสัมพันธ์ อะโกรดอมมิวนิก้า(2535)

วิธีการเก็บเกี่ยวมังคุดเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อคุณภาพของผลผลิต การทำให้ผลมังคุดได้รับความกระทบกระเทือนหรือช้ำ เช่น หล่นกระทบพื้น จะทำให้คุณภาพของผลมังคุดลดลง เกิดอาการเปลือกแข็งและมียางซึมในผลหรืออาการยางตกใน เมื่อทิ้งไว้ไม่นานผลเหล่านี้จะแข็งและเสียเร็ว การเก็บเกี่ยวผลมังคุดของเกษตรกรนอกจากแบบดั้งเดิมคือ ใช้ไม้ฟาดหรือขอเกี่ยวให้ผลหล่นลงมาบนที่รองรับซึ่งเตรียมไว้ด้านล่าง เช่น กระสอบหรือบางครั้งลงบนพื้นหญ้า ปัจจุบันกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมังคุดแบบบิด(กศว.4) ซึ่งดัดแปลงมาจากจำปาสอยมังคุด พบว่าสามารถเก็บเกี่ยวมังคุดได้ครั้งละ 5-6 ผล ไม่ทำให้มังคุดช้ำหรือร่วงหล่นนอกอุปกรณ์ และ ไม่ทำให้กลีบผลแตกหรือฉีกขาดเลย ชุดกลไกปลดล็อค ช่วยให้เทผลได้รวดเร็ว ทำให้เกษตรกรมีความพอใจเครื่องมือแบบนี้มากกว่าแบบอื่นๆ(ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์, 2533)

แม้ว่ามังคุดจะมีเปลือกหนาซึ่งช่วยป้องกันเนื้อภายในที่อ่อนนุ่มไม่ให้เกิดความเสียหายในระหว่างการขนส่ง อย่างไรก็ตามมังคุดส่วนใหญ่เมื่อมาถึงมือผู้บริโภค มักเกิดความเสียหายทางกล ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากวิธีการเก็บเกี่ยวที่ขาดความระมัดระวัง(Stanton and Howard, 1970) ดังเห็นได้จากการทดลองของวัลลภา ธีรภาวะ และคณะ (2529) พบว่าวิธีการ

เก็บเกี่ยวมังคุดมีผลต่อการเน่าเสียของมังคุดในระหว่างเก็บรักษามาก เมื่อเก็บเกี่ยวในระยะสายเลือด โดยวิธีการสอยด้วยถุงผ้าโดยไม่ให้ผลมังคุดหล่นลงบนพื้นมีจำนวนผลเสียในระหว่างการเก็บรักษาน้อยกว่าผลมังคุดที่เก็บให้หล่นลงบนพื้นถึง 3 เท่าและถ้าเก็บเกี่ยวในระยะที่ผิวมีสีแดงแล้วจะมีจำนวนผลเสียมากขึ้น โดยการเก็บให้หล่นลงบนพื้นมีจำนวนผลเสียมากกว่าการเก็บด้วยวิธีการสอย 4 ถึง 5 เท่า กวิศน์ วานิชกุล (2522) พบว่าผลมังคุดที่เก็บรักษาไว้บางผลจะเกิดเปลือกแข็ง โดยในระยะแรกจะเกิดที่ส่วนใดส่วนหนึ่ง จากนั้นจะขยายกว้างขึ้นจนกระทั่งครอบคลุมตลอดบริเวณเปลือก สมสุข ศรีจักรวาพ และคณะ (2524) ได้รวบรวมข้อมูลต่างๆอันคาดว่าจะเป็นสาเหตุของการเกิดเปลือกแข็งไว้ดังนี้

1. การขาดน้ำของต้นมังคุด มังคุดที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไปจะมีผลที่มีลักษณะเปลือกแข็งมาก ทั้งอาจเนื่องจากประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหารด้อยกว่าต้นมังคุดที่ยังมีอายุน้อย

2. ผลมังคุดที่ถูกกระทบกระเทือนในขณะเก็บเกี่ยว ทำให้เกิดลักษณะเปลือกแข็งตรงจุดที่ถูกกระทบกระเทือน และอาการเปลือกแข็งจะค่อยๆลุกลามไปทั้งผล

3. ปริมาณธาตุอาหารในดินโดยเฉพาะ แคลเซียม และ แมกนีเซียมซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเปลือกมังคุด(แคลเซียมเพคเตท) ถ้ามีมากกว่าปกติอาจเป็นสาเหตุของการเกิดเปลือกแข็งได้

4. เชื้อราอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เปลือกแข็ง เพราะส่วนใหญ่แล้วผลมังคุดที่มีเปลือกแข็งจะมีเชื้อราเกิดขึ้นภายในผล หรืออาจจะเกิดขึ้นทั้งภายนอกปละภายในก็ได้ (ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์ และคณะ,2519)

อย่างไรก็ตามการแข็งของเปลือกมังคุดสามารถเกิดได้ทั้งผลปกติและผลช้ำ แต่เกิดกับผลช้ำมากกว่าผลปกติ กล่าวคือผลช้ำจะมีเปลือกแข็งถึงร้อยละ 70 ขณะที่ผลปกติมีเปลือกแข็งร้อยละ 30 (กองพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 2519)

2.1.2.การสุกของมังคุด

มังคุดเป็นผลไม้ที่มีการสุกแบบไคลแมคเทอริก(climacteric type) ซึ่งเป็นผลไม้ที่สุกได้หลังจากการเก็บเกี่ยว ดังนั้นถ้าต้องการให้ได้ผลไม้ที่มีคุณภาพสูงและอายุการเก็บนานจึงมักแนะนำให้เก็บเกี่ยวก่อนที่จะมีอัตราการหายใจสูงที่สุด ในขณะผลไม้กำลังสุกจะเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงของผล 2 อย่างด้วยกันคือ

1.การเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อ กลิ่นและรส ซึ่งรวมเรียกว่า overt change สามารถวัดได้ด้วยประสาทสัมผัสของคนเรา

2.การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิยาและชีวเคมี ซึ่งรวมเรียกว่า covert change เป็นการเปลี่ยนแปลงภายใน หรือกลไกที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อ กลิ่นและรสของผลไม้

การหายใจ ผลไม้จะมีการหายใจต่ำ ต่อมาอัตราการหายใจจะค่อยๆเพิ่มขึ้นและจะสูงที่สุดเมื่อผลไม้เริ่มสุก หลังจากนั้นอัตราการหายใจจะลดลงหลังจากที่ผลไม้สุกแล้ว แต่อัตราการหายใจของผลไม้อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปได้ตามอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น อุณหภูมิสูงจะทำให้อัตราการหายใจของผลไม้สูงขึ้น เป็นผลให้กระบวนการสุกของผลเร็วขึ้นด้วย

ปริมาณความชื้นในผล บริเวณผิวเปลือกของผลจะมีปากใบอยู่กระจัดกระจายไปทั่วทั้งผล ดังนั้นกระบวนการคายน้ำจึงเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา อัตราการคายน้ำจะสูงสุดเมื่อผลไม้เริ่มสุก หลังจากนั้นอัตราการคายน้ำก็จะลดลงอีกหลังจากผลสุกเต็มที่แล้ว ปริมาณความชื้นภายในผลจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากกระบวนการหลายอย่างด้วยกัน เช่น การคายน้ำของผล การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลและการหายใจของผล (ประสิทธิ์ อติวีระกุล,2527)

2.1.3.การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษามังคุด

Srivasta และคณะ (1962) พบว่าคุณภาพของมังคุดระหว่างการเก็บรักษาในสภาพสด มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด และกรดแอสคอร์บิกลดลง ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น สารระเหยและกลิ่นรสยังคงมีอยู่ขณะแช่เย็น จากการศึกษาของ Kawamata(1977) พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีความสัมพันธ์กัน ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมังคุดอยู่ในรูปของน้ำตาลกลูโคส ฟรักโตสและซูโครส ปริมาณน้ำตาลฟรักโตสและกลูโคสเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8 องศาเซลเซียส อัตราส่วนของน้ำตาลฟรักโตสต่อกลูโคสอยู่ในช่วงแคบ 0.89-1.17 ปริมาณน้ำตาลซูโครสลดลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่จะคงที่ ณ อุณหภูมิสูง อัตราส่วนของน้ำตาลซูโครสต่อผลรวมของน้ำตาลฟรักโตสและกลูโคสลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเก็บนานขึ้นซึ่งอธิบายได้ว่าเกิดการย่อยสลายของน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลรีดิวซ์ ได้แก่น้ำตาลฟรักโตสและกลูโคส Augustin และ Azudin (1986) พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษามังคุดคือการเกิดเปลือกแข็งมีสีน้ำตาล เนื้อมีสีน้ำตาล สูญเสียเนื้อสัมผัส และความมันเงาซึ่งมักจะเกิดควบคู่กันไปและเพิ่มมากขึ้น เมื่อเวลาการเก็บนานขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่อุณหภูมิการเก็บรักษา 8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ขณะที่อุณหภูมิเก็บรักษา 4 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าคงที่ ส่วนปริมาณกรดลดลงเมื่อเก็บนานขึ้น

จากรายงานของสุรพงษ์ โกสิยะจินดา และสุมาลี ตันศิริยากุล(2531)และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(2531) สรุปได้ว่ามังคุดเป็นผลไม้ที่มีรูปแบบการหายใจแบบไคลแมคเทอริค(climacteric respiratory pattern) โดยมีการหายใจเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ พบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มังคุดมีอัตราการหายใจสูงสุด คือมีการปล่อยกาซคาร์บอนไดออกไซด์และมีการคายความร้อนออกมา และถ้าลดอุณหภูมิลงมาที่ 22 และ 15 องศาเซลเซียส พบว่ามังคุดมีอัตราการหายใจลดลงประมาณ 1.5 ถึง 2.3 เท่าเมื่อเทียบกับที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

2.1.4.โรคหลังการเก็บเกี่ยว

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้ นอกจากการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นเองภายในจะทำให้ผักและผลไม้เสื่อมสภาพลงแล้ว สภาพแวดล้อมก็มีส่วนเสริมหรือชะลอการเสื่อมสภาพดังกล่าวได้ด้วย อย่างก็ตามสิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญมากและบ่อยครั้งพบว่าเป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ โรค ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์อันประกอบด้วยเชื้อราและแบคทีเรีย ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นไม่สามารถส่งออกไปขายยังตลาดที่ไกลๆได้

2.1.4.1.ลักษณะธรรมชาติของผลิตผลกับการเกิดโรค

2.1.4.1.1.โครงสร้าง

ผลิตผลที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ๆยังมีโครงสร้างที่แข็งแรงสามารถป้องกันการเข้าทำลายจากศัตรูพืชได้ดี เซลล์ที่ผิวของผลิตผลได้แก่ epidermis และ periderm ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ได้เพราะ epidermis มีผนังเซลล์ด้านนอกหนา การที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญผ่านเข้ามาโดยอาศัยแรงหรือใช้เอนไซม์ย่อยทำได้ยาก นอกจากนั้น epidermis ยังมีชั้นของคิวติเคิลปกคลุม ในคิวติเคิลมีคิวตินและไขเป็นองค์ประกอบ สารประกอบทั้งสองประเภทมีคุณสมบัติไม่ชอบน้ำ ดังนั้นเมื่อสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์ตกลงบนพื้นผิวของผลิตผล จึงได้รับความชื้นไม่เพียงพอสำหรับการงอก ผนังเซลล์ของผลิตผลมีความแข็งแรงเมื่อเก็บเกี่ยวมาใหม่ๆหรือเมื่อกระบวนการสุกยังไม่เกิดขึ้น โมเลกุลของเพคตินเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เกาะยึดกันแน่น เชื้อโรคเข้าทำลายได้ยาก แต่ภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะเมื่อมีกระบวนการสุกเกิดขึ้น โครงสร้างของผนังเซลล์เริ่มเปลี่ยนแปลง โมเลกุลของเพคตินและเฮมิเซลลูโลสถูกเอนไซม์บางอย่างย่อยสลาย การยึดเกาะกันของโมเลกุลต่างๆและการยึดเกาะกันระหว่างเซลล์ลดลง เปิดโอกาสให้เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆบุกรุกเข้าไปภายในผลิตผลนั้นๆได้ นอกจากนี้ผลิตผลทุกชนิดยังมีช่องเปิดตามธรรมชาติได้แก่ ปากใบ(stomate) และเลนติเซล(lenticel) ซึ่งใช้เป็นช่องทางระบายอากาศก๊าซต่างๆและน้ำผ่านเข้าออกได้ จึงเป็นจุดอ่อนที่เชื้อจุลินทรีย์อาจเข้าทำลายทางช่องเปิด

เหล่านี้ได้ บาดแผลบนผลิตผลที่อาจเกิดขึ้นก่อนการเก็บเกี่ยวเนื่องจากแมลง การเสียดสีกับกิ่งไม้ หรือที่เกิดขึ้นขณะเก็บเกี่ยวหรือภายหลังการเก็บเกี่ยวก็เป็นช่องทางที่เชื้อจุลินทรีย์จะเข้าทำลายได้ง่ายเช่นกันเพราะปราศจากโครงสร้างป้องกันตัวเองแล้ว

2.1.4.1.2.การตอบสนองของผลิตผลเมื่อเกิดบาดแผลหรือเมื่อเกิดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์

เมื่อเกิดบาดแผลขึ้นกับผลิตผล สารเคมีต่างๆที่มีอยู่ในเซลล์พืช เช่น กรดอินทรีย์และสารประกอบฟีนอลจะเป็นด่านแรกในการป้องกันตัวของผลิตผลและมักมีกระบวนการป้องกันตัวเองแบบอื่นๆประกอบด้วย

2.1.4.1.2.1.การตอบสนองทางเคมี

การเกิดบาดแผลในพืชหรือผลิตผลบางชนิดจะกระตุ้นให้มีการสร้างสารเคมีบางอย่างขึ้นในเซลล์ที่อยู่ใกล้กับบาดแผล หากมีการเข้าทำลายจากเชื้อจุลินรีย์ด้วยแล้ว การกระตุ้นการสร้างสารเคมียิ่งเกิดขึ้นได้ดี สารเคมีที่ถูกสร้างขึ้นนี้เรียกว่า phytoalexin ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอล มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลาย ความสามารถในการสร้าง phytoalexin นั้น ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของผลิตผล ถ้าเป็นผลิตผลที่ยังไม่สมบูรณ์จะมีความสามารถสูงกว่าผลที่สมบูรณ์แล้ว

2.1.4.1.2.2.การตอบสนองทางกายภาพ

เมื่อผลิตผลเกิดบาดแผล เนื้อเยื่อส่วนใหญ่ของพืชสามารถรักษาหรือสมานแผลได้ในหลายๆรูปแบบ เพื่อลดการสูญเสียน้ำและการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ กลไกของการสมานแผลจะเริ่มจากการสร้างสารลิกนินขึ้น เพื่อสะสมในผนังเซลล์ของเซลล์ที่อยู่ติดกับเซลล์ที่เกิดบาดแผล ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง เชื้อจุลินทรีย์บุกรุกเข้าไปได้ยาก ต่อมาเนื้อเยื่อที่อยู่ใต้ลงไปในชั้นของ cortex เริ่มเกิดการแบ่งตัว สร้างเป็นเซลล์สี่เหลี่ยมผืนผ้าพร้อมกับสร้างสาร suberin เข้าสะสมในผนังเซลล์ของเซลล์ใหม่นี้ จนเกิดเป็น periderm ทำให้สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำและป้องกันเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลาย ในบางกรณีเซลล์ที่อยู่ใต้เซลล์ที่เกิดบาดแผลจะตายลงเอง เพื่อก่อให้เกิดเป็นแนวป้องกันมิให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญผ่านเข้าไปสู่เซลล์ที่อยู่ลึกเข้าไป เรียกการตอบสนองแบบนี้ว่า hyper-sensitive

2.1.4.2.ลักษณะตามธรรมชาติของเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อราและแบคทีเรียมีอยู่ทั่วไปในสภาพแวดล้อมของผลิตผล เชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกับผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวส่วนมากอยู่ในวงศ์ Ascomycetes และ Imperfect fungi การเข้าสู่ผลิตผลส่วนใหญ่เชื้อจุลินทรีย์จะเข้าทางช่องเปิดต่างๆตามธรรมชาติและทางบาดแผล ลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์อาจแบ่งได้ออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.1.4.2.1.การเข้าทำลายทางช่องเปิด

เชื้อจุลินทรีย์สามารถเข้าสู่ภายในผลิตผลได้ตามช่องเปิดต่างๆ ตามธรรมชาติหรือตามบาดแผลที่อาจมีอยู่ แต่เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้อาจจะพักตัวและไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมภายในเนื้อเยื่อพืชยังไม่เหมาะสม เชื้อเหล่านี้จะไม่เจริญเติบโตในช่วงแรก จนกระทั่งผลเริ่มสุกหรือเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน อาการของโรคก็จะค่อยๆปรากฏขึ้นเมื่อผลิตผลอ่อนแอลง

2.1.4.2.2.การเข้าทำลายผ่านทางคิวติเคิล

เชื้อราบางชนิดสามารถเข้าทำลายเซลล์ของพืชโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านช่องเปิดธรรมชาติ การเข้าทำลายดังกล่าวอาจเกิดดังนี้ : เมื่อสปอร์ตกลงบนผลิตผลและมีสภาพอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม สปอร์จะงอกภายในไม่กี่ชั่วโมง โดยงอกเป็นท่อเรียกว่า germ tube และพัฒนาเป็นโครงสร้างที่มีผนังหนาเกาะติดแน่นกับผิวของผลิตผล โดยสารเมือกที่ germ tube สร้างขึ้นมา เรียกโครงสร้างทั้งหมดนี้ว่า appressorium ผนังของ appressorium จะหนาในทุกด้านยกเว้นช่องเล็กทางด้านที่ติดกับผิวผลิตผล ซึ่งจะมีแต่ผลผนังบางๆของ germ tube อยู่ชิดกับผิวผลิตผลเท่านั้น เชื่อกันว่าเอนไซม์ต่างๆรวมทั้งคิวติเนส ซึ่งย่อยสลายคิวติน จะถูกสร้างขึ้นใน appressorium และส่งออกสู่ผิวของผลิตผลผ่านทางช่องเปิดนี้ เมื่อคิวติเคิลอ่อนแอลงเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าวแล้ว germ tube จะงอกเป็นแท่งขนาดเล็กเรียกว่า infection peg ผ่านทะลุคิวติเคิลเข้าไปในเซลล์พืชอาศัยแรงดันจาก appressorium เมื่อแทงทะลุผ่านเข้าในเซลล์แล้ว infection peg ก็จะพัฒนาแบ่งตัวแตกกิ่งก้านสาขา แต่อาจไม่สามาถเจริญเติบโตต่อไปได้ เนื่องจากการต้านทานของผลิตผล จึงพักตัวรออยู่จนกระทั่งความต้านทานของผลิตผลลดลง เรียกการเข้าทำลายแบบนี้ว่า latent infection (จริงแท้ ศิริพานิช,2537)

2.1.5.การปฏิบัติและการเก็บรักษามังคุดภายหลังการเก็บเกี่ยว

องค์อร วิรยศิริ และสุมาลี พันธุ์พิพัฒน์(2510) ได้ทดลองเก็บรักษาผลมังคุดเมื่อผลเริ่มเปลี่ยนสีไว้ที่อุณหภูมิ 12.7 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษาไว้ได้ 1 เดือน โดยมังคุดยังคงคุณภาพเป็นที่น่าพอใจทั้งภายในและภายนอกรวมทั้งรสชาติไม่เปลี่ยนแปลง แม้มีการเน่าเสียบ้างก็ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งพบว่าจะเน่าเสียทั้งหมดในเวลา 3 สัปดาห์ จากรายงานของ Martin (1980) พบว่ามังคุดที่เก็บรักษาณ อุณหภูมิห้องได้รับการยอมรับร้อยละ 30 หลังจากเก็บไว้ 15 วัน เนื่องจากมังคุดเกิดเปลือกแข็ง สูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสควบคู่ไปกับเนื้อมีสีน้ำตาล อย่างไรก็ตามการเก็บรักษามังคุดสดให้มีคุณภาพดีควรเก็บในระยะที่เป็นสายเลือด โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษามังคุดคือ 13 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ควรบรรจุผลลงในถุงพลาสติกเจาะรู ถ้าเก็บรักษาไว้ในสภาพ

ที่เหมาะสมแล้วมังคุดมีคุณภาพดี อยู่ได้นานถึง 4 สัปดาห์(สุรพงษ์ โกสิยะจินดา,2530) จากรายงานของสำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้(2538) กล่าวว่าตลาดต้องการมังคุดที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1.ผลขนาดใหญ่ มีน้ำหนักตั้งแต่ 100 กรัมขึ้นไป ประมาณ 8-10 ผลต่อกิโลกรัม บางประเทศต้องการขนาด 200 กรัมต่อผล

2.ผิวของผลต้องสะอาด ไม่มีร่องรอยการทำลายของแมลงและโรคพืช ผิวนวลตามธรรมชาติ

3.เปลือกของผลหนาปานกลาง ไม่แข็ง เนื้อภายในมีสีขาว

4.ไม่มีอาการยางไหลที่เปลือก

5.ไม่มีอาการเนื้อเป็นแก้ว หรือ เนื้อช้ำ เน่า

2.1.6.ปัญหาการผลิตมังคุดในภาคใต้

สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้(2538)ได้สรุปปัญหาการผลิตมังคุดทางภาคใต้ซึ่งเป็นแหล่งผลิตที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไว้ดังนี้

1.เกษตรกรยังเก็บมังคุดไม่ถูกวิธี ทำให้เกิดความเสียหายในช่วงเก็บเกี่ยวเนื่องจากยังใช้วิธีทำให้มังคุดหล่นกระแทกพื้นมากกว่าวิธีใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุดจึงทำให้มังคุดช้ำ ยางเข้าสู่เนื้อ ราคาต่ำ มีเกษตรกรเพียงส่วนน้อย(ร้อยละ 14.5)ที่ใช้เครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุด

2.ยังไม่มีการคัดขนาดมังคุดก่อนจำหน่ายทำให้ผลขนาดคละกันมาก ถูกกดราคาจากพ่อค้า

3.วิธีการดูแลต้นมังคุดไม่เหมาะสม เช่น การใส่ปุ๋ย การรดน้ำ การตัดแต่งกิ่งและการดูแลอื่นๆ ทำให้คุณภาพมังคุดไม่ดีเท่าที่ควร

4.ขาดแรงงาน เนื่องจากมังคุดทะยอยให้ผล ไม่สามารถเก็บเกี่ยวครั้งเดียวได้ หากใช้วิธีสอยต้องใช้แรงงานมาก ซึ่งแรงงาน 1 คน สามารถจัดการมังคุดตั้งแต่เก็บเกี่ยวทำความสะอาดและบรรจุหีบห่อได้เพียง 50 กิโลกรัมต่อวันเท่านั้น

2.2.ความเสียหายเชิงกลของผลไม้

จากรายงานการศึกษาเกี่ยวกับมังคุดที่ผ่านมาจะเห็นว่าส่วนใหญ่เน้นถึงการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและกายภาพของมังคุดซึ่งยังขาดในส่วนที่เกี่ยวกับทางกล อันเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่มังคุดเป็นอย่างมากโดยเฉพาะการเกิดเปลือกแข็ง ซึ่งมีสาเหตุมาจากการกระทบกระแทกในกระบวนการต่างๆระหว่างการเก็บเกี่ยวจนถึง

การวางจำหน่าย ดังนั้นการหาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้านทานการช้ำของมังคุดจึงเป็นการศึกษาข้อมูลเชิงกลเริ่มต้นเพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาในขั้นต่อไป เช่น หาวิธีการเก็บเกี่ยว การบรรจุหีบห่อ การขนส่ง ที่สามารถลดการเสียหายได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

ลักษณะของภาระ(load)ที่ทำให้เกิดการเสียหายเชิงกลของผักผลไม้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแรงสถิตย์ (static compression) เช่น ในกรณีผลิตผลกองทับกัน และแรงกระแทก (impact) ซึ่งเกิดได้ในทุกกระบวนการตั้งแต่เก็บเกี่ยว คัดขนาด ทำความสะอาด บรรจุและขนส่ง ความเสียหายเชิงกลเหล่านี้ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นเนื่องจากการสูญเสียผลไม้ไปกับการตัดแต่งและต้องเพิ่มแรงงานในการแยกส่วนช้ำออกไป ส่วนต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยอ้อมมักจะเพิ่มอย่างช้าๆเนื่องจากคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่ำลงเรื่อยๆ (Mohsenin,1977) จากการศึกษาการเสื่อมเสียของแอปเปิ้ลในเพนซิลวาเนีย เพื่อใช้ในการกำหนดต้นทุนที่ต้องสูญเสียเนื่องจากการช้ำของแอปเปิ้ลในระหว่างการแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปแอปเปิ้ล พบว่าแอปเปิ้ลจะช้ำร้อยละ 2.8 ของน้ำหนักทั้งหมด โดยสูญเสียแอปเปิ้ลไปกับการตัดแต่งร้อยละ 69 ของแอปเปิ้ลส่วนช้ำ ซึ่งต้องใช้คนในการตัดแต่งและปอกเปลือกเพิ่มขึ้น ทำให้ต้นทุนค่าแรงในการตัดแต่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 85 ของต้นทุนวัตถุดิบกับค่าแรงทั้งหมด (Mohsenin,1977) การศึกษาในลูกแพร์พันธุ์ Bartlett พบว่าระยะสูง 6 นิ้วที่ลูกแพร์ตกลงมาทำให้เกิดการช้ำภายในและกลายเป็นจุดสีน้ำตาลในที่สุด การเกิดจุดสีน้ำตาลนี้จะเกิดเป็นจ้ำภายในเนื้อเยื่อเนื่องจากแรงกระแทก โดยส่วนที่ช้ำจะแห้งและมีลักษณะฝ่อคล้ายจุกคอร์คซึ่งไม่สามารถมองเห็นจากผิวนอกได้ รอยช้ำในลูกแพร์ไม่สามารถแยกออกก่อนนำไปเข้ากระบวนการผลิตได้ การแยกเอาเนื้อที่ไม่ต้องการในลูกแพร์ออก ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ผลผลิตต่ำลง(Mattus et al.,1960)

การตรวจสอบและการประเมินผลการเสียหายเชิงกลยังคงเป็นปัญหาที่ต้องใช้เทคนิคและเครื่องมือพิเศษ เพราะเป็นความเสียหายที่มองไม่เห็น ส่วนใหญ่เป็นการตรวจสอบเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะเสียหายที่เกิดขึ้นเท่านั้น ตัวอย่างเช่น ความเสียหายเนื่องจากแรงกลในแอปเปิ้ล ได้แก่ เปลือกเป็นรอยขีดข่วน ก้านหัก ผลแตก และช้ำ เป็นต้น การเสียหายในมะเขือเทศ ในลักษณะถูกแรงบีบอัดจนแบน หรือเป็นรูปตัววี หรือกลม การเสียหายภายในเกิดจุดเดียวกับที่ทำให้เกิดการช้ำภายนอก โดยเนื้อเยื่อในผลเต็มไปด้วยน้ำซึ่งมากน้อยขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการเสียหาย ในทำนองเดียวกัน ขนาด จำนวนและ อายุของการช้ำ มีผลต่อคุณภาพของผลไม้ รอยช้ำที่มีอายุนานๆมักเกิดสีคล้ำ หรือฝ่อซึ่งต้องตัดทิ้งก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต การประเมินส่วนที่ช้ำของแอปเปิ้ลมักใช้ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณที่ช้ำ (Holt and Schoorl,1980) อย่างไรก็ตามความลึกและปริมาตรช้ำก็สามารถใช้ในการพิจารณาความช้ำได้

มีการศึกษาลักษณะการเสียหายเชิงกลในผลผลิตทางการเกษตรพบว่าผักผลไม้มีการเสียหายได้ 3 ลักษณะ คือ การฉีกขาด (Mohsenin ,1977) การไถลเฉือน (Diehl, *et al.*, 1980, Peleg, *et al.*,1976) และการช้ำ (Holt and Schoorl,1982) ซึ่งเกิดจากสาเหตุดังนี้

1.แตกหักเนื่องจากความเค้นในแนวตั้งฉาก (cleavage) เป็นการแตกหักในแนวตั้งฉากกับแรงดึง แต่โดยทั่วไปผักผลไม้จะถูกแรงกดเท่านั้น แรงกดจะทำให้ผักผลไม้ยุบตัวตามแนวแรงแต่จะขยายตัวในแนวขวางและแตกออกเนื่องจากความเค้นดึงในแนวตั้งฉากโดยเฉพาะผักผลไม้ที่เปราะ เช่น กะหล่ำปลี มันฝรั่ง

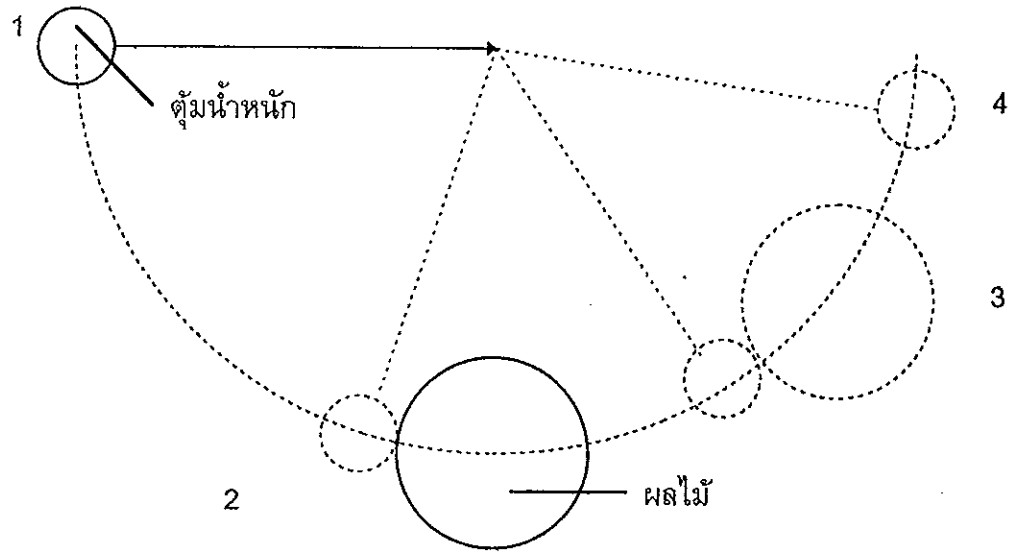
2.แตกหักเนื่องจากความเค้นเฉือน(slip) เป็นการไถลของผลิตผลในแนวความเฉือนสูงสุด ซึ่งทำมุม 45 องศา กับแรงกด การที่ผลไม้แตกหักด้วยแรงเค้นดึงหรือแรงเค้นเฉือนขึ้นอยู่กับผลไม้นั้นทนต่อแรงดึงในแนวตั้งฉากหรือแรงเฉือนได้มากกว่ากัน

3.การช้ำ (bruising) การช้ำเป็นผลจากความเค้นเฉือนในผลไม้เนื้ออ่อนนิ่ม ความเค้นเฉือนทำให้เซลล์บิดเบี้ยวและฉีกขาด เป็นการเสียหายในระดับจุลภาค เมื่อเซลล์แตกทำให้ของเหลวในเซลล์แตกออกมาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศที่แทรกตัวอยู่ตามขอบเซลล์ ทำให้เปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติเชิงกลของผักผลไม้ ได้ทำในยุโรปและสหรัฐอเมริกาในช่วงคริสตวรรษที่ 60 และได้รับการรวบรวมไว้เป็นระบบ (Mohsenin,1970) สำหรับประเทศไทยเพิ่งมีการตื่นตัวในเรื่องความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว แต่มักจะทำในวงแคบที่เป็นเชิงสำรวจดังที่รวบรวมโดย Wills และ Lee (1989) อย่างไรก็ตามนักวิชาการของไทยหลายท่าน ทั้งที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสถาบันวิจัยวิทยาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ก็ได้เริ่มงานวิจัยด้านนี้บ้างแล้ว

Holt และ Schoorl (1977) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรช้ำกับพลังงานที่ผลไม้ดูดกลืนโดยวิธีการทดสอบแบบกระแทกและกดทับแบบช้าๆในแอปเปิ้ลพันธุ์ Granny Smith และได้ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นเส้นตรง เครื่องมือที่ใช้ทดสอบแรงอัดกระแทกคือ impact test rig และเครื่องมือทดสอบแบบกดทับช้าๆ คือ Instron universal tester ต่อมาในปี ค.ศ.1980 Holt และ Schoorl ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตรช้ำและพลังงานที่ดูดกลืนของแอปเปิ้ล 10 ผล วิธีการทดลองแบบง่ายๆ คือ ปล่อยแอปเปิ้ลจากที่สูงซึ่งรู้มวลแอปเปิ้ลและความสูง ณ จุดปล่อยแล้วหาระยะที่แอปเปิ้ล กระดอนจากพื้นซึ่งสามารถหาพลังงานที่แอปเปิ้ลดูดกลืนได้โดยได้ความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นเส้นตรง แล้วหาค่าความต้านทานการช้ำจำเพาะ (specific bruise volume,SBV) เป็นค่าเฉพาะของผลไม้หาได้จากความชันของกราฟระหว่างปริมาตรช้ำกับพลังงานที่ถูกดูดกลืน(มล./จูล) ค่าความต้านทานการช้ำจำเพาะยิ่งมีค่ามาก ผลไม้จะช้ำได้ง่าย ซึ่งสามารถใช้เป็นค่าทำนายความเสียหายในการบรรจุหีบห่อ การขนถ่ายและการกระจายสินค้าของระบบ ในปีต่อมา Holt และ Schoorl (1982)

ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรช้ำกับพลังงานที่ดูดกลืนด้วยวิธีทดสอบแบบกระแทกและกดทับแบบช้าๆกับสตรอเบอร์รี่ 2 พันธุ์ คือ Redland Earlisweet และ Redland Crimson โดยใช้เครื่องมือที่มีกลไกซึ่งประกอบด้วยกลไกควบคุมพลังงานเข้า เครื่องมือในการหาความเร็วกระแทกและความเร็วสะท้อนกลับเพื่อมาใช้ในการคำนวณ และพบว่าความสัมพันธ์ที่ได้เป็นเส้นตรงและพันธุ์ Redlands Earlisweet มีความต้านทานการช้ำจำเพาะมากกว่าพันธุ์ Redlands Crimson แต่เครื่องมือที่ใช้มีกลไกค่อนข้างมาก ทำให้ชุดทดลองมีราคาแพง สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ และ พิทยา ภักดีเศรษฐกุล (2531) ได้ศึกษาและออกแบบเครื่องมือแบบตกกระแทกโดยทดลองกับกล้วยหอมทอง ในการทดลองใช้ลูกตุ้มน้ำหนักที่รู้มวลปล่อยจากที่สูงให้ตกกระแทกกล้วยหอม การทดลองนี้ทราบพลังงานและความเร็วที่ตกกระแทกกล้วยหอมมีค่า mgh และ $\sqrt{2gh}$ ตามลำดับ แต่การทดลองดังกล่าวมีข้อเสียคือเมื่อมวลตกลงมากระแทกผลไม้ จะมีการกระดอนกลับและพลังงานบางส่วนถูกดูดกลืนสู่พื้นทำให้ไม่สามารถทำสมดุลพลังงานที่แท้จริงได้ ต่อมา ปิยะสิริ ชื่นกลิ่น (2532) ได้ทำการพัฒนาออกแบบเครื่องมือกระแทกใหม่โดยใช้หลักการคงตัวของพลังงาน ซึ่งมีหลักการคือปล่อยลูกตุ้มน้ำหนักที่ทราบมวลให้แกว่งกระแทกผลไม้ และมีตัวจับพาผลไม้ขึ้นไปภายหลังการกระแทกเพื่อไม่ให้เกิดการกระแทกซ้ำ (ภาพที่ 1.2) การหาพลังงานที่ถูกดูดกลืนเข้าสู่ผลไม้คำนวณจากพลังงานเริ่มต้น (จุดที่ 1) ลบด้วยพลังงานที่เหลืออยู่ภายหลังการ กระแทก(จุดที่ 3)และพลังงานที่สูญเสียไปกับแรงเสียดทาน (จุดที่4 เมื่อทดลองโดยไม่มีผลไม้) ซึ่งจะเห็นว่าสามารถทำสมดุลพลังงานได้ ทำให้ทราบพลังงานที่ผลไม้ดูดกลืนไว้อย่างแท้จริง แต่การคำนวณต้องใช้ตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้องหลายตัวทำให้ผลการคำนวณมีค่าความผิดพลาดสูง



ภาพที่ 1.2 หลักการของเครื่องมือที่เคลื่อนที่กระแทกแบบแกว่ง(pendalum)

Tongdee และ Suwanagul (1989)ได้ศึกษาความเสียหายของมังคุด โดยใช้วิธีทดลองแบบง่ายๆคือการปล่อยมังคุดที่ความสุกระดับเดียวกัน(ระดับ4)ให้ตกจากที่สูง 5,10,20,40,60,80 และ100 ซม.พบว่าที่ระยะสูงจากพื้น 10 เซนติเมตร เปลือกมังคุดเสียหายเล็กน้อย และ ที่ระยะสูงจากพื้น 20 เซนติเมตร ก่อให้เกิดความเสียหายถึงเนื้อภายในมังคุด โดยรอยช้ำของเปลือกเท่ากับความหนาเปลือกที่ระยะนี้ การทดลองโดยใช้น้ำหนักกดทับมังคุด พบว่าน้ำหนักกดทับ 3-4 กิโลกรัม ไม่ทำให้มังคุดเสียหาย แต่ที่น้ำหนัก 5 กิโลกรัมขึ้นไป ทำให้มังคุดเกิดความเสียหายที่เปลือก แสดงถึงการกองมังคุดหรือวางมังคุดซ้อนกันมากเกินไป ส่งผลให้เปลือกมังคุดเสียหาย และการทดลองบรรจุมังคุดในคอลัมน์ โดยบรรจุ 2 ผล และ 3-5 ผล พบว่าจำนวนชั้นที่บรรจุไม่มีผลโดยตรง แต่มีผลต่อการเสียหายโดยอ้อมเมื่อตกจากระยะสูง 10 เซนติเมตร คือผลล่างจะเกิดความเสียหายมากกว่ากรณีเมื่อปล่อยจากที่สูงเพียงผลเดียว

2.3.การบรรจุและบรรจุภัณฑ์

การบรรจุ จัดเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตที่นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อธุรกิจการค้าในปัจจุบัน อมรรัตน์ สวัสดิทัต(2531) กล่าวว่าหน้าที่พื้นฐานของบรรจุภัณฑ์ ได้แก่

1.เพื่อรองรับผลิตภัณฑ์ให้สามารถขนถ่ายเป็นหน่วยเดียวกัน โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายตลอดการขนส่ง การเก็บรักษา และมีความสะดวกรวดเร็วในการขนส่งและขนถ่าย

2.เพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์จากภยันตรายระหว่างการขนส่ง ขนถ่ายและเก็บรักษาเพื่อลดการสูญเสีย อีกทั้งช่วยรักษาผลิตภัณฑ์ให้คงสภาพ มีคุณภาพดี และเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์

กรมวิชาการเกษตร (2527) ได้แนะนำว่า การบรรจุมังคุดในบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการขนส่ง มีขนาดพอเหมาะสำหรับการขนส่งและป้องกันการกระทบกระเทือนได้ดี จากรายงานของ กรรณิการ์ เชิดฉาย และคณะ (2528) พบว่าผู้ส่งออกบางรายได้ใช้กล่องกระดาษลูกฟูกโดยลักษณะของการบรรจุจะวางเรียงผลมังคุดเป็น 2 ชั้น ในกล่องกระดาษลูกฟูกที่รองก้นกล่องด้วยกระดาษฝอย ชั้นแรกวางเอาขั้วผลขึ้นในชั้นที่สองวางเอาขั้วผลลงสลับกันให้พอดี ไม่ให้มีการเคลื่อนไหวภายในกล่อง จึงไม่มีการกระทบกระเทือนภายในกล่อง ซึ่งสามารถคุ้มครองสินค้าได้ดี ต่อมาดารา พวงสุวรรณ และคณะ (2529) ได้ปรับปรุงคุณภาพมังคุดเพื่อการส่งออกในแง่ของการบรรจุหีบห่อ ซึ่งมีลักษณะเป็นกล่องกระดาษลูกฟูกขนาด 10x15x3 นิ้ว มีรูระบายอากาศข้างละ 6 รู แต่ละกล่องมีน้ำหนักประมาณ 2.5 กิโลกรัม บรรจุได้ 24 ผล หรือบรรจุมังคุดลงในถาดโฟมขนาด 13x13 เซนติเมตร บรรจุได้ 4 ผล แล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์(พีวีซี) จากนั้นบรรจุในกล่องขนาด

13x15x3 นิ้ว จำนวน 6 ถาดต่อกล่อง และได้มีการทดลองส่งมังคุดไปยังเมืองแฟรงเฟิต ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน และเมืองซูริค ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ โดยบรรจุมังคุดลงในกล่องแบบ (pattern box) คือ กล่องรวมมีถาดหลุมบรรจุ 24 ผล และถาดโฟมเล็กแยกถาดละ 4 ผล หุ้มด้วยฟิล์มเพราะสะดวกในการขายปลีก ไม่ต้องเสียเวลาและค่าแรงงานในการบรรจุอีกครั้งหนึ่ง คุณภาพของมังคุดที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส ยังคงสดเหมือนใหม่แม้จะเก็บไว้นาน 1 สัปดาห์ ส่วนมังคุดที่ส่งไปทดสอบที่ประเทศเนเธอร์แลนด์และเดนมาร์กบรรจุเรียงลงไปในกล่องขนาดเดียวกันแต่ไม่มีถาดหลุมรอง เมื่อถึงปลายทางมังคุดยังคุณภาพและมีรสชาดดีอยู่ได้นาน 6 วัน เนื่องจากมังคุดสามารถกลิ้งไปมาได้ทำให้เกิดผิวถลอก และเปลือกแข็งตรงส่วนที่กระทบกระเทือน จึงดัดแปลงการบรรจุในถาดหลุมและถาดโฟมดังกล่าวข้างต้น พบว่าได้ผลดีเป็นที่พอใจมาก

การให้ความคุ้มครองแก่ผลิตภัณฑ์นั้นมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา การเลือกใช้วัสดุเพื่อการหีบห่อจึงเป็นเรื่องสำคัญมาก ในขณะเดียวกันก็น่าจะนำเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้ในการรักษาคุณภาพ จากการเดินสำรวจตลาดผลไม้ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่าผลไม้ที่นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น แอปเปิ้ล สาลี่ หรือผลไม้เปลือกอ่อน มักห่อหุ้มด้วยโฟมตาข่ายและมีกระดาษหลุมรองรับอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันการกลิ้งไปมาและเกิดการกระแทกกันระหว่างผลไม้ นอกจากนี้ยังทำให้กล่องมีความแข็งแรง สามารถบรรจุได้หลายชั้น(ประมาณ 4-5 ชั้น) ช่วยลดต้นทุนในการขนส่งต่อกล่องได้ดี ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้กับผลไม้ของไทยที่มีมูลค่าการส่งออกสูง เช่น มังคุด วัสดุทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติดังนี้

1.โฟมตาข่ายเป็นวัสดุประเภทโพลิเมอร์ของสไตรีน เรียกว่าโพลีสไตรีน มักใช้ในงานบรรจุถึงร้อยละ 35 โพลีสไตรีนที่จัดจำหน่ายมี 3 ลักษณะคือ แบบผลึกล้วน แบบ high impact และแบบ expanded polystyrene ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะรูปแบบของโฟมตาข่าย ซึ่งจะเป็นแบบ high impact polystyrene อันหมายถึงโพลีสไตรีนที่ทนต่อการกระแทก ไม่เปราะ ทางการค้าเตรียมโดยนำบิวทาไดอีนมาผสมกับสไตรีน แล้วทำการโพลีเมอร์ไรซ์ บิวทาไดอีนจะแสดงคุณสมบัติเป็นยางซึ่งจะยังผลให้โพลีเมอร์นี้มีสมบัติทนทานต่อการกระแทก ถ้ามีปริมาณของบิวทาไดอีนเพิ่มขึ้น ความทนทานต่อการกระแทกเพิ่มขึ้นด้วย แต่ความมันวาวและความแข็งจะลดลง โพลีสไตรีนส่วนใหญ่ใช้งานในการเป็นบรรจุภัณฑ์ เครื่องใช้ในบ้าน ตุ๊กตา เครื่องนันทนาการ ส่วนประกอบทางอิเลคโทรนิค ฉนวนและโฟม (พรพรรณ นิธิอุทัย,2530)

2.กระดาษหลุม มีลักษณะเป็นเยื่อกระดาษอย่างหยาบยึดกันด้วยกาวและอัดแน่นให้มีความหนาสม่ำเสมอประมาณ 1 มิลลิเมตร ขึ้นรูปเป็นถาดหลุม จำนวนหลุมขึ้นกับขนาดของผลไม้ที่บรรจุ ผิวขรุขระ ไม่มีความยืดหยุ่น เหนียวและแข็งแรง เมื่อดูดซับน้ำคุณสมบัติจะลดลงและยุ่ยง่ายขึ้น สุธารทิพย์ พิสิฐบัณฑูรย์(2525) กล่าวว่า ไทยยังไม่สามารถ

พึ่งตนเองได้อย่างเต็มที่ในอุตสาหกรรมกระดาษ เนื่องจากไม่สามารถผลิตวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตกระดาษได้อย่างพอเพียง โดยเฉพาะวัตถุดิบประเภทเยื่อกระดาษ เพราะการผลิตเยื่อกระดาษในประเทศขณะนี้ ผลิตเพียงเฉพาะเยื่อใยสั้นเท่านั้น ซึ่งในส่วนนี้ก็ไม่สามารถสนองความต้องการได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้วัตถุดิบจำพวกเคมีภัณฑ์ก็ยังต้องพึ่งพาการนำเข้าเกือบทั้งหมด และจากรายงานประจำปี 2532 ของบริษัทเยื่อกระดาษสยามจำกัด (สุวิทย์ วิโรจน์ดุลย์,2533) กล่าวถึงสภาวะอุตสาหกรรมกระดาษของไทย ในปี 2533 คาดว่าจะมีการนำเข้าเยื่อกระดาษใช้แล้วมาทดแทนเยื่อกระดาษบริสุทธิ์มากขึ้น ดังนั้นต้นทุนการผลิตกระดาษหลุมในไทยอาจสูงมาก จนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน ซึ่งทำให้ขาดข้อมูลการผลิตกระดาษหลุมที่แท้จริง แต่แนวทางหนึ่งที่น่าสนใจคือการนำเศษกระดาษเหลือใช้มาเข้ากระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ ผลิตเป็นกระดาษหลุม อาจมีแนวโน้มเป็นไปได้ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาขยะลงและเป็นการสนับสนุนการใช้บรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายง่ายอีกทางหนึ่งด้วย

3.วัตถุประสงค์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาความต้านทานการเสียหายเชิงกลของมังคุดสดที่รับภาระแบบกระแทก
2. ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมังคุดสดที่ได้รับภาระแบบกระแทกที่อายุการเก็บแตกต่างกัน
3. ศึกษาถึงวัสดุรองรับที่สามารถลดแรงกระแทกของมังคุดสดได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

บทที่ 2

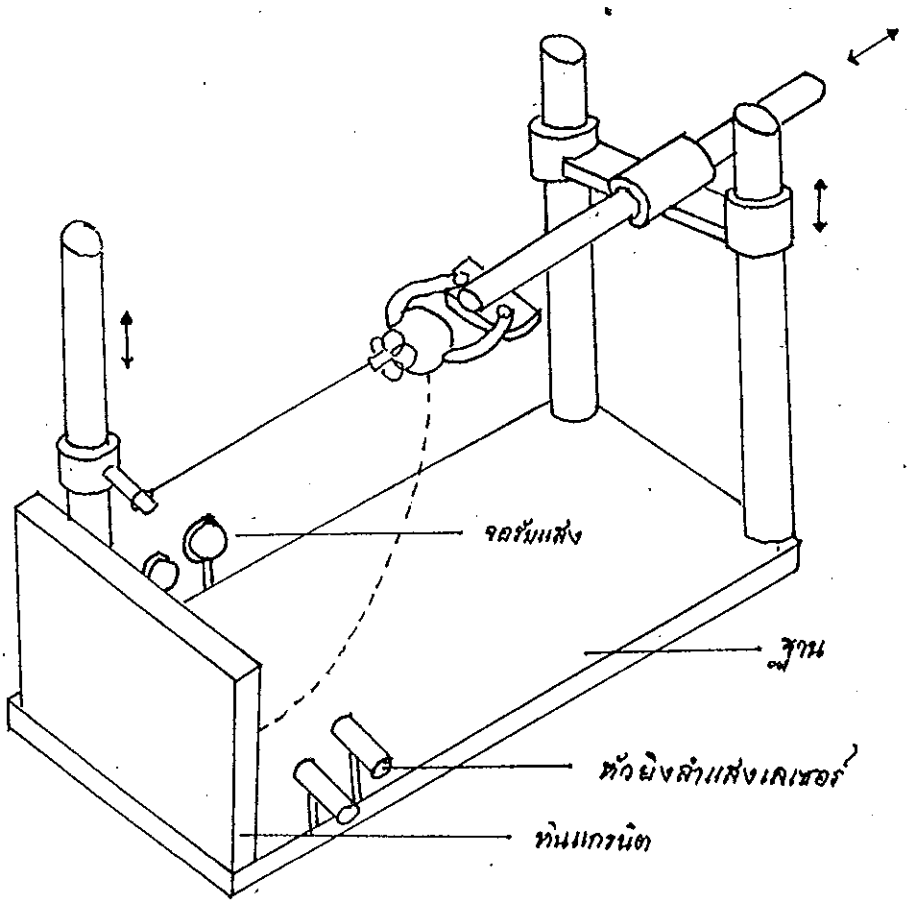
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1.การทดลองที่ 1 การออกแบบเครื่องมือสำหรับกระแทกมังคุด

เนื่องจากเครื่องมือในการทดลองของ ปิยะสิริ ชื่นกลิ่น (2532) ยังมีข้อบกพร่องอยู่มาก อาทิ ไม่สามารถป้องกันการกระแทกซ้ำสองได้อย่างสมบูรณ์ โดยเฉพาะเมื่อประยุกต์ใช้กับมังคุดซึ่งมีสัมประสิทธิการกระดอนค่อนข้างสูง เว้นแต่จะมีกลไกจับมังคุดภายหลังการกระแทกซึ่งทำให้ระบบซับซ้อน นอกจากนั้นยังไม่อาจมั่นใจได้ว่ากลไกการจับมังคุดจะเป็นการเพิ่มพลังงานจนทำให้มังคุดช้ำมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ พลังงานสูญเสียในระบบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนความเร่งกระทันหันขณะกระแทกยังวัดไม่ได้ ด้วยข้อจำกัดของอุปกรณ์การทดลองของ สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ และพิทยา ภักดีเศรษฐกุล (2531) และ ปิยะสิริ ชื่นกลิ่น (2532) จึงใช้หลักการของ Holt และ Schoorl (1980) ที่ทดลองกับแอปเปิ้ลโดยปล่อยให้ตกจากที่สูงแล้ววัดความเร็วกระดอนกลับเพื่อคำนวณพลังงานที่แอปเปิ้ลดูดกลืน และได้ออกแบบเครื่องมือเพื่อใช้ในการทดลองนี้โดยใช้หลักการลงตัวของตุ้มแกว่ง(pendalum)

1.1.วัสดุอุปกรณ์

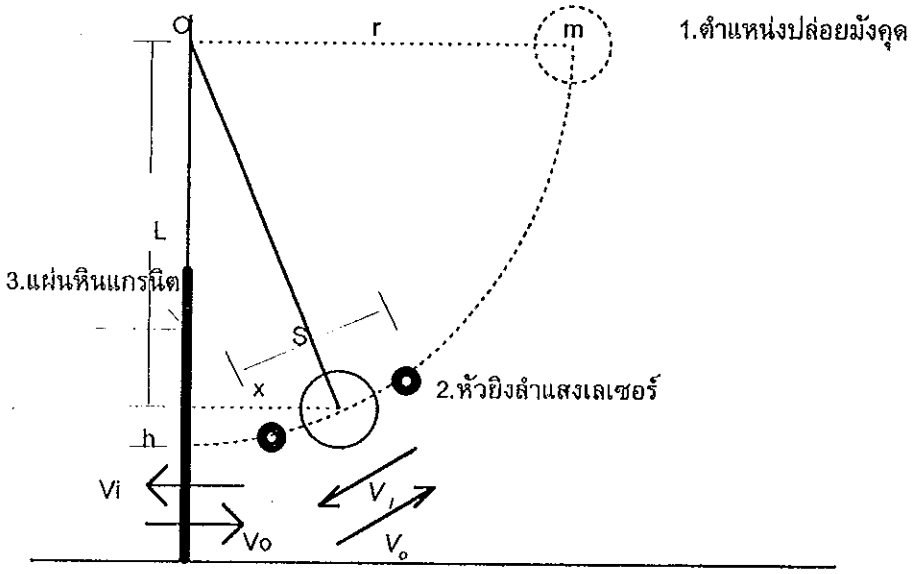
เครื่องมือการทดลองประกอบด้วยแผ่นหินแกรนิตความหนา 2 ซม. วางรับการกระแทกในแนวตั้งดังภาพที่ 2.1 มังคุดผูกด้วยเส้นเชือกเอ็นและปล่อยให้ตกกระแทกแผ่นหินแกรนิต จุดจับมังคุดและจุดหมุนสามารถเลื่อนปรับได้เพื่อให้มังคุดตกกระแทกที่ระดับความสูงต่างๆ ชุดกำเนิดและรับแสงเลเซอร์จะจับเวลาที่มังคุดวิ่งเข้ากระแทกแผ่นหินและกระดอนออกจากแผ่นหินซึ่งจะให้ค่าพลังงานขณะกระแทกและพลังงานที่เหลือภายหลังการกระแทก สัญญาณจากจอรับแสงเลเซอร์ตรวจวัดโดยเครื่องออสซิลโลสโคป Tektronix รุ่น 2505



ภาพที่ 2.1 เครื่องมือที่ออกแบบสำหรับใช้ในงานวิจัย

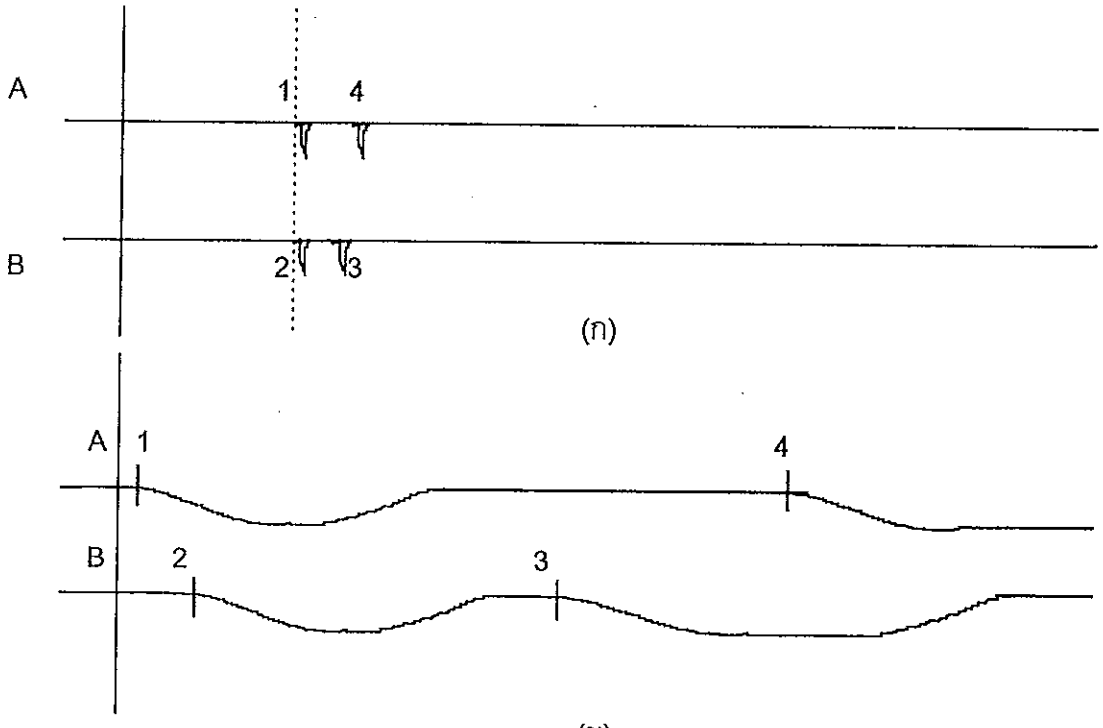
1.2.สูตรการคำนวณ

ผลมังคุดถูกจับด้วยกลไกที่ตำแหน่ง 1 ดังแสดงในภาพที่ 2.2 ซึ่งอยู่ในแนวระดับ ระยะจากจุดหมุน O ถึงจุดศูนย์กลางมวลยาว r ปล่อยมังคุดให้กระแทกกับแผ่นหินแกรนิตโดยไม่มีการกระแทกซ้ำ(ใช้มือจับมังคุดหลังวิ่งผ่านลำแสงเลเซอร์ทั้งสองเส้นขณะวิ่งกระดอนกลับ) โดยระบายผงชอล์กบนแผ่นหินบริเวณจุดที่จะกระแทกเพื่อทำเครื่องหมายที่ผิวมังคุด ณ จุดกระแทก จับเวลาที่มังคุดวิ่งเข้ากระแทกแผ่นหินและกระดอนออกจากแผ่นหินเป็นระยะทาง S(ระยะระหว่างลำแสงเลเซอร์)



ภาพที่ 2.2 หลักการของเครื่องมือที่ใช้ในโครงการวิจัย

ลักษณะคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนจอออสซิลโลสโคป มีลักษณะดังภาพที่ 2.3 (ก) ซึ่งเมื่อขยายแกนในแนวนอนจะได้ดังภาพ 2.3 (ข)



ภาพที่ 2.3 ลักษณะคลื่นไฟฟ้าบนจอออสซิลโลสโคป

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

สัญญาณ A รับจากจอเซนเซอร์ตัวที่ 1 และสัญญาณ B รับคลื่นไฟฟ้าจากจอเซนเซอร์ตัวที่ 2 (ใกล้แผ่นหินแกรนิต) เมื่อมังคุดวิ่งผ่านลำแสงเลเซอร์เส้นที่ 1 คลื่นไฟฟ้าบนแกน A จะเริ่มหายไป (จุดที่ 1) เมื่อมังคุดวิ่งผ่านลำแสงเลเซอร์เส้นที่ 2 คลื่นไฟฟ้าบนแกน B จะเริ่มหายไป (จุดที่ 2) เมื่อมังคุดวิ่งผ่านลำแสงทั้งสองเส้นแล้ว คลื่นไฟฟ้าจะกลับมาเป็นปกติ หลังจากมังคุดกระแทกแผ่นหินแกรนิตแล้ววิ่งกลับมาจะผ่านลำแสงเลเซอร์เส้นที่ 2 ก่อน ทำให้คลื่นไฟฟ้าบนแกน B หายไป (จุดที่ 3) และวิ่งผ่านลำแสงเลเซอร์เส้นที่ 1 คลื่นไฟฟ้าบนแกน A หายไป (จุดที่ 4) ซึ่งการหาระยะเวลาที่มังคุดใช้ในการเดินทางระหว่างลำแสงเลเซอร์เส้นที่ 1 และ 2 ทั้งขาเข้าและขาออก หาได้จากผลต่างของเวลาจากจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 2 เป็นเวลาก่อนเข้ากระแทก (ti) และเวลาจากจุดที่ 3 ถึงจุดที่ 4 เป็นเวลาหลังจากกระแทก (to) ซึ่งเวลาบนแกน A และ B ความละเอียดสูงสุดที่อ่านได้คือ 10^{-6} วินาที ทั้ง ti และ to จะใช้ในการคำนวณความเร็วกระแทกและความเร็วกระดอนกลับของมังคุด ซึ่งนำไปหาพลังงานที่มังคุดดูดกลืนได้ โดยคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$V_i^2 = 2gr \qquad (2.1)$$

$$V_i^2 = V_i^2 + 2gh$$

$$2gr = \left(\frac{S}{t_i}\right)^2 + 2gh$$

ดังนั้น $$2gh = 2gr - \left(\frac{S}{t_i}\right)^2 \qquad (2.2)$$

$$V_o^2 = V_o^2 + 2gh$$
$$= \left(\frac{S}{t_o}\right)^2 + 2gr - \left(\frac{S}{t_i}\right)^2$$

$$E_i = \frac{1}{2}mV_i^2 = mgr \qquad (2.3)$$

$$E_o = \frac{1}{2}mV_o^2 = mgr - \frac{m}{2}\left[\left(\frac{S}{t_i}\right)^2 - \left(\frac{S}{t_o}\right)^2\right] \qquad (2.4)$$

ดังนั้นพลังงานดูดกลืนโดยมังคุด Ea = Ei–Eo

$$= \frac{mS^2}{2}\left(\frac{1}{t_i^2} - \frac{1}{t_0^2}\right) \qquad (2.5)$$

ค่าต่างๆในสมการ (2.5) เป็นค่าที่วัดได้จากการทดลอง ดังนั้นโดยวิธีการนี้ทำให้สามารถหาพลังงานที่มังคุดดูดกลืนได้ แต่ในการทดลองซึ่งใช้เชือกยาว 10 ซม.จะพบว่าค่า Eo ซึ่งขึ้นกับ S นั้นมีความคลาดเคลื่อนมาก ในกรณีเช่นนี้การคำนวณ Vo อาจได้จากการวิเคราะห์ต่อไปนี้

$$Vi^2 = \left(\frac{s}{ti}\right)^2 + 2gh$$

$$\therefore \left(\frac{s}{ti}\right)^2 = Vi^2 - 2gh \qquad (2.6)$$

$$Vo^2 = \left(\frac{s}{to}\right)^2 + 2gh$$

$$\left(\frac{s}{to}\right)^2 = Vo^2 - 2gh \qquad (2.7)$$

$$(2.7) \div (2.6) \Rightarrow \left(\frac{ti}{to}\right)^2 = \frac{Vo^2 - 2gh}{Vi^2 - 2gh}$$

$$Vo^2 = \left(Vi^2 - 2gh\right)\left(\frac{ti}{to}\right)^2 + 2gh$$

$$= \left(\frac{tiVi}{to}\right)^2 - 2gh\left(\frac{ti}{to}\right)^2 + 2gh$$

$$= \left(\frac{tiVi}{to}\right)^2 + 2gh\left(1 - \left(\frac{ti}{to}\right)^2\right)$$

$$Vo^2 = 2gr\left(\frac{ti}{to}\right)^2 + 2gh\left(1 - \left(\frac{ti}{to}\right)^2\right)$$

แทนค่า h = r–L

$$Vo^2 = 2gr\left(\frac{ti}{to}\right)^2 + 2g(r-L)\left(1-\left(\frac{ti}{to}\right)^2\right)$$

$$= 2gr\left(\frac{ti}{to}\right)^2 + 2g\left(r - r\left(\frac{ti}{to}\right)^2 - L + L\left(\frac{ti}{to}\right)^2\right)$$

$$= 2gr\left(\frac{ti}{to}\right)^2 + 2gr\left(\frac{ti}{to}\right)^2 - 2gr - 2gL + 2gL\left(\frac{ti}{to}\right)^2$$

$$= 2gr - 2gL + 2gL\left(\frac{ti}{to}\right)^2$$

$$\therefore Vo^2 = 2g\left(r - L + L\left(\frac{ti}{to}\right)^2\right)$$

$$\because L = \sqrt{r^2 - x^2}$$

$$\therefore Vo = \sqrt{2g\left(r - \sqrt{r^2-x^2} + \sqrt{r^2-x^2}\left(\frac{ti}{to}\right)^2\right)} \qquad (2.8)$$

1.3.คำนวณค่าความผิดพลาดของเครื่องมือ

ถ้าให้ y เป็นฟังก์ชั่นของ $x_1,x_2,x_3,...,x_n$ ความผิดพลาดของ y.(Δy) อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของ $\Delta x_1,\Delta x_2,\Delta x_3,...,\Delta x_n$ หาได้จากสมการ (2.9)

จาก

$$y = f(x_1,x_2,x_3,...,x_n)$$

ดังนั้น

$$\Delta y = \frac{\partial y}{\partial x}\Delta x_1 + \frac{\partial y}{\partial x}\Delta x_2 + \frac{\partial y}{\partial x}\Delta x_3 + ... + \frac{\partial y}{\partial x}\Delta x_n \qquad (2.9)$$

ตัวอย่างการคำนวณค่าความผิดพลาด

1.ความเร็วขาเข้า

$$Vi = \sqrt{2gr}$$

$$\Delta Vi = \frac{\partial Vi}{\partial r}\Delta r$$

$$= \frac{\partial\sqrt{2gr}}{\partial r}\Delta r$$

$$= \sqrt{2g}\frac{\partial\sqrt{r}}{\partial r}\Delta r$$

$$\Delta Vi = \frac{\Delta r}{2}\sqrt{\frac{2g}{r}}$$

2.ความเร็วขาออก

$$Vo = \sqrt{2g\left(r - \sqrt{r^2 - x^2} + \frac{ti^2}{to^2}\sqrt{r^2 - x^2}\right)}$$

$$\Delta Vo = \frac{\partial Vo}{\partial r}\Delta r + \frac{\partial Vo}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial Vo}{\partial t}\Delta t$$

ให้

$$A = 2g\left(r - \sqrt{r^2 - x^2} + \frac{ti^2}{to^2}\sqrt{r^2 - x^2}\right)$$

$$B = r^2 - x^2$$

$$C = \frac{ti}{to}$$

$$\therefore \quad Vo = \sqrt{A} = \sqrt{2g\left(r - \sqrt{B} + C^2\sqrt{B}\right)}$$

$$\frac{\partial Vo}{\partial r}\Delta r = \frac{\partial\sqrt{A}}{\partial A}\frac{\partial A}{\partial r}\Delta r$$

$$= \frac{2g\Delta r}{2\sqrt{A}}\left[\frac{r}{\partial r} - \frac{\sqrt{B}\partial B}{\partial B\partial r} + \frac{C^2\sqrt{B}\partial B}{\partial B\partial r}\right]$$

$$= \frac{g\Delta r}{\sqrt{A}}\left[1 - \left(\frac{1}{2\sqrt{B}}\left(\frac{\partial r^2}{\partial r} - \frac{\partial x^2}{\partial r}\right)\right) + \frac{C^2}{2\sqrt{B}}\left(\frac{\partial r^2}{\partial r} - \frac{\partial x^2}{\partial r}\right)\right]$$

$$= \frac{g\Delta r}{\sqrt{A}}\left[1 - \frac{r}{\sqrt{B}} + \frac{rC^2}{\sqrt{B}}\right]$$

$$\therefore \frac{\partial Vo}{\partial r}\Delta r = \frac{g\Delta r}{\sqrt{A}}\left[1 - \frac{r(1-C^2)}{\sqrt{B}}\right]$$

$$\frac{\partial Vo}{\Delta x}\Delta x = \frac{\partial\sqrt{A}}{\partial A}\frac{\partial A}{\partial x}\Delta x$$

$$= \frac{2g\Delta x}{2\sqrt{A}}\left[\frac{r}{\partial x} - \frac{\sqrt{B}\partial B}{\partial B\partial x} + \frac{C^2\sqrt{B}\partial B}{\partial B\partial x}\right]$$

$$= \frac{g\Delta x}{\sqrt{A}}\left[0 - \frac{1}{2\sqrt{B}}\left(\frac{r^2}{\partial x} - \frac{x^2}{\partial x}\right) + \frac{C^2}{2\sqrt{B}}\left(\frac{\partial r^2}{\partial x} - \frac{\partial x^2}{\partial x}\right)\right]$$

$$= \frac{g\Delta x}{\sqrt{A}}\left(0 - \frac{(-2x)}{2\sqrt{B}} + \frac{C^2(-2x)}{2\sqrt{B}}\right)$$

$$\therefore \frac{\partial Vo\Delta x}{\partial x} = \frac{gx\Delta x(1-C^2)}{\sqrt{AB}}$$

$$\frac{\partial Vo\Delta t}{\partial t} = \frac{\partial\sqrt{A}}{\partial A}\frac{\partial A}{\partial t}\Delta t$$

$$= \frac{2g\Delta t}{2\sqrt{A}}\left[\frac{r}{\partial t} - \frac{\sqrt{B}}{\partial t} + \frac{\sqrt{B}C^2}{\partial t}\right]$$

$$= \frac{g\Delta t}{\sqrt{A}}\left[0 - 0 + \sqrt{B}\left(\frac{\partial ti^2}{to^2\partial t}\right)\right]$$

$$= \frac{g\Delta t\sqrt{B}}{\sqrt{A}}\left[\frac{to^2 2ti - ti^2 2to}{\left(to^2\right)^2}\right]$$

$$\therefore \frac{\partial Vo\Delta t}{\partial t} = \frac{2g\Delta t\sqrt{B}}{\sqrt{A}}\left[\frac{tito - ti^2}{to^3}\right]$$

$$\because \Delta Vo = \frac{\partial Vo\Delta r}{\partial r}+\frac{\partial Vo\Delta x}{\partial x}+\frac{\partial Vo\Delta t}{\partial t}$$

$$\therefore \Delta Vo = \left|\frac{g\Delta r}{\sqrt{A}}\left(1-\frac{r(1-C^2)}{\sqrt{B}}\right)\right|+\left|\frac{gx\Delta x(1-C^2)}{\sqrt{AB}}\right|+\left|\frac{2g\Delta t\sqrt{B}}{\sqrt{A}}\left(\frac{tito-ti^2}{to^3}\right)\right|$$

3.พลังงานกระแทก

$$Ei = mgr$$

$$\Delta Ei = \frac{\partial mgr\Delta m}{\partial m}+\frac{\partial mgr\Delta r}{\partial r}$$

$$\therefore \Delta Ei = gr\Delta m + gm\Delta r$$

4.พลังงานที่เหลือ

$$Eo = mg\left(r-\sqrt{r^2-x^2}+\left(\frac{ti}{to}\right)^2\sqrt{r^2-x^2}\right)$$

กำหนดให้ : $D = mg\sqrt{r^2-x^2}\left(\left(\frac{ti}{to}\right)^2-1\right) = mg\sqrt{B}(C^2-1)$

$$\Delta Eo = \Delta Ei+\frac{\partial D\Delta r}{\partial r}+\frac{\partial D\Delta m}{\partial m}+\frac{\partial D\Delta x}{\partial x}+\frac{\partial D\Delta t}{\partial t}$$

$$\frac{\partial D\Delta r}{\partial r} = \frac{\partial mg\sqrt{B}(C^2-1)\Delta r}{\partial r}$$

$$= mg(C^2-1)\frac{\partial\sqrt{B}}{\partial B}\frac{\partial B\Delta r}{\partial r}$$

$$= \frac{mg(C^2-1)}{2\sqrt{B}}\left(\frac{r^2}{\partial r}-\frac{x^2}{\partial r}\right)\Delta r$$

$$= \frac{mg(C^2-1)}{2\sqrt{B}}(2r)\Delta r$$

$$\therefore \frac{\partial D\Delta r}{\partial r} = \frac{mgr\Delta r(C^2-1)}{\sqrt{B}}$$

$$\frac{\partial D\Delta m}{\partial m} = \frac{\partial mg\sqrt{B}(C^2-1)\Delta m}{\partial m}$$

$$= \left(\frac{g\sqrt{B}(C^2-1)\partial m}{\partial m}\right)\Delta m$$

$$\therefore \frac{\partial D\Delta m}{\partial m} = g\sqrt{B}(C^2-1)\Delta m$$

$$\frac{\partial D\Delta x}{\partial x} = \frac{\partial mg\sqrt{B}(C^2-1)\Delta x}{\partial x}$$

$$= mg(C^2-1)\frac{\partial\sqrt{B}\partial B\Delta x}{\partial B\partial x}$$

$$= mg(C^2-1)\frac{\Delta x}{2\sqrt{B}}\left(\frac{r^2}{\partial x}-\frac{\partial x^2}{\partial x}\right)$$

$$= mg(C^2-1)\frac{\Delta x}{2\sqrt{B}}(0-2x)$$

$$\therefore \frac{\partial D\Delta x}{\partial x} = \frac{mgx(1-C^2)\Delta x}{\sqrt{B}}$$

$$\frac{\partial D\Delta t}{\partial t} = \frac{\partial mg\sqrt{B}(C^2-1)\Delta t}{\partial t}$$

$$= \frac{mg\sqrt{B}\partial(C^2-1)\Delta t}{\partial t}$$

$$= mg\sqrt{B}\frac{\partial C^2}{\partial t}\Delta t$$

$$\therefore \frac{\partial D\Delta t}{\partial t} = 2mg\sqrt{B}\Delta t\left(\frac{tito-ti^2}{to^3}\right)$$

$$\therefore \Delta Eo = |\Delta Ei| + \left|\left(\frac{mgr(C^2-1)\Delta r}{\sqrt{B}}\right)\right| + \left|g\sqrt{B}(C^2-1)\Delta m\right| + \left|\frac{mgx(1-C^2)\Delta x}{\sqrt{B}}\right| + \left|2mg\sqrt{B}\Delta t\left(\frac{tito-ti^2}{to^3}\right)\right|$$

5.พลังงานดูดกลืน

$$Ea = Ei - Eo$$

$$\Delta Ea = |\Delta Ei| + |\Delta Eo|$$

ความคลาดเคลื่อนเหล่านี้รวบรวมสรุปไว้ในตารางที่ 2.1 ซึ่งจะเป็นค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากเป็นผลรวมของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของแต่ละเทอม ในทางปฏิบัตินั้นค่าจริงของบางเทอมอาจมีค่าติดลบ และเป็นผลให้ความคลาดเคลื่อนรวมลดลงได้

ตารางที่ 2.1 สูตรคำนวณค่าความผิดพลาดของเครื่องมือ

สมการที่	สูตรคำนวณค่าความผิดพลาด
1. $Vi=\sqrt{2gr}$	$\Delta Vi=\frac{\Delta r}{2}\sqrt{\frac{2g}{r}}$
2. $Vo=\sqrt{2g\left(r-\sqrt{B}+C^2\sqrt{B}\right)}$	$\Delta Vo=\left\|\frac{g\Delta r}{\sqrt{A}}\left(1-\frac{r(1-C^2)}{\sqrt{B}}\right)\right\|+\left\|\frac{gx\Delta x(1-C^2)}{\sqrt{AB}}\right\|+\left\|\frac{2g\sqrt{B}\Delta t}{\sqrt{A}}\left(\frac{tito-ti^2}{to^3}\right)\right\|$
3. $Ei=mgr$	$\Delta Ei=g(r\Delta m+m\Delta r)$
4. $Eo=Ei-mg\sqrt{B}(1-C^2)$	$\Delta Eo=\left\|\Delta Ei\right\|+\left\|\frac{mgr(C^2-1)\Delta r}{\sqrt{B}}\right\|+\left\|g\sqrt{B}(C^2-1)\Delta m\right\|+\left\|\frac{mgx(1-C^2)\Delta x}{\sqrt{B}}\right\|+\left\|2mg\sqrt{B}\Delta t\left(\frac{tito-ti^2}{to^3}\right)\right\|$
5. $Ea=Ei-Eo$	$\Delta Ea=\left\|\Delta Ei\right\|+\left\|\Delta Ed\right\|$

หมายเหตุ

$$A = 2g\left(r-\sqrt{r^2-x^2}+\frac{ti^2}{to^2}\sqrt{r^2-x^2}\right)$$

$$B = r^2-x^2$$

$$C = \frac{ti}{to}$$

2.การทดลองที่ 2 คุณสมบัติต้านทานความเสียหายของมังคุด

2.1.วัสดุ

มังคุดระดับสีที่ 4(สีแดงหรือน้ำตาลอมแดง)เก็บจากสวนมังคุดที่ อ.ควนโดน จ.สตูล ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2538 มีขนาดตั้งแต่ 60 กรัม ถึง 130 กรัม ต่อผล การเก็บจะใช้มือปลิด มังคุดหรือใช้ตะกร้อสอยในระยะที่มังคุดมีสีผิวในระดับสีที่ 2 หรือ 3 โดยบรรจุในถุงพลาสติกถุงละไม่เกิน 3 กิโลกรัม ขนส่งโดยรถยนต์ แล้วนำมาทำความสะอาด วางเรียงบนโต๊ะรอจนมังคุดเปลี่ยนสีผิวเป็นระดับสีที่ 4 (ภาพที่ 2.4) จึงนำมาทำการทดลอง

ภาพที่ 2.4 มังคุด(ระยะ 4)ที่นำมาใช้ในการทดลอง

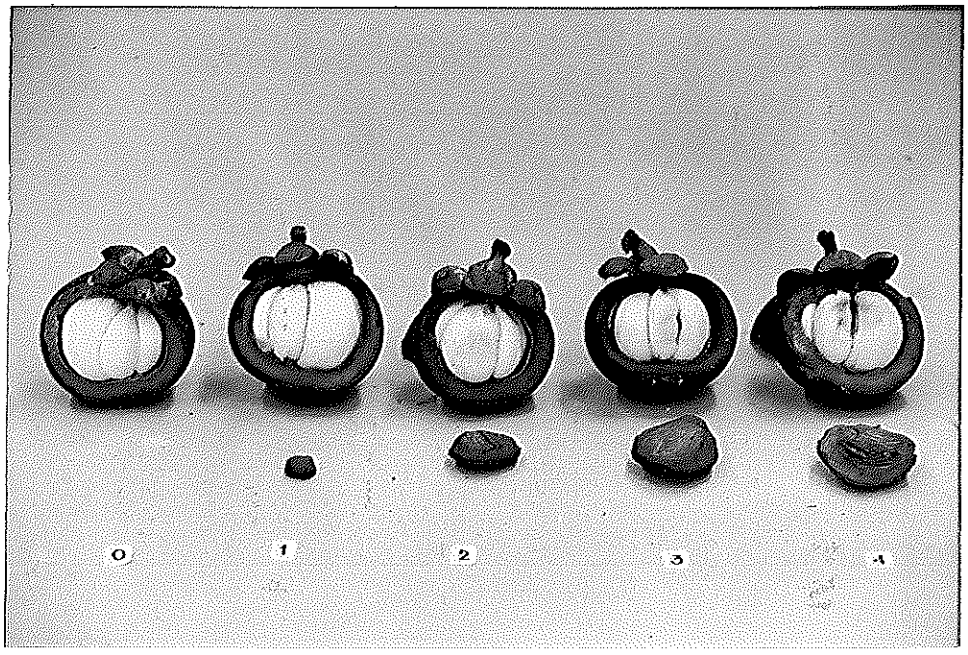
2.2.อุปกรณ์

1. ชุดเครื่องมือกระแทก(จากการทดลองที่ 1)
2. ตาชั่งไฟฟ้าความละเอียด 0.01 กรัม สำหรับชั่งน้ำหนักมังคุดและชิ้นส่วนของเปลือกที่ช้ำ
3. มีดคัตเตอร์หรือมีดคว้านสำหรับเจาะเปลือกมังคุด
4. เวอร์เนีย สำหรับวัดความหนาเปลือกบริเวณส่วนช้ำและความหนาของชิ้นส่วนเปลือกที่ช้ำ
5. เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel สำหรับเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

2.3.วิธีการ

1. แบ่งมังคุดออกเป็น 3 กลุ่มตามน้ำหนัก (60-80 กรัม,81-100 กรัม และ 101-130 กรัม)

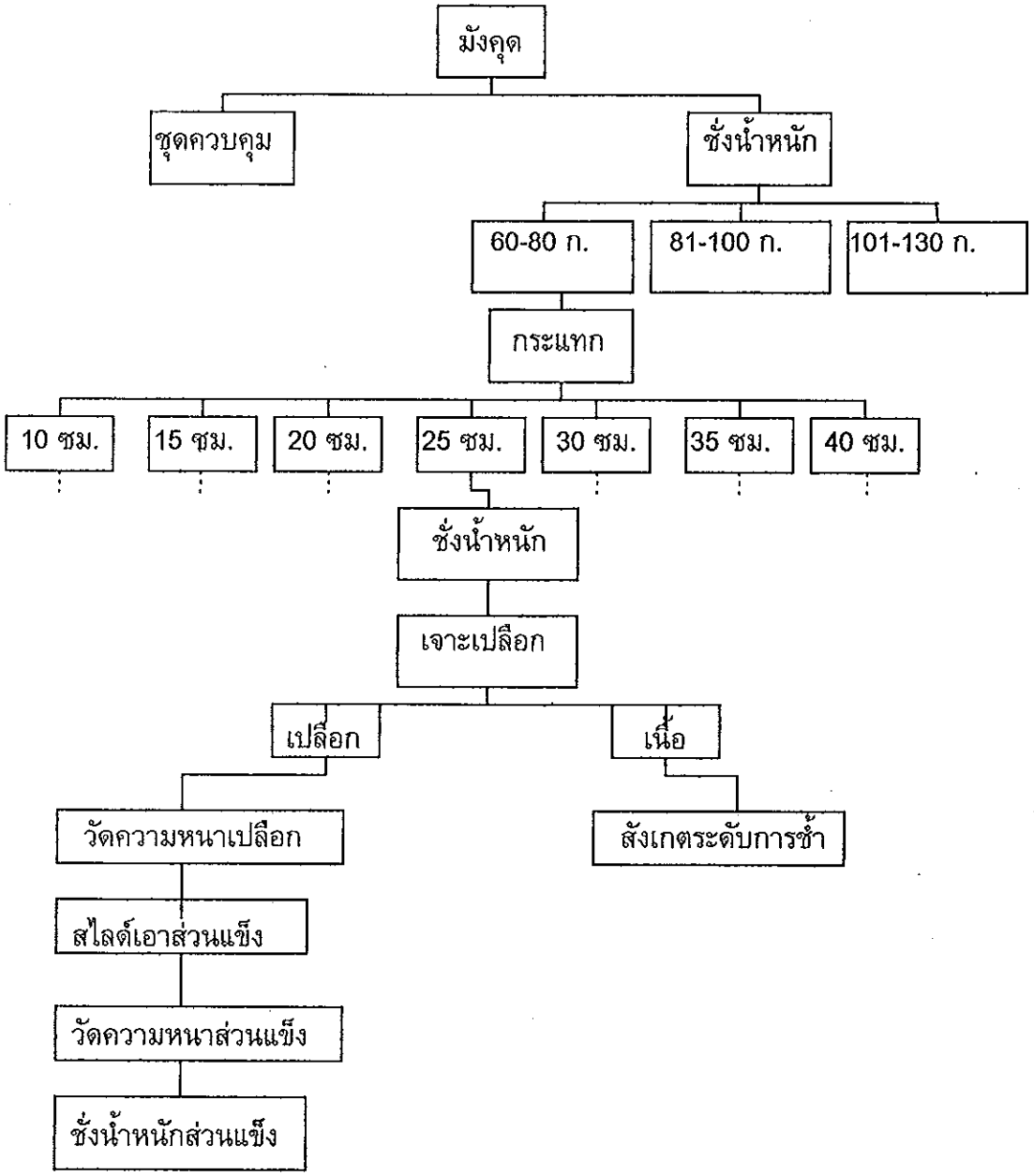
2. ชั่งน้ำหนัก ทดลองกระแทกผลละ 1 ครั้ง โดยแต่ละกลุ่มจะถูกกระแทกที่ความเร็ว 7 ระดับ (แบ่งตามความสูงของระยะปล่อยมังคุด ได้แก่ 10,15,20,25,30,35 และ 40 ซม.) ทดลองกระแทกระดับความสูงละ 25 ผล โดยสุ่มมังคุดจากกองให้มีขนาดใหญ่เล็กกระจายเท่าๆกัน และให้มังคุดที่ไม่ถูกกระแทกเป็นชุดควบคุม ทำซ้ำ 2 ครั้ง รวมมังคุดที่ใช้ทดลองทั้งสิ้น 400 ผล
3. เก็บไว้ 3 วันเพื่อให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และถึงระยะสำหรับบริโภคสด(Tongdee และ Suwanagul ,1989)
4. ชั่งน้ำหนักมังคุดทั้งผล เจาะเปลือกรอบจุดที่ถูกกระแทก(ขณะกระแทกทำเครื่องหมายด้วยผงซอล์ก) วัดความหนาเปลือก แล้วสไลด์เอาเฉพาะส่วนที่แข็ง
5. นำชิ้นส่วนเปลือกแข็งมาชั่งน้ำหนัก,วัดความหนา,ส่วนบริเวณเนื้อ ณ จุดกระแทกจะให้คะแนนระดับการช้ำ แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ
   ระดับที่ 0-ไม่ช้ำเลย,1-ฝอเล็กน้อยมาก(ช้ำพอดีผิวเนื้อ)
   ระดับที่ 2-สีคล้ำ,สีชมพู,สีเหลืองหรือฝ่อบริเวณผิวเนื้อลึกประมาณ 1 มม.
   ระดับที่ 3-สีคล้ำ,สีชมพู,สีเหลืองหรือฝ่อ เนื้อเหี่ยวยุบจากผิวลึก 2 มม.
   ระดับที่ 4-สีคล้ำ,สีชมพู สีเหลืองหรือฝ่อ เนื้อเหี่ยวยุบจากผิวลึก 3 มม.ขึ้นไป
   ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ระดับการช้ำของเนื้อมังคุด

6. วิเคราะห์ข้อมูล ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุด สัดส่วนลึก (ความหนาเปลือกแข็ง/ความหนาเปลือกมังคุด) ระดับเนื้อช้ำ โดยสัมพันธ์กับพลังงานกระแทก
7. วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial with check in CRD (สุรพล อุปดิสสกุล,2530) วิเคราะห์ ANOVA และ LSD

วิธีการทดลองที่ 2 สามารถเขียนเป็นขั้นตอนง่ายๆได้ดังภาพที่ 2.6

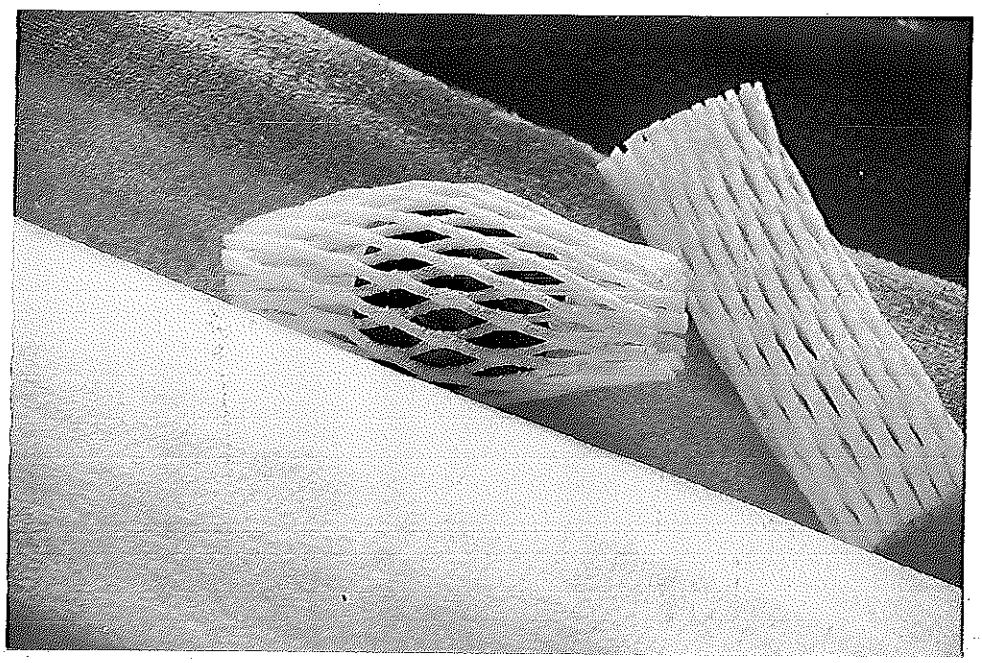


ภาพที่ 2.6 วิธีการทดลองที่ 2 คุณสมบัติต้านทานความเสียหายของมังคุด

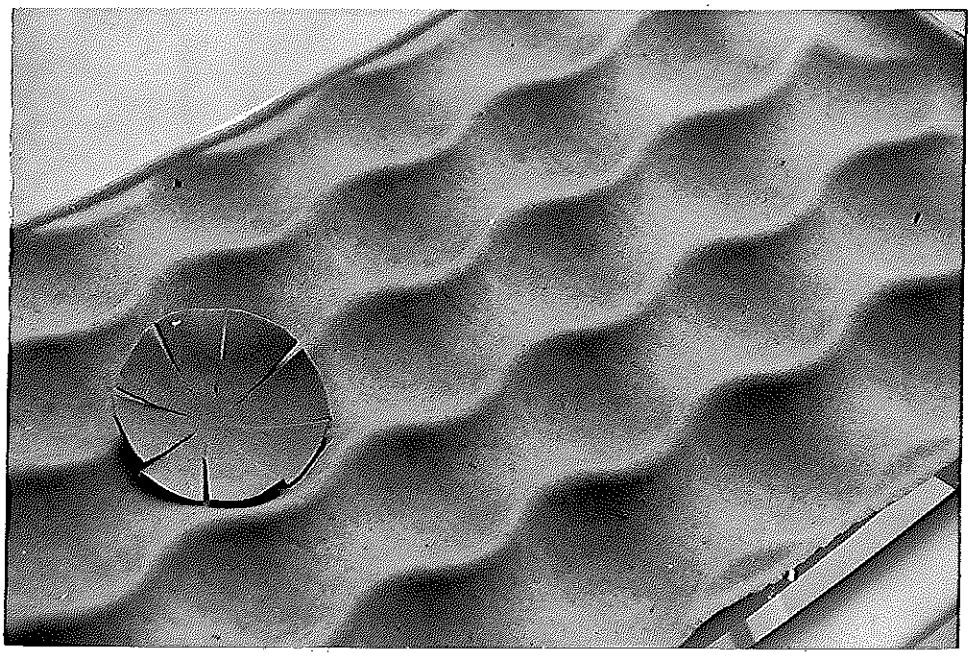
3.การทดลองที่ 3 ประสิทธิภาพของวัสดุรองรับต่อการป้องกันการเสียหายของมังคุดและอายุการเก็บรักษา

3.1.วัสดุ

1. มังคุดระยะ 4 เก็บจากสวนมังคุดที่อำเภอลานสกา จ.นครศรีธรรมราช ในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2538 มีขนาดประมาณ 100 กรัมต่อผล (100±15กรัม) โดยจะคัดเลือกจากมังคุดที่ชาวสวนเก็บมา เนื่องจากชาวสวนจะเก็บมังคุดโดยใช้มือปลิดหรือใช้ตะกร้อสอยเป็นส่วนใหญ่ มังคุดที่คัดเลือกมาจะมีระยะสีผิวในระดับที่ 2 หรือ 3 บรรจุในตะกร้าพลาสติกที่มีถาดกระดาษหลุมรองรับเป็นชั้นๆจำนวน 3 ชั้น ขนส่งโดยรถบรรทุกเล็ก แล้วนำมาทำความสะอาด วางเรียงบนโต๊ะรอจนมังคุดเปลี่ยนสีผิวเป็นระดับที่ 4 คัดเลือกมังคุดอีกครั้งเพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากตัวมังคุดเอง ได้แก่ เปลือกแข็งหรือมีร่องรอยการกระแทกมาก่อนหรือมังคุดสุกไม่สม่ำเสมอ(สีผิวเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอ) แล้วจึงนำมาทดลองซึ่งจะใช้มังคุดจำนวน 680 ผล
2. วัสดุรองรับ ได้แก่ แผ่นโฟมโพลีสไตรีน ขนาดความหนา 1 มม. ความหนาแน่น 0.023 กก./ตรม. ซ้อนกัน 3 ชั้นเพื่อให้มีความหนาเท่ากับใยของโฟมตาข่าย(ซึ่งเป็นวัสดุรองรับที่ตั้งใจจะใช้แต่มีปัญหาตรงที่โฟมตาข่ายมีช่องว่างทำให้ไม่สามารถควบคุมให้สม่ำเสมอได้จึงใช้แผ่นโฟมทดแทน) ดังภาพที่ 2.7 และกระดาษหลุมความหนา 1 มม. ความหนาแน่น 0.533 กก./ตรม.ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.7 แผ่นโฟมโพลีสไตรีน



ภาพที่ 2.8 กระดาษหลุมและรูปแบบการนำมาใช้ในการทดลอง

3.2.อุปกรณ์

1. ชุดเครื่องมือกระแทก (จากการทดลองที่ 1)
2. ตาชั่งไฟฟ้าความละเอียด 0.01 กรัม สำหรับชั่งน้ำหนักมังคุดและชิ้นส่วนของเปลือกที่แข็ง
3. มีดคัตเตอร์หรือมีดคว้านสำหรับเจาะเปลือกมังคุด
4. เวอร์เนีย สำหรับวัดความหนาเปลือกบริเวณส่วนแข็งและความหนาของชิ้นส่วนเปลือกที่แข็ง
5. เครื่องวัดสี JUKI JP7100F
6. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณกรดและน้ำตาล
7. เครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft excel สำหรับเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

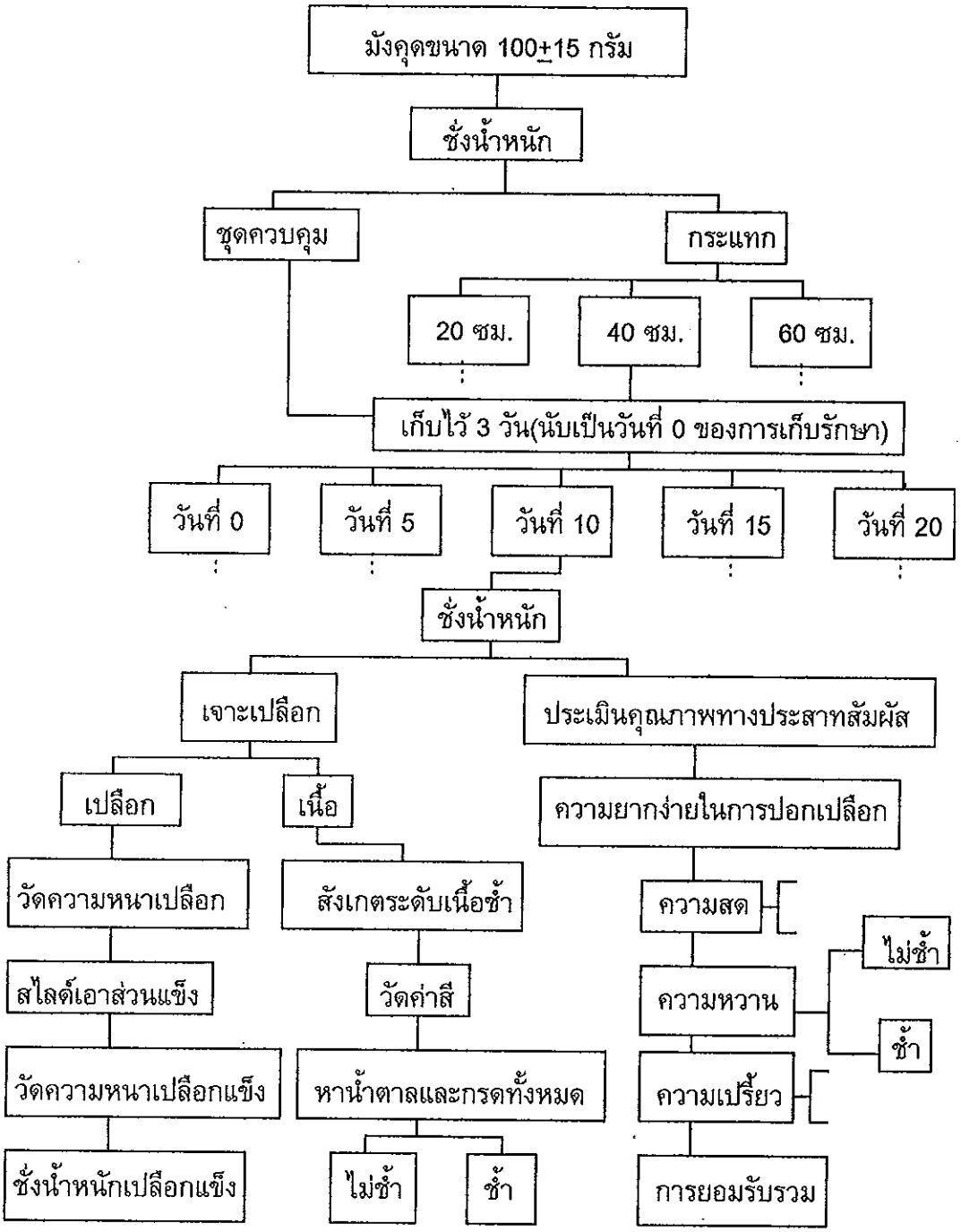
3.3.วิธีการ

1. นำมังคุดมาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปกระแทกที่ระดับพลังงาน 3 ระดับโดยพลังงานแปรผันตามความสูงและมวล แต่เนื่องจากมวลมังคุดที่ขนาดใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงใช้ความสูงเป็นเกณฑ์ในการกำหนดระดับพลังงานโดยจะปล่อยมังคุดที่ ความสูง 3 ระดับ ได้แก่ 20,40 และ 60 เซนติเมตร และให้มังคุดที่ไม่ถูกกระแทกเป็นชุดควบคุม โดยแต่ละความสูงจะแบ่งมังคุดออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กระแทกโดยไม่มีวัสดุรองรับ กลุ่มที่ 2 และ 3 กระแทกโดยมีแผ่นโฟมและกระดาษหลุมรองรับตามลำดับ โดยที่วัสดุรองรับจะติดอยู่กับแผ่นหินแกรนิต แต่ละกลุ่มใช้มังคุดจำนวน 25 ผล ทำการทดลอง 2 ซ้ำ
2. เก็บมังคุดหลังจากกระแทกไว้ 3 วัน(คิดเป็นวันที่ 0 ของการเก็บรักษา)เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงของมังคุดเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และเข้าสู่ระยะที่เหมาะสำหรับ การรับประทานสด นำมาชั่งน้ำหนักแล้วเจาะเปลือกรอบจุดที่ถูกกระแทก(ขณะกระแทกทำเครื่องหมายด้วยผงซอล์ก)นำชิ้นส่วนเปลือกบริเวณที่ถูกกระแทกมาวัดความหนาแล้วสไลด์เอาส่วนที่ไม่ช้ำออกจนเหลือเฉพาะส่วนที่ช้ำนำชิ้นส่วนเปลือกแข็งมาชั่งน้ำหนัก,วัดความหนา,สำหรับบริเวณเนื้อ ณ จุดกระแทกซึ่งจะให้คะแนนระดับการช้ำดังนี้
ระดับที่ 0-ไม่ช้ำเลย,
ระดับที่ 1-ฝ่อเล็กน้อยมาก (ช้ำพอดีผิวเนื้อ),

ระดับที่ 2-สีคล้ำ,สีชมพู,สีเหลืองหรือฝ่อบริเวณผิวเนื้อ ลึกประมาณ 1 มม.,
ระดับที่ 3-สีคล้ำ,สีชมพู,สีเหลืองหรือฝ่อ เนื้อเหี่ยวยุบจากผิวลึก
ประมาณ 2 มม.,
ระดับที่ 4-สีคล้ำ,สีชมพู, สีเหลืองหรือฝ่อ เนื้อเหี่ยวยุบจากผิวลึก
ประมาณ 3 มม.ขึ้นไป (ดังภาพที่ 2.5)

3. นำส่วนเนื้อ ณ จุดกระแทกมาวัดสี(JUKI JP7100F), วิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดและน้ำตาลทั้งหมด(AOAC,1990) โดยวิเคราะห์ทั้งส่วนที่ช้ำและไม่ช้ำเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ, การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะทำเฉพาะที่ระดับความสูง 40 ซม.โดยสุ่มตัวอย่างมังคุดจำนวน 3 ผลจากแต่ละชุดการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 6 คน ด้วยวิธี QDA (ศิวลักษณ์ สินธุวาลัย,2533) ในปัจจัยความยากง่ายในการปอกเปลือก, ความเข้มของสีของเนื้อ, ความสดของเนื้อ, ความหวาน, ความเปรี้ยวของเนื้อส่วนที่ช้ำและไม่ช้ำ และการยอมรับ
4. วิเคราะห์ข้อมูลร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก น้ำหนักเปลือกแข็ง สัดส่วนลึกของการเกิดเปลือกแข็ง ระดับเนื้อช้ำ ค่า L ,a และ b ของเนื้อ ณ จุดที่ถูกกระแทก ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนช้ำและไม่ช้ำ สัมพันธ์กับค่าพลังงานกระแทก เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าต่างๆ
5. สุ่มตัวอย่างมาทดสอบโดยทำการทดลองซ้ำจากข้อ 2-4 ทุกวันที่ 5,10,15 และ 20 ของการเก็บรักษา
6. วิเคราะห์ข้อมูลหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเปลือกแข็งกับพลังงานที่มังคุดดูดกลืน หาค่าความต้านทานการช้ำจำเพาะจากความชันของกราฟ วิเคราะห์คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษา
7. วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองทางเคมีกายภาพสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial with check in CRD วิเคราะห์แยกแต่ละอายุการเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้แผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบระหว่างส่วนเนื้อช้ำและไม่ช้ำแต่ละระยะของการเก็บรักษา วิเคราะห์ ANOVA

วิธีการทดลองที่ 3 สามารถเขียนเป็นขั้นตอนง่ายๆได้ดังภาพที่ 2.9



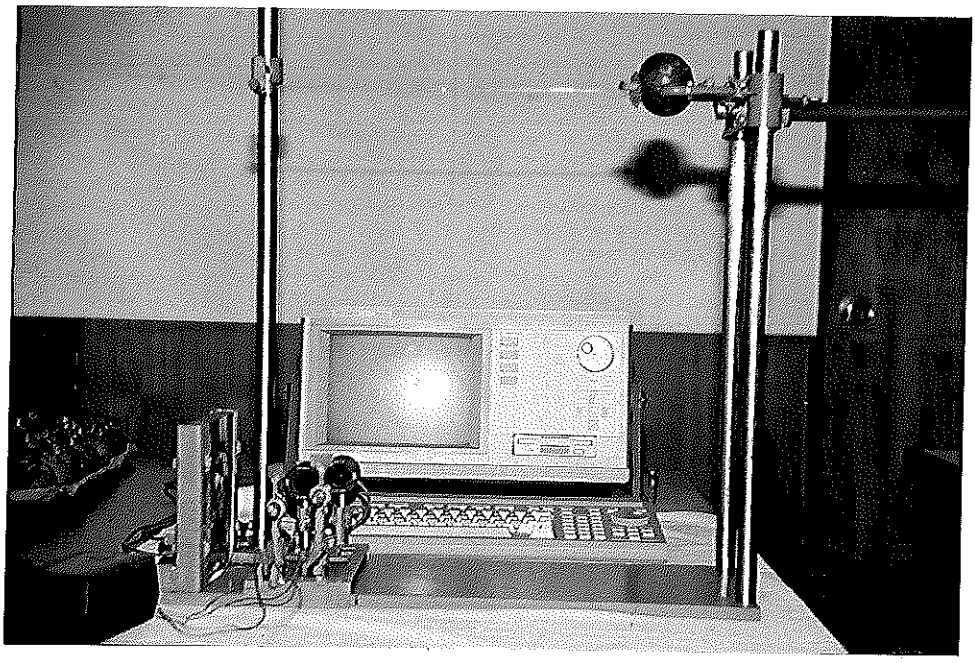
ภาพที่ 2.9 วิธีการทดลองที่ 3 ประสิทธิภาพการป้องกันการเสียหายของวัสดุรองรับและอายุการเก็บรักษา

บทที่ 3

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการทดลองที่ 1 การออกแบบเครื่องมือสำหรับกระแทกมังคุด

เครื่องมือการทดลองประกอบด้วยแผ่นหินแกรนิตความหนา 2 ซม. วางรับการกระแทกใน แนวตั้งดังภาพที่ 2.1 มังคุดผูกด้วยเส้นเชือกเอ็นและปล่อยให้ตกกระแทกแผ่นหินแกรนิต จุดจับมังคุดและจุดหมุนสามารถเลื่อนปรับได้เพื่อให้มังคุดตกกระแทกที่ระดับความสูงต่างๆ ชุดกำเนิดและรับแสงเลเซอร์จะจับเวลาที่มังคุดวิ่งเข้ากระแทกแผ่นหินและกระดอนออกจากแผ่นหินซึ่งจะให้ค่าพลังงานขณะกระแทกและพลังงานที่เหลือภายหลังการกระแทก สัญญาณจากจอรับแสงเลเซอร์ตรวจวัดโดยเครื่องออสซิลโลสโคป Tektronix รุ่น 2505 เครื่องมือที่สร้างเสร็จแล้วมีลักษณะดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ชุดเครื่องมือสำหรับกระแทกมังคุด

การออกแบบเครื่องมือมีความจำเป็นต้องคำนวณค่าความผิดพลาดของ เครื่องมือเพื่อประโยชน์ในการยืนยันความถูกต้องแม่นยำของผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นต่อไป

ความละเอียดของเครื่องมือที่ใช้และของตัวแปรต่าง ๆแสดงอยู่ในตารางที่ 3.1 และ 3.2 การคำนวณความคลาดเคลื่อนใช้สมการในตารางที่ 2.1 ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังตาราง 3.3

ตารางที่ 3.1 ค่าความละเอียดของเครื่องมือ

	เครื่องมือ	ค่าความละเอียด	หน่วย	ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
1	เครื่องชั่งระบบดิจิตอลความละเอียด 2 ตำแหน่ง	$5x10^{-6}$	กิโลกรัม	น้ำหนัก(m)
2	ไม้บรรทัด	$5x10^{-4}$	เมตร	ความยาวเชือก(r)
3	การกะระยะการแทงหัวหมุดที่ขั้วของมังคุด	$2x10^{-3}$	เมตร	ความยาวเชือก(r)
4	เวอร์เนีย	$5x10^{-5}$	เมตร	ระยะห่างระหว่างแผ่นหินแกรนิตถึงจุดกึ่งกลางระหว่างลำแสงเลเซอร์(x)
5	ออสซิลโลสโคปตรวจจับเวลาของการเคลื่อนที่	$5x10^{-7}$	วินาที	เวลาในการเคลื่อนที่ผ่านหัวยิงลำแสงเลเซอร์ 2 จุด(t)
6	การยืดตัวของเชือกเอ็น และความคลาดเคลื่อนในการปรับตำแหน่งของเชือก	$5x10^{-4}$	เมตร	ความยาวเชือก(r)

ตารางที่ 3.2 ค่าความละเอียดของตัวแปรในสมการ

	ตัวแปร	หน่วย	ค่าความละเอียด
1	น้ำหนัก(m)	กิโลกรัม	$5x10^{-6}$
2	ความคลาดเคลื่อนของจุดศูนย์กลางน้ำหนักมังคุด(r)	เมตร	$3x10^{-3}$
3	ระยะห่างระหว่างแผ่นหินแกรนิตถึงจุดกึ่งกลางระหว่างลำแสงเลเซอร์(x)	เมตร	$5x10^{-5}$
4	เวลาในการเคลื่อนที่ผ่านหัวยิงลำแสงเลเซอร์ 2 จุด(t)	วินาที	$5x10^{-7}$

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือมากที่สุดคือ ความยาวเชือก(r) และจากตารางที่ 3.2 เป็นการสรุปความละเอียดของตัวแปรแต่ละตัว จากตารางที่ 3.1 ซึ่งจะเห็นว่าตัวแปรความยาวเชือกมีความหยาบกว่าตัวอื่น ๆมาก ซึ่งเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะจุดศูนย์กลางมวล(Cg)เป็นสิ่งที่ประเมินยากและอาจไม่อยู่ในแนวแกนของผลมังคุด ถ้าเปลือกมีความหนาไม่คงที่หรือเนื้อบางกลีบมีขนาดใหญ่และมีเมล็ด

ตาราง ที่ 3.3 ผลการคำนวณค่าความผิดพลาด

ค่าที่เกี่ยวข้อง	ค่าความผิดพลาด				หน่วย
	สูงสุด[1]	ร้อยละ[3]	ต่ำสุด[2]	ร้อยละ[3]	
ความเร็วในการเคลื่อนที่เข้ากระแทก(Vi)	0.02	1.5	0.01	0.38	เมตรต่อวินาที
ความเร็วในการเคลื่อนที่ออกหลังการกระแทก(Vo)	0.02	2.37	0.01	0.53	เมตรต่อวินาที
พลังงานกระแทก(Ei)	3.79×10^{-3}	3.00	1.95×10^{-3}	0.76	จูล
พลังงานที่เหลือ(Eo)	1.04×10^{-2}	17.59	3.61×10^{-3}	7.41	จูล
พลังงานที่ถูกดูดกลืนเข้าสู่มังคุด(Ea)	1.41×10^{-2}	21.05	5.56×10^{-3}	2.66	จูล

หมายเหตุ 1.ค่าความผิดพลาดสูงสุดเกิดเมื่อทดลองกระแทกมังคุดผลใหญ่ที่ความยาวเชือก 10 ซม.
2.ค่าความผิดพลาดต่ำสุดเกิดเมื่อทดลองกระแทกมังคุดผลเล็กที่ความยาวเชือก 40 ซม.
3.ร้อยละของความผิดพลาดคิดเทียบจากค่าจริงที่คำนวณได้

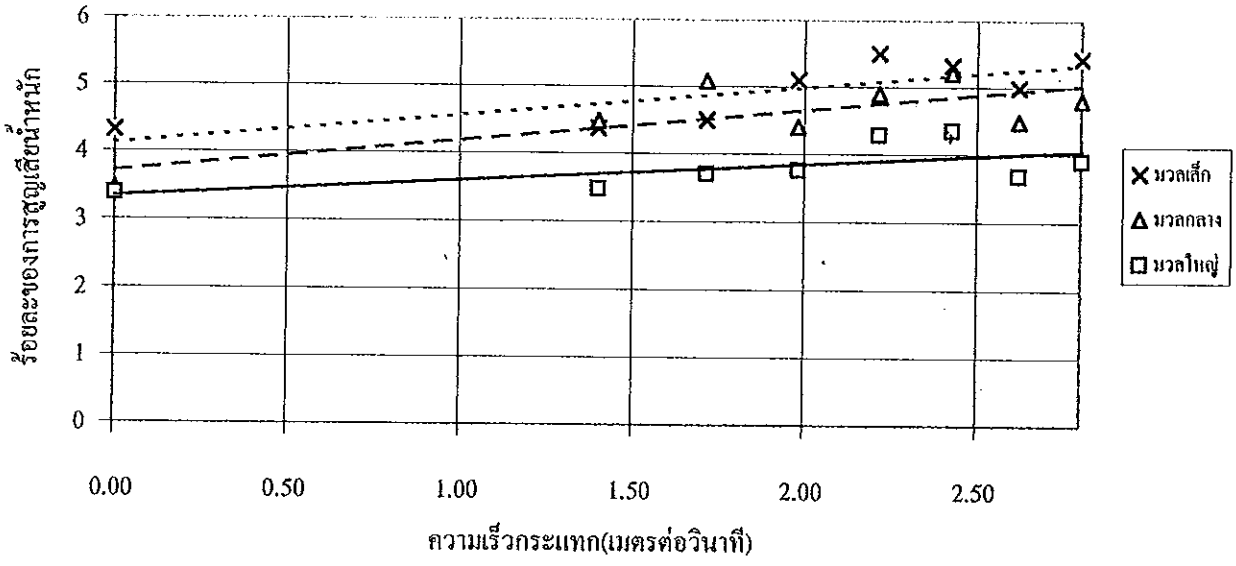
จากตารางที่ 3.3 จะเห็นว่าค่าความผิดพลาดของการคำนวณค่าพลังงานที่มังคุดดูดกลืนสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 21.05 เนื่องจากค่าความละเอียดในการวัดความยาวเชือกค่อนข้างหยาบ ทำให้การคำนวณค่าพลังงานที่เหลือมีค่าความผิดพลาดสูง เมื่อมาบวกกับค่าความผิดพลาดของการคำนวณค่าพลังงานกระแทก ทำให้ค่าความผิดพลาดในการคำนวณค่าพลังงานที่มังคุดดูดกลืนสูงขึ้นมาก ถึงแม้ค่าร้อยละจะสูงแต่ค่าสัมบูรณ์มีค่าต่ำมาก (1.04×10^{-2} จูล) แนวทางการแก้ไขคือทดลองที่ระดับความยาวเชือกมากกว่า 15 ซม. จะลดความผิดพลาดลงเหลือไม่เกินร้อยละ 10 หรือใช้วิธีการวัดพลังงานจลน์แทนการวัดพลังงานศักย์ เพราะการวัดความเร็วของพลังงานจลน์สามารถวัดได้โดยตรงโดยไม่ต้องวัดระยะ r และการจับเวลามีความละเอียดมาก ($\pm5\times10^{-7}$ วินาที) อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนของพลังงานศักย์อันเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของ r คาดว่าไม่มีนัยสำคัญ เมื่อคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่นโดยเฉพาะความแปรผันของน้ำหนักผลมังคุดเอง ดังนั้นเพื่อความแม่นยำจึงควรทดลองจำนวนมากและใช้วิชาสถิติช่วยวิเคราะห์ผล

2. ผลการทดลองที่ 2 คุณสมบัติต้านทานความเสียหายของมังคุด

การทดลองจะใช้มังคุดแกว่งกระแทกแผ่นหินแกรนิตด้วยความเร็ว 7 ระดับ (แบ่งตามความสูงของระยะปล่อยมังคุด ได้แก่ 10,15,20,25,30,35 และ 40 ซม.) ทดลองกระแทกระดับความสูงละ 25 ผล(คละขนาด 3 ขนาด ได้แก่ 60-80,81-100 และ 101-130 กรัม) โดยสุ่มมังคุดจากกองให้มีขนาดใหญ่เล็กกระจายเท่าๆกัน และให้มังคุดที่ไม่ถูกกระแทกเป็นชุดควบคุม ทำซ้ำ 2 ครั้ง ดังนั้นจะมีชุดการทดลองทั้งหมด(รวมชุดควบคุม)เท่ากับ 8 ชุด การทดลองจากผลการทดลองพบว่าความหนาเปลือกของมังคุดแต่ละขนาดต่างกัน ($p<0.05$) จากการทดลองพบว่าความหนาเปลือกเฉลี่ยของผลเล็ก ผลกลาง และผลใหญ่ เท่ากับ 0.79, 0.84 และ 0.93 เซนติเมตรตามลำดับ ค่านี้เราจะนำไปวิเคราะห์ร่วมกับค่าเฉลี่ยอื่นๆต่อไป โดยผลการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือผลของความเร็วกระแทกกับผลของพลังงานกระแทก.

2.1 ผลของความเร็วกระแทก

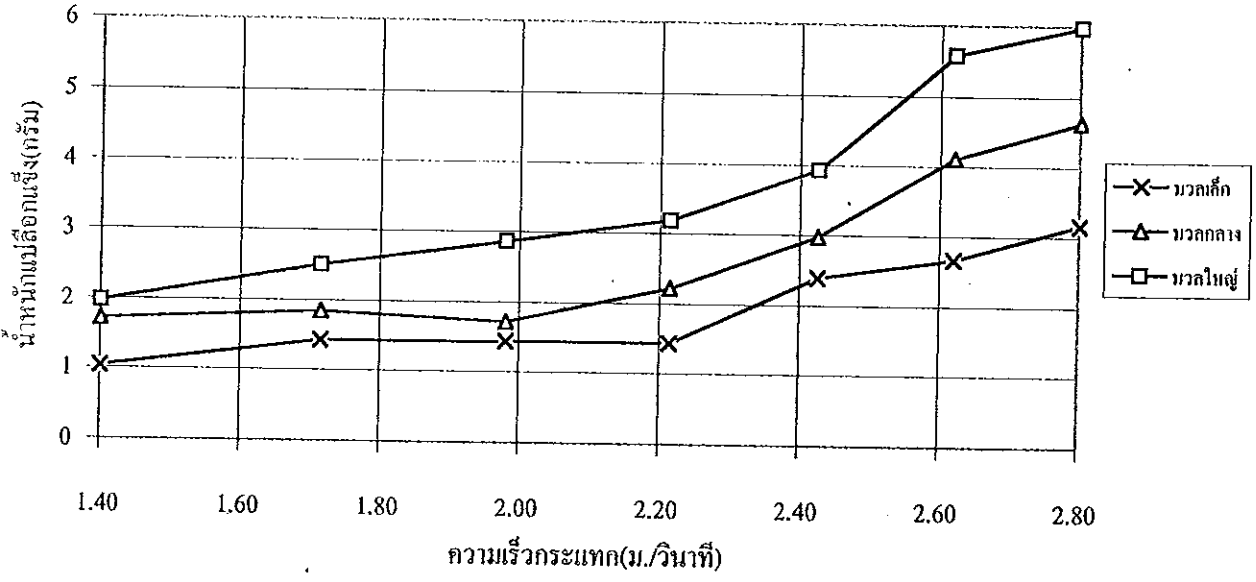
ความเร็วกระแทกขึ้นกับระยะ r หรือความสูงของระยะตกกระแทกพื้นตามปรากฏในสมการ(2.1) อย่างไรก็ตามมังคุดที่มีความเร็วกระแทกเท่ากันอาจจะมีพลังงานกระแทกต่างกันถ้าน้ำหนักต่างกัน ความเสียหายเนื่องจากแรงกระแทกแสดงได้โดยร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก น้ำหนักเปลือกแข็ง สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งและระดับการช้ำของเนื้อมังคุด ภาพที่ 3.2 แสดงผลของความเร็วกระแทกที่มีต่อร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของมังคุด 3 ขนาด (ในกลุ่มน้ำหนักเดียวกันความเร็วที่เพิ่มขึ้นหมายถึงพลังงานกระแทกเพิ่มขึ้นด้วย)



ภาพที่ 3.2 ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดมวลขนาดต่างๆ ที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกันภายหลังกระแทก 3 วัน

จากการหาผลต่างระหว่างน้ำหนักมังคุดในวันที่ทำการทดลองกับวันที่นำผลมาตรวจสอบ(ต่างกัน 3 วัน) พบว่ามังคุดผลใหญ่มีร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลเล็ก ที่เป็นเช่นนี้เพราะการสูญเสียน้ำหนักเกิดจากการคายน้ำ (ในระยะ 3 วัน) ซึ่งมังคุดผลใหญ่มีอัตราส่วนของพื้นที่การคายน้ำต่อน้ำหนักน้อยกว่ามังคุดผลเล็ก อย่างไรก็ตามน้ำหนักที่หายไปของมังคุดผลใหญ่มีค่าเฉลี่ย 4.95 กรัม ซึ่งสูงกว่าค่า 3.85 กรัมของมังคุดผลเล็ก

ความเสียหายของมังคุดจะปรากฏให้เห็นเป็นเปลือกแข็ง ซึ่งเปลือกแข็งเกิดจากการตอบสนองทางกายภาพของมังคุดเมื่อเกิดบาดแผล เพื่อลดการสูญเสียน้ำและการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ กลไกของการสมานแผลจะเริ่มจากการสร้างสารลิกนินขึ้น เพื่อสะสมใน ผนังเซลล์ของเซลล์ที่อยู่ติดกับเซลล์ที่เกิดบาดแผล ทำให้ผนังเซลล์แข็งแรง เชื้อจุลินทรีย์บุกเข้าไปได้ยาก ต่อมาเนื้อเยื่อที่อยู่ใต้ลงไปในชั้นของ cortex เกิดการแบ่งตัว สร้างเป็นเซลล์สี่เหลี่ยมผืนผ้าพร้อมกับสร้างสาร suberin เข้าสะสมในผนังเซลล์ของเซลล์ใหม่นี้จนเกิดเป็น periderm ทำให้สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำและป้องกันเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลาย ในบางกรณีเซลล์ที่อยู่ใต้เซลล์ที่เกิดบาดแผลจะตายลงเอง เพื่อก่อให้เกิดเป็นแนวป้องกันมิให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญผ่านเข้าไปสู่เซลล์ที่อยู่ลึกเข้าไปเรียกการตอบสนองแบบนี้ว่า hyper-sensitive (จริงแท้ ศิริพานิช, 2537) เมื่อมังคุดถูกกระแทกรุนแรงขึ้นตามระดับความเร็วกระแทก (ระดับความสูง) อัตราการคายน้ำจะเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากผลไม้เมื่อเกิดการช้ำจะทำให้อัตราการหายใจ อัตราการคายน้ำและกลไกการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (ประสิทธิ์ อติวีระกุล,2527) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดเพิ่มขึ้นตามความเร็วกระแทกดังปรากฏในผลการทดลองภาพที่ 3.2 และจากผลการทดลองพบว่ามังคุด ผลใหญ่มีน้ำหนักเปลือกแข็งมากกว่าผลเล็กดังภาพที่ 3.3



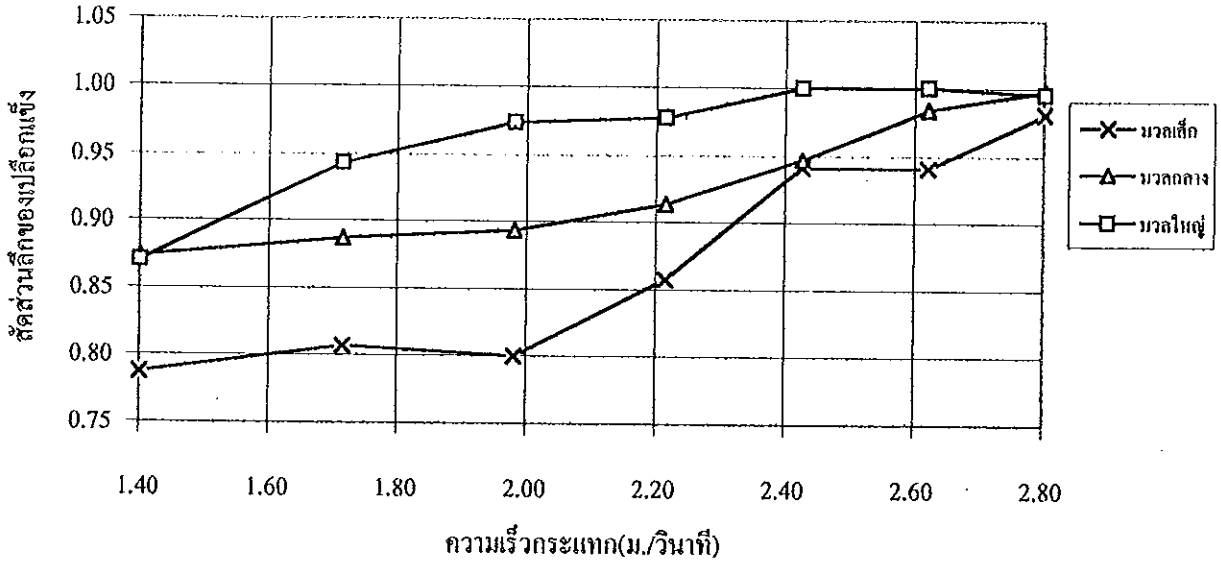
ภาพที่ 3.3 น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดที่มวลขนาดต่างๆ ที่ระดับความเร็วต่างกันภายหลังกระแทก 3 วัน

ลักษณะการเกิดเปลือกแข็งจะเกิดบริเวณจุดที่ถูกกระแทก มีลักษณะเป็นวงกลมดังภาพ 3.4

ภาพที่ 3.4 มังคุดหลังถูกระแทก 3 วัน และลักษณะเปลือกแข็งที่เกิดขึ้น

ซึ่งขนาดและน้ำหนักของเปลือกแข็งจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการกระแทก จากภาพที่ 3.3 พบว่ามังคุดผลใหญ่จะมีเปลือกแข็งที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากกว่าน้ำหนักอื่นๆที่ระดับความเร็วเดียวกัน สำหรับผลใหญ่น้ำหนักเปลือกแข็งจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อความเร็วกระแทกมีค่ามากกว่า 1.4 ม./วินาที โดยเพิ่มจาก 2 กรัมที่ 1.4 ม./วินาที เป็น 6 กรัม ที่ 2.8 ม./วินาที (อัตราเพิ่ม 2.86 กรัม.วินาที/ม.) สำหรับผลกลางและผลเล็กจะพบการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนเมื่อความเร็วกระแทกมากกว่า 2 ม./วินาที และ 2.2 ม./วินาที ตามลำดับ(อัตราเพิ่ม 2.07 และ 1.21 กรัม.วินาที/ม.ตามลำดับ) หมายความว่า เซลล์ของเปลือกมังคุดสามารถต้านทานแรงกระแทกได้ระดับหนึ่ง เมื่อเกินระดับที่ต้านทานได้ เซลล์จะเกิดบาดแผล

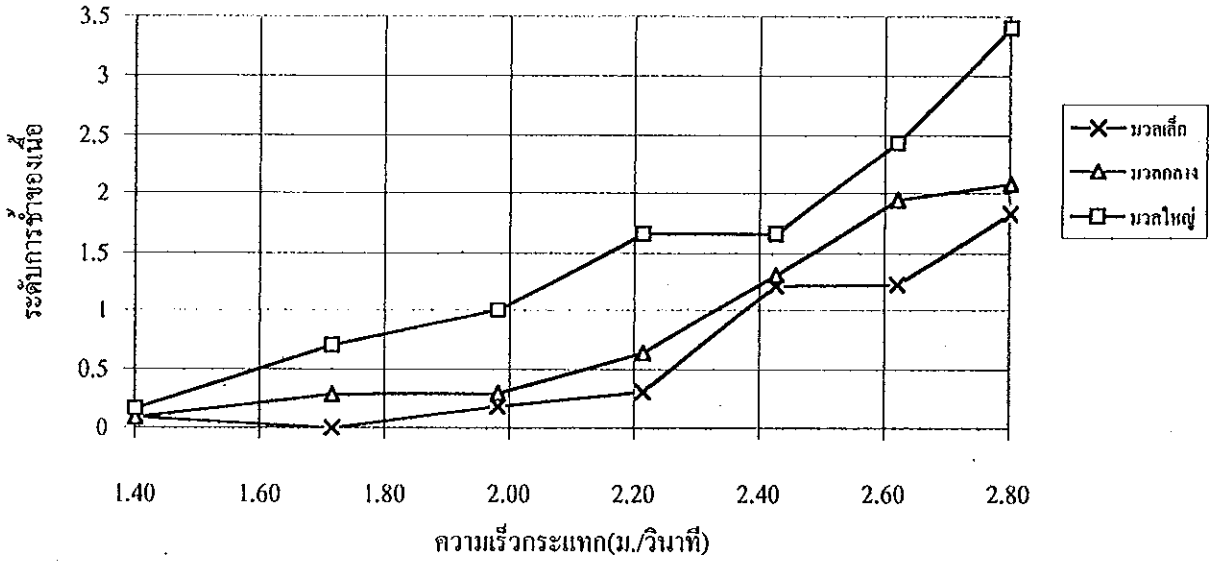
ความเสียหายในมิติความหนาของเปลือกมีความสำคัญอย่างมากต่อความเสียหายที่เกิดต่อเนื้อมังคุด ด้วยเหตุนี้ความเสียหายเชิงกลจึงแสดงได้โดยสัดส่วนลึกของเปลือกแข็งดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งมังคุดที่มวลขนาดต่างๆ
ที่ระดับความเร็วต่างกันภายหลังกระแทก 3 วัน

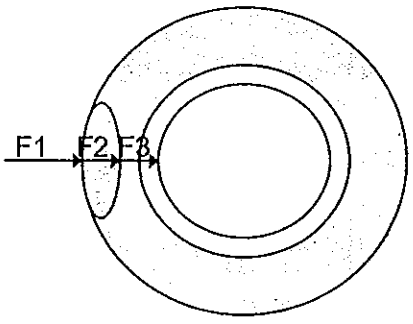
สัดส่วนลึกของเปลือกแข็ง ได้จากการนำระยะความลึกของเปลือกแข็งหารด้วยระยะความลึกของเปลือก (บริเวณจุดกระแทก) สัดส่วนลึก 1 หมายถึงเปลือกแข็งตลอดความหนา ซึ่งคาดว่าจะมีผลต่อความเสียหายของเนื้อมังคุด จากภาพที่ 3.5 พบว่ามังคุดผลใหญ่ นอกจากน้ำหนักเปลือกแข็งจะมากแล้ว (ภาพที่ 3.3) สัดส่วนลึกยังสูงกว่าขนาดอื่นๆ ด้วย โดยมีค่าใกล้เคียง 1.00 (0.97 ขึ้นไป) ตั้งแต่ที่ระดับความเร็ว 2.00 ม./วินาที (เทียบเท่าความสูงตกกระแทก 20 ซม.) เนื่องจากสัดส่วนตั้งแต่ 0.97 -1.00 ไม่มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) ในขณะที่ผลเล็กมีสัดส่วนลึกใกล้เคียง 1.00 ที่ระดับความเร็วกระแทก 2.80 ม./วินาที (ความสูง 40 ซม.) ถ้าคิดว่าสัดส่วนลึกมากกว่า 0.97 คือความเสียหายที่ ยอมรับไม่ได้ จะพบว่ามังคุดผลเล็กสามารถตกกระแทกพื้นหินแกรนิตได้ที่ระดับความสูงเป็น 2 เท่าของมังคุดผลใหญ่ โดยที่มังคุดผลเล็กมีน้ำหนักคิดเป็นร้อยละ 61 ของผลใหญ่ กล่าวคือ ที่ระดับความเสียหายจนถึงเนื้อมังคุดนั้น มังคุดผลเล็กรับพลังงานกระแทกเป็น 1.2 เท่าของมังคุดผลใหญ่ จึงสรุปได้ระดับหนึ่งว่ามังคุดผลเล็กทนต่อความเสียหายได้ดีกว่าผลใหญ่

ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดแบ่งออกเป็น 5 ระดับ และนำค่าเฉลี่ยมาเขียนกราฟดังแสดงในภาพที่ 3.6 พบว่า มังคุดผลใหญ่ กลางและเล็กจะช้ำถึงเนื้อ(ระดับเนื้อช้ำ = 1) ถ้าความเร็วกระแทกเกิน 2.00,2.32 และ 2.38 ม./วินาที ตามลำดับ



ภาพที่ 3.6 ระดับการซ้ำของเนื้อที่มวลต่างๆ
ที่ระดับความเร็วต่างกันภายหลังกระแทก 3 วัน

ซึ่งเป็นความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่ทำให้สัดส่วนล็กของเปลือกแข็งเป็น 1 (ภาพที่ 3.5) นั่นคือ เนื้อมังคุดเสียหายโดยเปลือกมังคุดยังไม่แข็งตลอดความหนา ซึ่งแสดงว่าแรงกระแทกสามารถทะลวงผ่านเซลล์ของเปลือกเข้าไปทำลายเนื้อมังคุดได้ โดยที่เซลล์เปลือกบางส่วนยังไม่ถูกทำลาย เนื่องจากเซลล์ของเนื้อมังคุดอ่อนนุ่มจึงต้านทานแรงกระแทกได้ต่ำกว่าเซลล์ของเปลือก ซึ่งกลไกการเกิดสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 3.7



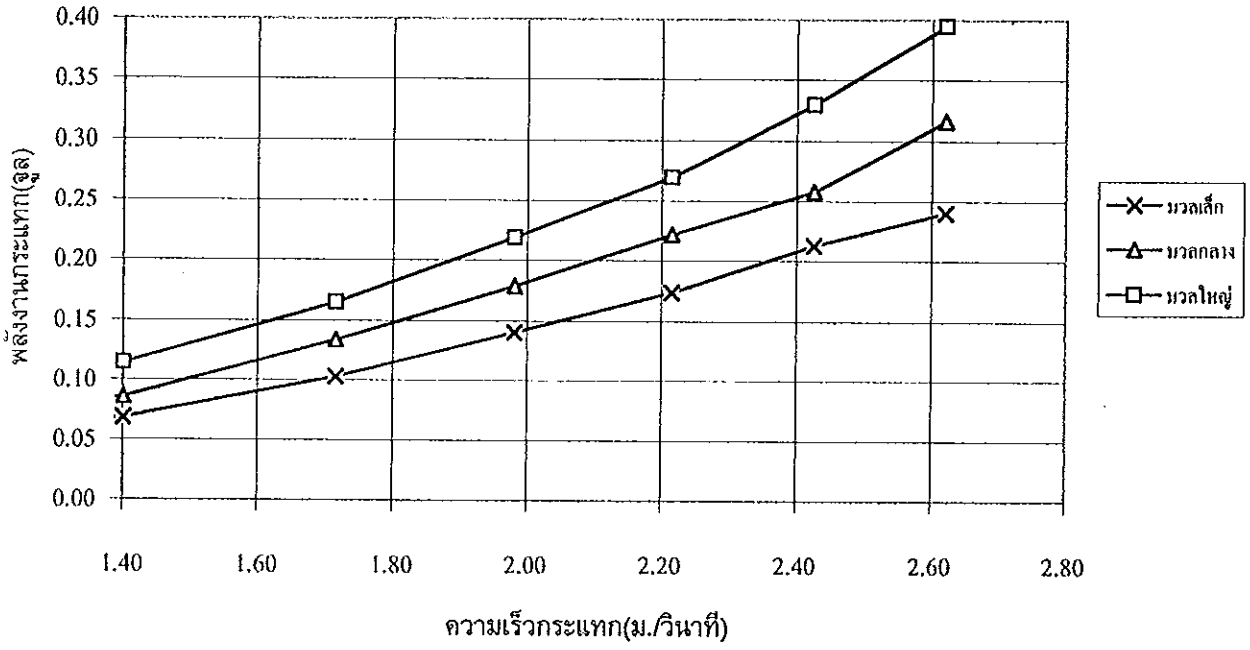
ภาพที่ 3.7 การต้านทานแรงกระแทกของมังคุด

แรงกระทำจากภายกนอก F1 เกิดขณะมังคุดกระแทกแผ่นหินแกรนิต แรงนี้จะส่งผ่านเปลือกมังคุด ทำให้เปลือกเสียหายด้วยแรง F2 และในขณะเดียวกันแรงจะลดความ

รุนแรงลงจนมีขนาด F3 ซึ่งมีขนาดน้อยเกินกว่าที่จะทำให้เปลือกเสียหาย แต่แรงนี้สามารถส่งผ่านเปลือกชั้นในไปสร้างความเสียหายให้แก่เนื้อมังคุดได้ เนื่องจากขอบเขตความเสียหาย (damage threshold) ของเนื้อมังคุดมีค่าต่ำกว่าของเปลือกมังคุด ดังนั้นเนื้อมังคุดจึงเสียหายโดยที่เปลือกชั้นในยังคงสภาพดีอยู่

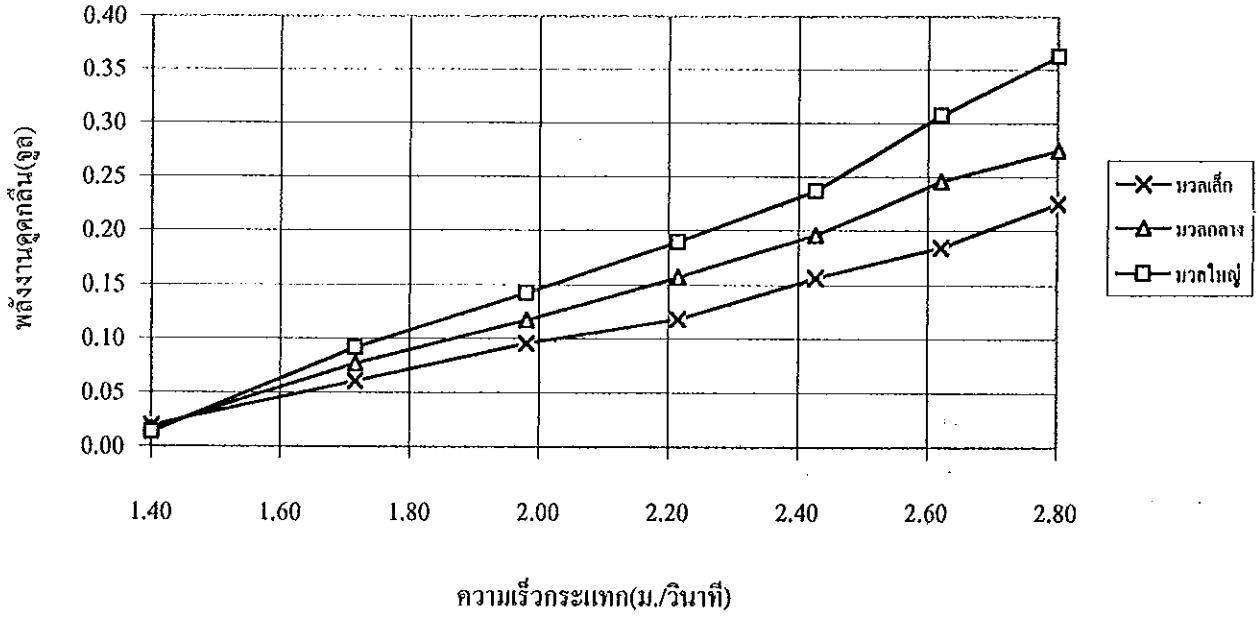
2.2.ผลของพลังงานกระแทก

พลังงานเป็นฟังก์ชั่นของน้ำหนักและความเร็ว(ระดับความสูง) ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ประเมินความเสียหายของมังคุด พลังงานกระแทกมีความสัมพันธ์กับความเร็วกระแทกตามสมการที่ 2.2 และคำนวณจากน้ำหนักเฉลี่ยของมังคุดในแต่ละกลุ่ม (เล็ก กลาง และใหญ่) ได้ดังภาพที่ 3.8



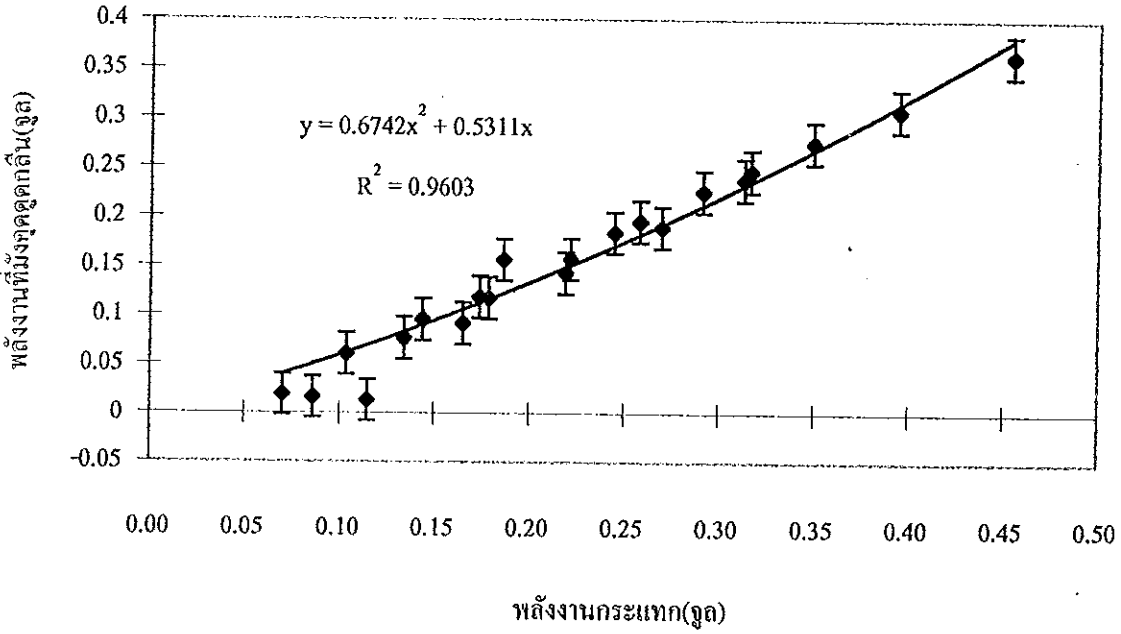
ภาพที่ 3.8 พลังงานกระแทกมังคุดขนาดต่างๆที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกัน

อย่างไรก็ตามลักษณะพื้นผิวที่มังคุดตกกระแทกต่างกันจะทำให้มังคุดเสียหายต่างกันด้วย ดังนั้นพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับมังคุด คือพลังงานที่มังคุดดูดกลืน ซึ่งคำนวณจากการทดลองดังสมการ 2.5 และการทดลองพบว่ามีความสัมพันธ์กับความเร็วกระแทกดังภาพที่ 3.9 ซึ่งพบว่าถึงแม้พลังงานกระแทกจะเป็นฟังก์ชั่นยกกำลังสองของความเร็วกระแทก (สมการ 2.3) แต่พลังงานที่มังคุดดูดกลืนแปรผันตามความเร็วกระแทกแบบเชิงเส้น (ภาพที่ 3.9) โดยมังคุดผลใหญ่มีค่าพลังงานที่มังคุดดูดกลืนมากกว่าผลเล็กที่ความเร็วเดียวกัน (เพราะผลใหญ่มีพลังงานกระแทกสูงกว่านั่นเอง) และอัตราเปลี่ยนแปลงขึ้นกับความเร็วมากกว่า(ความชันของกราฟมากกว่า)



ภาพที่ 3.9 พลังงานที่มังคุดดูดกลืนเมื่อขนาดมวลต่างกัน ระดับความเร็วต่างกัน

ทั้งพลังงานกระแทกและพลังงานที่มังคุดดูดกลืนสัมพันธ์กับความเร็วกระแทก ดังภาพที่ 3.8 และ 3.9 ดังนั้นจึงสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่มังคุดดูดกลืนกับพลังงานกระแทกได้โดยไม่จำกัดขนาดของมังคุด ดังปรากฏในภาพที่ 3.10 ซึ่งเป็นกราฟของข้อมูลค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำของมังคุดแต่ละขนาด ข้อมูลทั้งหมดมีความสัมพันธ์กัน ดังสมการที่ 3.7



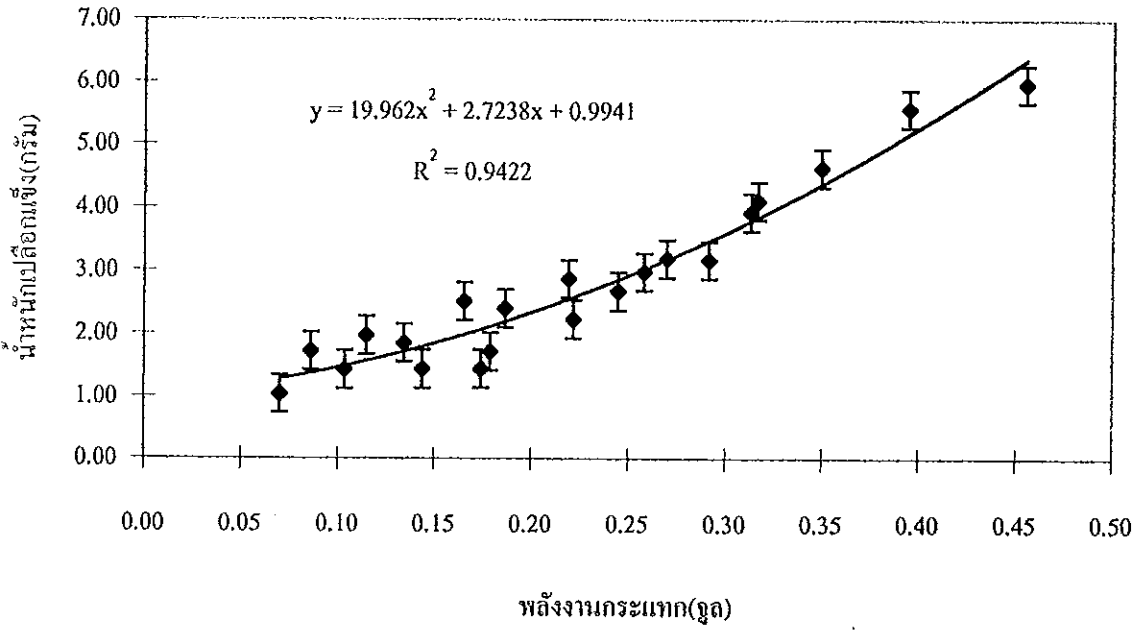
ภาพที่ 3.10 พลังงานที่มังคุดดูดกลืนเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน

$$Ea = (0.6742)Ei^2 + (0.5311)Ei \qquad (3.7)$$

Ea = พลังงานที่มังคุดดูดกลืน(absorbed energy)(จูล)

Ei = พลังงานกระแทก(impact energy)(จูล)

จากสมการ 3.7 ได้ข้อสรุปว่าค่าความชันของกราฟเพิ่มขึ้นเมื่อพลังงานกระแทกเพิ่มขึ้น ดังนั้นร้อยละของพลังงานที่มังคุดดูดกลืนจะเพิ่มขึ้น ถ้าพลังงานกระแทกเพิ่มขึ้น ที่พลังงานกระแทกต่ำสุด 0.07 จูล จะถูกดูดกลืน 0.04 จูล หรือร้อยละ 58 และที่พลังงานกระแทกสูงสุด 0.45 จูล จะถูกดูดกลืนโดยมังคุด 0.38 จูล หรือร้อยละ 83 พลังงานกระแทกมีผลต่อน้ำหนักเปลือกแข็งดังแสดงในภาพที่ 3.11 จะสังเกตเห็นมีความสัมพันธ์กันแบบโพลีโนเมียลเช่นเดียวกัน โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ดังสมการ 3.8



ภาพที่ 3.11 น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดที่พลังงานกระแทกต่างกัน

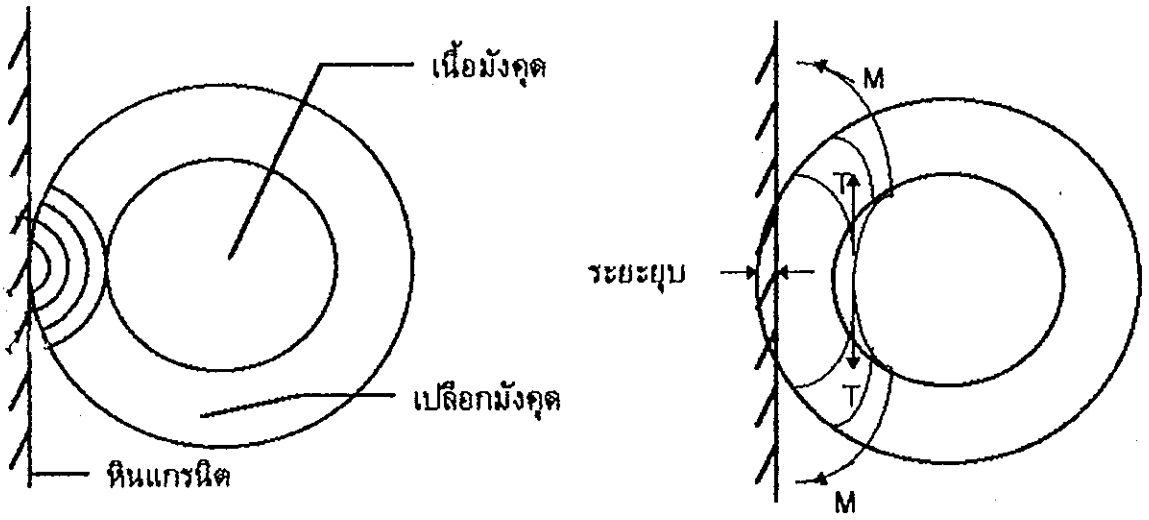
$$Md = (19.962)\,Ei^2 + (2.724)Ei + 0.994 \qquad (3.8)$$

Md = น้ำหนักเปลือกแข็ง(damage mass)(กรัม)

สมการนี้มีข้อจำกัดความถูกต้องเมื่อพลังงานกระแทกอยู่ระหว่าง 0.07-0.45 จูล ซึ่งเป็นช่วงการทดลองเท่านั้น หมายความว่าไม่ได้รวมมังคุดชุดควบคุมที่ไม่ถูกกระแทก (จากสมการถ้าพลังงานกระแทกเท่ากับศูนย์ จะมีน้ำหนักเปลือกแข็ง 0.994 กรัม ซึ่งไม่เป็นจริง)

จากภาพพบว่าเมื่อพลังงานกระแทกเพิ่มขึ้น น้ำหนักเปลือกแข็งจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว น้ำหนักเปลือกแข็งสูงสุดเพิ่มขึ้นเกือบ 5 เท่าในช่วงการทดลองนี้

สาเหตุที่น้ำหนักเปลือกแข็งกับพลังงานกระแทกไม่เป็นเส้นตรงสามารถอธิบายได้ดังนี้คือในช่วงที่เปลือกมังคุดช้ำไม่ถึงเนื้อปริมาตรช้ำจะเพิ่มขึ้นตามแนวรัศมีของจุดกระแทก ดังแสดงในภาพที่ 3.12 (ก) อัตราการเพิ่มของปริมาตรจะน้อย เนื่องจากยังมีเปลือกมังคุดในแนวลึกเป็นตัวรองรับ (support) แรงกระแทก แต่เมื่อมังคุดเสียหายจนถึงเนื้อการเพิ่มขึ้นของปริมาตรแข็งจะเพิ่มขึ้นในแนวเฉพาะเปลือก เพราะเนื้อมังคุดอ่อนมากไม่สามารถรองรับแรงกระแทกได้ ประกอบกับเปลือกมังคุดจะถูกกดให้แอ่นโดยโมเมนต์ดัดทำให้เกิดแรงดึงด้านใน ดังภาพที่ 3.12 (ข) เสริมให้เซลล์เปลือกฉีกขาดได้ง่ายขึ้น ปริมาตรเสียหายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว สำหรับกลไกการเปลี่ยนแปลงของมังคุดหลังการกระแทกคาดว่าเมื่อมังคุดได้รับการกระแทก เซลเกิดบาดแผล ส่งผลต่อเนื่องให้เซลล์เกิดการตอบสนองทางกายภาพเพื่อลดการสูญเสียน้ำและการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ ทำให้มังคุดเมื่อเก็บไว้นานๆจะเกิดอาการเปลือกแข็งขยายตัวไปทั้งผลดังรายงานของ กวิศน์ วานิชกุล(2522)



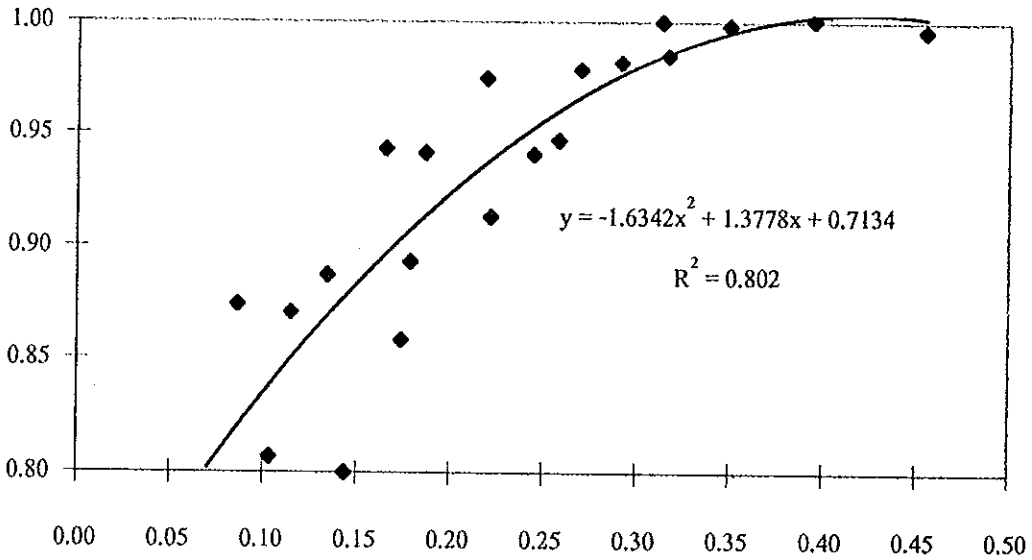
(ก) (ข)

(ก) แนวการขยายตัวของความเสียหายเนื่องจากแรงกระแทก

(ข) เมื่อความเสียหายเกิดตลอดความหนาของเปลือก เปลือกที่ช้ำจะไม่สามารถรับแรงได้อีก จะยุบตัวทำให้เกิดแรงดึงด้านใน(T) เนื่องจากโมเมนต์ดัด(M) เป็นสาเหตุให้เร่งปริมาตรความเสียหายมากขึ้น

ภาพที่ 3.12 ลักษณะการเพิ่มขึ้นของปริมาตรเปลือกแข็งของมังคุดหลังการกระแทก

เมื่อพลังงานกระแทกเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 0.32 จูล ซึ่งเทียบเท่ากับการตกจากระดับสูง 46 ซม. สำหรับมังคุดผลเล็ก(70 กรัม)และ 28 ซม.สำหรับมังคุดผลใหญ่ (115 กรัม) จะทำให้เปลือกมังคุดแข็งตลอดความหนาดังภาพที่ 3.13 เนื่องจากมังคุดผลเล็กมีเปลือกหนา 0.79 ซม. ในขณะที่มังคุดผลใหญ่มีเปลือกหนา 0.93 ซม. ดังนั้นความแตกต่างของความหนาเปลือกจึงทำให้ที่ค่าสัดส่วนลึกเดียวกันนั้นมีความลึกของการเสียหายต่างกัน ถ้ามังคุดมีน้ำหนักต่างกัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ข้อมูลการทดลอง(ซึ่งเป็นข้อมูลคละของมังคุดทุกขนาด)ค่อนข้างกระจายและมีค่าความสัมพันธ์(R^2) เพียง 0.802 สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งมีความสัมพันธ์กับพลังงานกระแทกดังภาพ 3.13

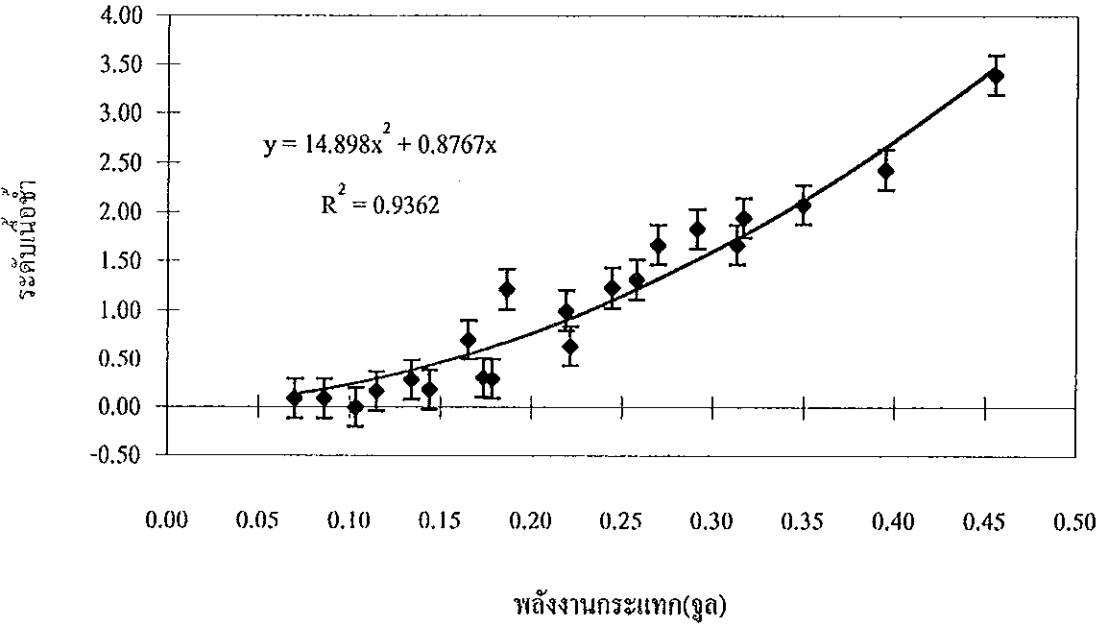


ภาพที่ 3.13 สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน

$$DR = (-1.634)Ei^2 + (1.378)Ei + 0.713 \qquad (3.9)$$

DR = สัดส่วนลึก(depth ratio)($0 \leq DR \leq 1.00$)

ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดแบ่งเป็นระดับ 0-4 โดยเนื้อมังคุดเริ่มช้ำที่ระดับ 1 ค่าเฉลี่ยของการช้ำแปรตามพลังงานกระแทกดังแสดงในภาพที่ 3.14 และสมการ 3.10



ภาพที่ 3.14 ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน

$$AWL = 14.898Ei^2+0.876Ei \qquad (3.10)$$

AWL = ระดับเนื้อช้ำ(aril withering level)

จากกราฟพบว่าพลังงานกระแทกที่ทำให้เนื้อมังคุดเริ่มช้ำมีค่าประมาณ 0.25 จูล เมื่อเปรียบเทียบภาพ 3.13 และ 3.14 พบว่าเนื้อมังคุดช้ำโดย สัดส่วนลึกน้อยกว่า 1.0 หมายความว่าพลังงานสามารถส่งผ่านเปลือกชั้นในเข้าไปทำลายเนื้อมังคุดโดยไม่ทำให้เปลือกเสียหาย ที่เป็นเช่นนี้เพราะเนื้อมังคุดมีขอบเขตความเสียหาย(damage threshold) ต่ำกว่าเปลือกดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อผลของความเร็วกระแทก (ภาพที่ 3.7) อย่างไรก็ตามคำอธิบายนี้จำกัดเฉพาะมังคุดที่ค่อนข้างสด(ความสุกระดับ 4) ซึ่งมีเนื้อสัมผัสติดเปลือก ในกรณีที่มังคุดสุกเต็มที่เช่นระดับ 6 อาจเป็นไปได้ที่มีโพรงอากาศระหว่างเปลือกและเนื้อ ในกรณีเช่นนี้จะขาดความต่อเนื่องของการส่งผ่านพลังงานและเนื้อมังคุดไม่น่าจะเสียหายถ้า สัดส่วนลึกน้อยกว่า 1.0 จากผลการทดลองสามารถสรุประยะตกกระแทกที่ทำให้มังคุดขนาดต่าง ๆเสียหาย ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ระดับความสูงที่ทำให้มังคุดขนาดต่างๆเสียหาย

ความสูง (ซม.)	เปลือกเริ่มแข็ง			เนื้อเริ่มช้ำ			สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งเท่ากับ 1.00		
	มวลเล็ก*	มวลกลาง**	มวลใหญ่***	มวลเล็ก	มวลกลาง	มวลใหญ่	มวลเล็ก	มวลกลาง	มวลใหญ่
0									
10	@	@	@						
15									
20						@			@
25									
30				@	@				
35								@	
40							@		

หมายเหตุ @ หมายถึงระดับความสูงที่ทำให้มวลขนาดนั้นๆเสียหาย

* หมายถึงมวลขนาด 60-80 กรัม

** หมายถึงมวลขนาด 81-100 กรัม

*** หมายถึงมวลขนาด 101-130 กรัม

2.3.ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ

คุณสมบัติต้านทานการช้ำของมังคุดแสดงได้โดยค่าความเสียหายจำเพาะ ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างความเสียหายและพลังงานกระแทกที่ดูดกลืนโดยมังคุด ความเสียหายจำเพาะนี้เป็นคุณสมบัติที่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดพื้นผิวที่ตกกระแทก จึงเป็นคุณสมบัติที่แท้จริงของมังคุด ผลการทดลองในภาพที่ 3.11-3.14 ได้แสดงความเสียหายที่สัมพันธ์กับพลังงานกระแทก ซึ่งเป็นค่าพลังงานที่หาได้จากน้ำหนักและระยะความสูง อย่างไรก็ตามการทดลองนี้ได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่มังคุดดูดกลืนและพลังงานกระแทกดังปรากฏในภาพที่ 3.10 และสมการ 3.7 ดังนั้นผลการทดลองในสมการ (3.8) -(3.10) สามารถเขียนเป็นฟังก์ชั่นของพลังงานที่มังคุดดูดกลืนได้

สมการ (3.7)เขียนใหม่ได้เป็น

$$Ei = 0.7113Ea^2+0.818Ea+0.0714 \quad (3.11)$$

โดยมีค่า R^2 = 0.9825 แทน (3.11) ลงใน (3.8) จะได้

น้ำหนักเปลือกแข็ง

$$Md = 10.10Ea^4+23.24Ea^3+17.33Ea^2+4.56Ea+1.29 \quad (3.12)$$

หรือลดรูปให้เป็นสมการกำลังสองได้ดังนี้

$$Md = 34.702\ Ea^2+1.2496\ Ea+1.4467 \quad (3.13)$$

แทน(3.11)ลงใน(3.9) จะได้
สัดส่วนลึกของเปลือกแข็ง

$$DR = -0.83Ea^4-1.9025Ea^3-0.28Ea^2+0.94Ea+0.80 \quad (3.14)$$

และแทน(3.11)ลงใน(3.10)จะได้
ระดับการช้ำของเนื้อมังคุด

$$AWL = 7.54Ea^4+17.35Ea^3+12.11Ea^2+2.46Ea+0.14 \quad (3.15)$$

ค่าความเสียหายจำเพาะ (Specific damage) ของมังคุด ได้จากความชันของกราฟ หรือโดยวิธีดิฟเฟอเรนทิเอทสมการกับค่าพลังงานที่มังคุดดูดกลืน ในสมการที่ (3.12)-(3.15) ได้สมการความเสียหายจำเพาะดังนี้

น้ำหนักช้ำจำเพาะของเปลือกมังคุด(SD_M)

$$=40.4Ea^3+69.72Ea^2+34.67Ea+4.56 \quad (3.16)$$

สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งจำเพาะ(SD_{DR})

$$=-3.31Ea^3-5.71Ea^2-0.56Ea+0.94 \quad (3.17)$$

ระดับเนื้อช้ำจำเพาะ(SD_{AWL})

$$=30.15Ea^3+52.04Ea^2+12.12Ea+2.46 \quad (3.18)$$

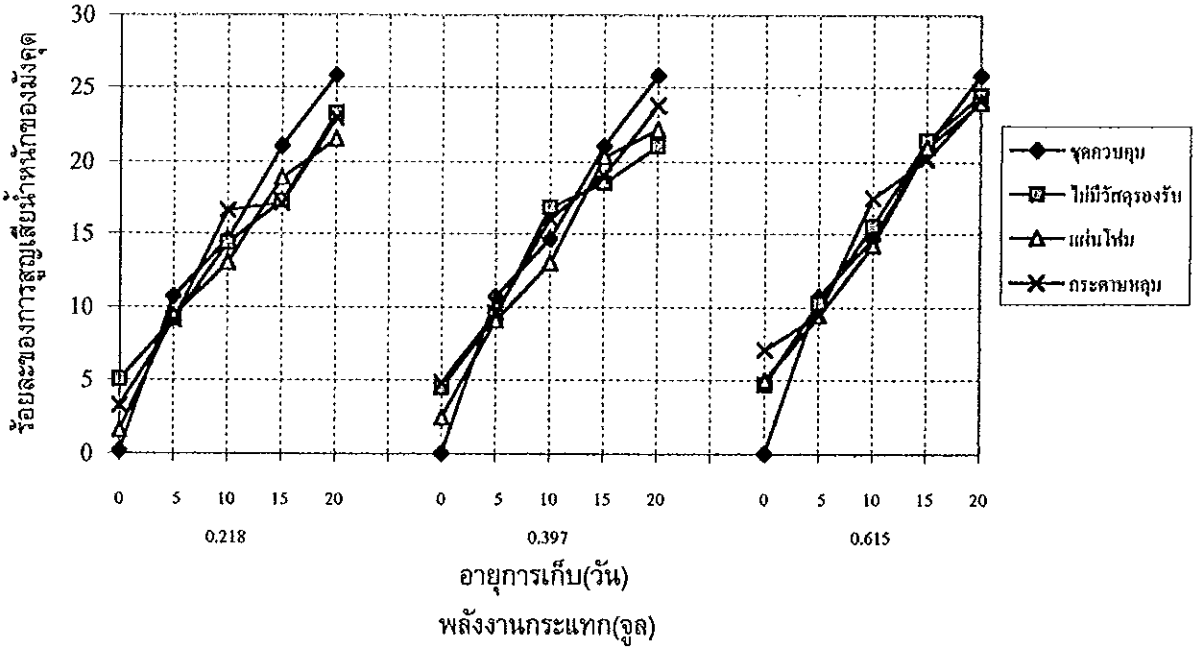
สมการความเสียหายจำเพาะของมังคุด (สมการ 3.16-3.18) บ่งบอกถึงความต้านทานการเสียหายของมังคุดเฉพาะระดับสีที่ 4 เท่านั้น ที่ระดับการสุกอื่นค่าความเสียหายจำเพาะจะแตกต่างออกไป เช่น มังคุดระดับสีที่ 3 จะมีความต้านทานจำเพาะสูงกว่ามังคุดระดับสีที่ 4 และมังคุดระดับสีที่ 5 จะมีความต้านทานจำเพาะที่ต่ำกว่า นั่นคือค่าความเสียหายจะจำเพาะเฉพาะแต่ละระดับความสุกนั้นๆ เท่านั้น

3.ผลการทดลองที่ 3 ประสิทธิภาพของวัสดุรองรับต่อการป้องกันการเสียหายของมังคุดและอายุการเก็บรักษา

การทดลองจะใช้น้ำหนักมังคุดขนาดเดียวคือ 100±15 กรัม ตกกระแทก แผ่นหินแกรนิตจากระดับความสูง 20,40 และ 60 ซม.ซึ่งเทียบเท่ากับพลังงานกระแทก 0.218. 0.397 และ 0.615 จูล ตามลำดับ โดยมีวัสดุรองรับเป็นปัจจัยร่วม ได้แก่ แผ่นโฟมและกระดาษหลุม ดังนั้นจะมีจำนวนชุดการทดลองทั้งหมด 10 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม (ไม่ผ่านการกระแทก) ชุดที่ตกกระแทกจากที่ระดับความสูงต่างๆโดยไม่มีวัสดุรองรับ 3 ชุด, ชุดที่ตกกระแทกจากที่ระดับความสูงต่างๆโดยมีแผ่นโฟมรองรับ 3 ชุดและชุดที่ตกกระแทกจากที่ระดับความสูงต่างๆโดยมีกระดาษหลุมรองรับ 3 ชุด แต่ละชุดการทดลองจะถูกนำมาวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีในวันที่ 0 ,5,10,15 และ 20 ของการเก็บรักษา (นับหลังจากวันกระแทก 3 วัน) การวิเคราะห์ทางสถิติจะวิเคราะห์แยกแต่ละระยะของอายุการเก็บรักษา เนื่องจากวันที่ 15 และ 20 ของการเก็บรักษามังคุดส่วนใหญ่จะเน่าเสีย ดังนั้นข้อมูลช่วงเวลานี้จะไม่ครบถ้วนและไม่สามารถวิเคราะห์รวมได้

3.1.ความเสียหายทางกายภาพของเปลือกมังคุด

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาหาค่าเฉลี่ยและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเสียหายต่างๆกับพลังงานกระแทกที่อายุการเก็บต่างกันได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.15-3.17 พบว่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมังคุดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของผลไม้ที่มีการหายใจแบบไดลแมคเทอริค และยังขึ้นอยู่กับพลังงานกระแทกอีกด้วย แสดงดังภาพที่ 3.15

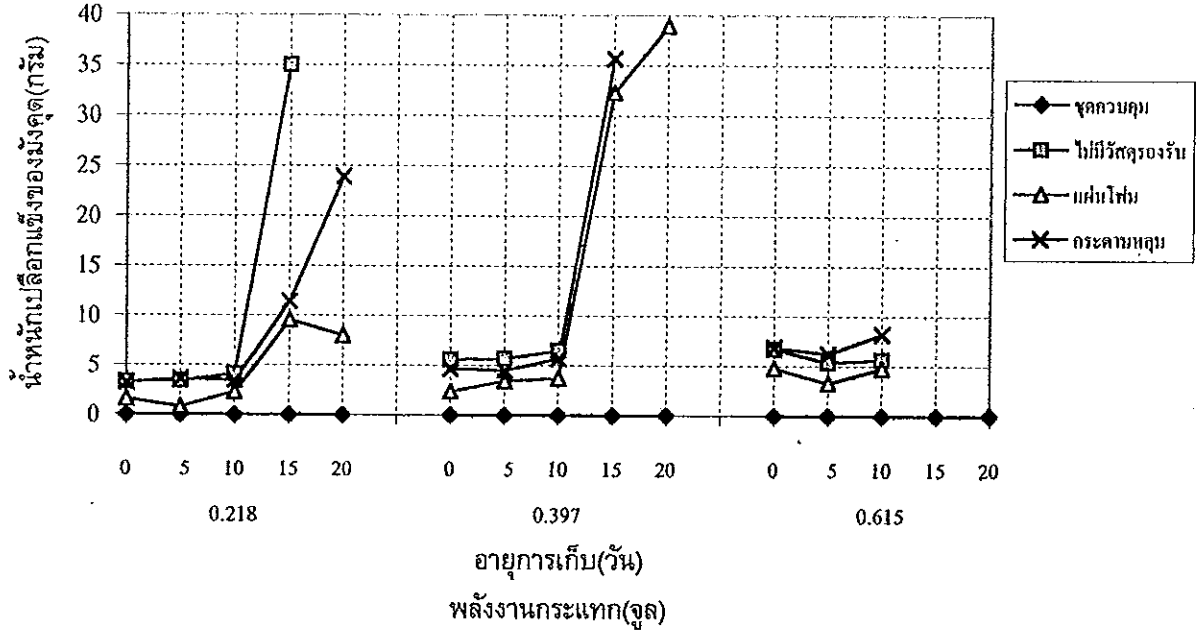


ภาพที่ 3.15 การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ

จากภาพที่ 3.15 จะเห็นว่าในวันแรกของการเก็บรักษา (นับหลังจากวันกระแทก 3 วัน) มังคุดที่ถูกกระแทกด้วยพลังงานสูงจะสูญเสียน้ำหนักมากกว่าชุดที่ไม่ถูกกระแทก แต่เมื่อเวลาผ่านไปชุดควบคุมซึ่งไม่ถูกกระแทกจะมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าและเห็นได้ชัดเจนขึ้นภายหลังวันที่ 15 ถ้าพลังงานกระแทกมากจะพบความแตกต่างในช่วงแรกมาก แต่เมื่อเก็บมังคุดไว้นานวัน ความแตกต่างจากการสูญเสียน้ำหนักจะลดลง จากสมมติฐานคาดว่าในช่วงแรกมังคุดมีอัตราการคายน้ำสูงเนื่องจากมังคุดเกิดความเสียหาย เซลล์เปลือกเกิดบาดแผล หลังจากนั้นมังคุดเกิดการตอบสนองทางกายภาพเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำและการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ (จริงแท้ ศิริพานิช,2537) โดยแสดงอาการเปลือกแข็งขึ้น ซึ่งเปลือกแข็งนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันการระเหยน้ำจากภายในผล ทำให้การสูญเสียน้ำช้าลง โดยในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนักจะต่ำกว่าชุดควบคุมร้อยละ 3-5 ที่ระดับพลังงานกระแทก 0.218-0.397 จูลและต่างกันเพียงร้อยละ 1-2 เท่านั้น ที่ระดับพลังงานกระแทก 0.615 จูล จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลของชนิดของวัสดุรองรับไม่มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) ในเรื่องการสูญเสียน้ำหนักที่ระดับพลังงานกระแทกต่างๆ ดังนั้นมังคุดเมื่อถูกกระแทกไม่ว่าจะมีวัสดุรองรับเป็นแผ่นโฟมหรือกระดาษหลุมก็จะมีการสูญเสียน้ำหนักในปริมาณที่เท่าๆกัน

น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดจะเพิ่มขึ้นมากเมื่อเก็บไว้นานกว่า 10 วัน โดยจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1-7 เท่า แสดงดังภาพที่ 3.16 อาการเปลือกแข็งได้ขยายตัวออกจนรอบผลในที่สุดหลังจากวันที่ 10 ของการเก็บรักษาซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ กวิศน์ วานิชกุล(2522)

อาการเปลือกแข็งที่ขยายตัวนี้คาดว่าเกิดจากการตอบสนองทางกายภาพของมังคุดที่มีต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าไปทำลายเนื้อภายในผลผ่านทางบาดแผล ณ จุดกระแทก (จริงแท้ ศิริพานิช, 2537) ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว คือ เชื้อรา จากรายงานของ ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์ และคณะ (2519) กล่าวว่าเชื้อราอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เปลือกแข็ง และจากการสังเกตผลมังคุดหลังจากถูกกระแทกและเก็บไว้ระยะหนึ่งจะเห็นเชื้อราเกิดขึ้นบริเวณจุดที่ถูกกระแทก และเมื่อปอกเปลือกมังคุดที่แข็งทั้งผล พบว่ามีเชื้อราเจริญอยู่ภายในผล ถึงแม้ว่าบางผลไม่เห็นเชื้อราจากภายนอกก็ตาม และจากผลการทดลองพบว่าอาการนี้จะเกิดอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บไว้นานกว่า 10 วัน (นับหลังการกระแทก 3 วัน) หรือคิดเป็น 13 วันหลังการกระแทก ซึ่งระยะนี้เป็นระยะที่มังคุดสุกงอมมาก โมเลกุลของเพคตินและเฮมิเซลลูโลสถูกเอนไซม์บางอย่างย่อยสลาย การยึดเกาะกันระหว่างเซลล์ลดลง ทำให้เชื้อราเข้าทำลายได้ง่ายจะสังเกตเห็นว่าที่ระดับพลังงาน 0.218 จูล แผ่นโฟมและกระดาษหลุมสามารถลดความเสียหายได้ดีกว่าเมื่อไม่มีวัสดุรองรับตามลำดับ โดยสามารถเก็บมังคุดได้ 20 วัน และมีน้ำหนักเปลือกแข็ง 8 และ 24 กรัม สำหรับโฟมและกระดาษหลุมตามลำดับ มังคุดที่ไม่มีวัสดุรองรับเลยจะมีน้ำหนักเปลือกแข็งสูงถึง 35 กรัม ในวันที่ 15 และเน่าเสียหมดเมื่อเก็บไว้ 20 วัน สำหรับที่ระดับพลังงาน 0.397 จูล วัสดุรองรับไม่สามารถลดอาการขยายตัวของเปลือกแข็งได้

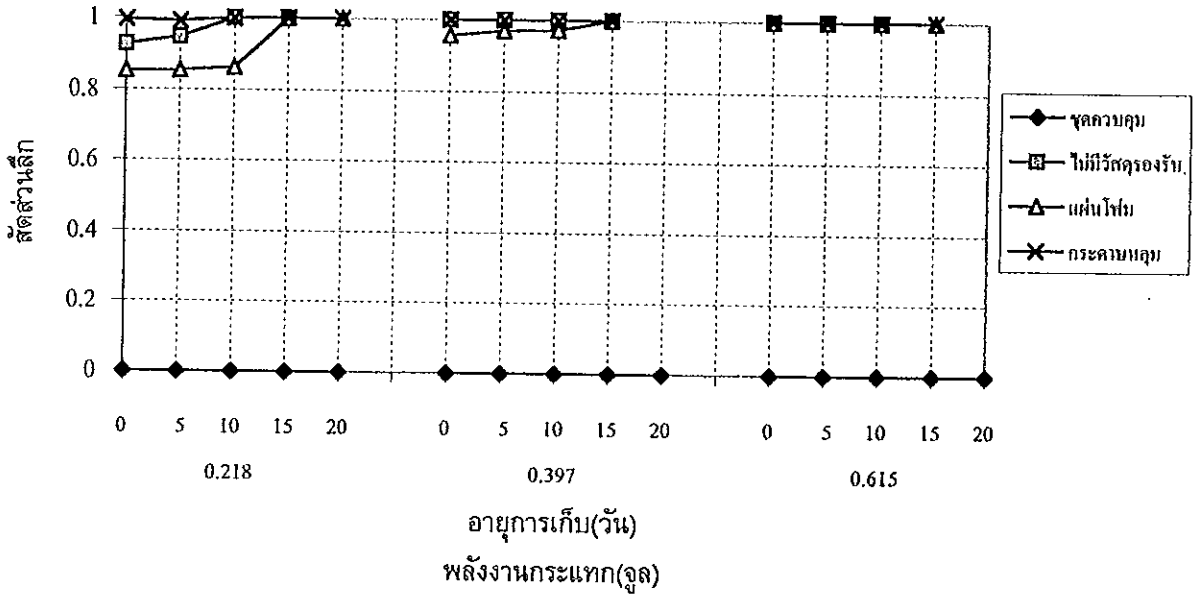


ภาพที่ 3.16 น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

แต่แผ่นโฟมสามารถลดการเน่าเสียได้คือไม่เกิดการเน่าเสียก่อนจะมีการขยายตัวของเปลือกแข็ง ที่พลังงานกระแทกนี้ไม่มีข้อมูลของกระดาษในวันที่ 20 เพราะมังคุดทั้งหมดเน่าเสีย

และที่ระดับพลังงานกระแทก 0.615 จูล ไม่มีวัสดุรองรับใดช่วยลดความเสียหายจากการเน่าเสียได้หลังจากเก็บไว้นานกว่า 10 วัน

สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุด เป็นสัดส่วนระหว่างความหนาของเปลือกแข็ง ณ จุดกระแทกกับความหนาของเปลือก ณ จุดกระแทก แสดงดังภาพที่ 3.17 จะเห็นว่าวัสดุรองรับที่สามารถช่วยลดสัดส่วนลึกของเปลือกแข็งได้คือ แผ่นโฟมเท่านั้นและจะช่วยได้ประมาณร้อยละ 18 และร้อยละ 5 ของความหนาเปลือก ที่ระดับพลังงานกระแทก 0.218 และ 0.397 จูล ตามลำดับ ส่วนที่ระดับพลังงานกระแทก 0.615 จูล วัสดุรองรับไม่สามารถลดความเสียหายได้ สำหรับที่ระดับพลังงานกระแทก 0.218 จูล ซึ่งมังคุดที่ไม่รองวัสดุรองรับขณะกระแทกกลับมีสัดส่วนลึกของเปลือกแข็งต่ำกว่าเมื่อรองรับด้วยกระดาษหลุมนั้น ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)



ภาพที่ 3.17 สัดส่วนลึกของเปลือกมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

จากผลการทดลองทั้งหลายพบว่า วัสดุรองรับจะทำหน้าที่ลดความเสียหายของมังคุดโดยพลังงานส่วนหนึ่งถูกดูดกลืนโดยวัสดุรองรับเอง การทดลองทำที่ระดับความสูง 3 ระดับ คือ 20 ,40 และ 60 ซม. ได้ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ทางสถิติดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 พลังงานที่มังคุดดูดกลืนเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ(จูล)

ความสูง	วัสดุรองรับ		
(ซม.)	ไม่มี	แผ่นโฟม	กระดาษหลุม
0	0^{ax}	0^{ax}	0^{ax}
20	0.149^{bz}	0.090^{by}	0.046^{bx}
40	0.334^{cz}	0.187^{cx}	0.324^{cy}
60	0.539^{dz}	0.239^{dx}	0.494^{dy}

หมายเหตุ a,b,c,d ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

x,y,z ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

จากตารางที่ 3.5 จะเห็นว่าแผ่นโฟมสามารถลดพลังงานที่มังคุดดูดกลืนเมื่อได้รับพลังงานกระแทกได้ดีกว่าเมื่อไม่มีวัสดุรองรับ 1.65, 1.79 และ 2.25 เท่า ที่พลังงานกระแทก 0.218 , 0.397 และ 0.615 จูลตามลำดับ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าพลังงานที่มังคุดดูดกลืนเมื่อรองรับด้วยกระดาษหลุมต่ำกว่าเมื่อไม่มีวัสดุรองรับ ซึ่งต่างจากผลการทดลองที่ผ่านมา ซึ่งพบว่าการกระแทกที่มีกระดาษหลุมทำให้มังคุดเสียหายมากกว่าเมื่อไม่มีวัสดุรองรับ ซึ่งอธิบายได้จากผลของพื้นผิวของวัสดุรองรับที่แตกต่างกัน โดยวัสดุผิวขรุขระจะทำให้มังคุดเสียหายมากกว่า เนื่องจากแรงที่กระทำต่อพื้นผิวที่ถูกกระแทกสูงกว่าในกรณีไม่มีวัสดุรองรับ

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่มังคุดดูดกลืนขณะมีวัสดุรองรับแผ่นโฟมกับพลังงานกระแทก เนื่องจากแผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับที่สามารถลดความเสียหายของมังคุดได้ พบว่าได้ความสัมพันธ์ดังสมการต่อไปนี้

$$Ea_p = 0.8861Ei-0.1236 \qquad (3.19)$$

Eap = พลังงานที่มังคุดดูดกลืนเมื่อมีแผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับ(จูล)

เมื่อนำสมการที่ 3.19 และ 2.3 แทนค่าลงในสมการที่ 3.13 จะได้สมการดังนี้

$$Md = 2622.153(mr)^2-73.705(mr)+1.8232 \qquad (3.20)$$

ซึ่งสมการที่ 3.20 จะเป็นสมการที่สามารถหาน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดขณะมีแผ่นโฟมรองรับได้ทันที เมื่อทราบน้ำหนักมังคุดและระยะตกกระแทก แต่การนำไปใช้เพื่อ

กำหนดแนวทางการปฏิบัติเพื่อป้องกันการเสียหายอันเกิดจากเปลือกแข็งนั้น สมการจะมีลักษณะดังนี้

$$Eia = 0.1379+(0.0367Md-0.0479)^{0.5} \quad (3.21)$$

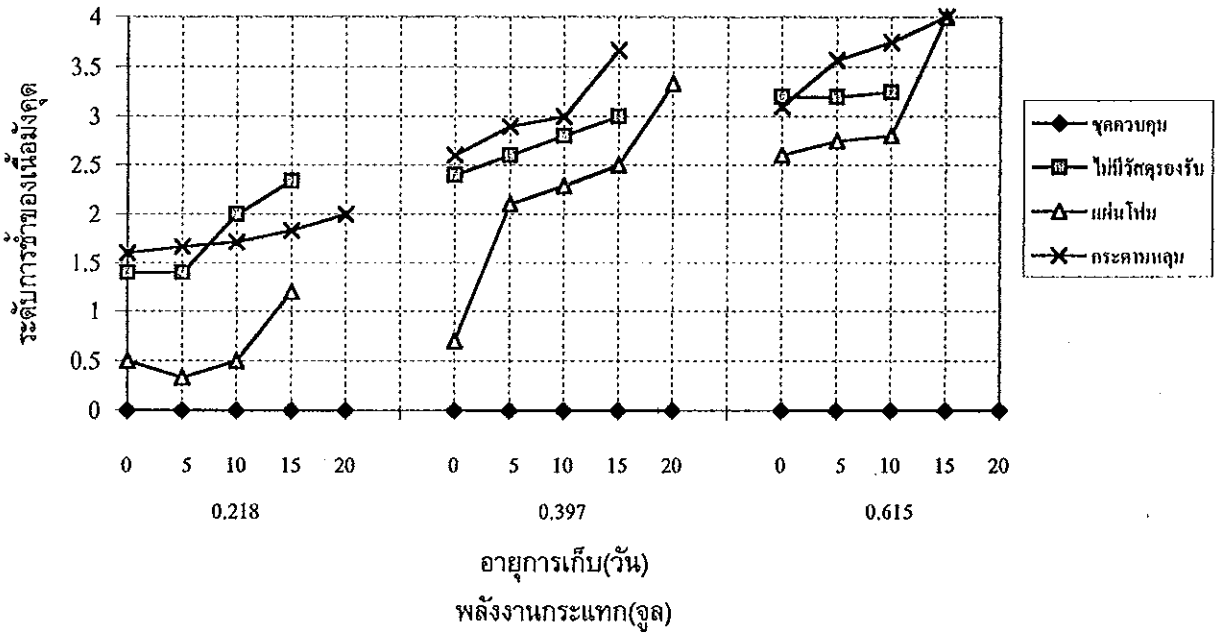
Eia = พลังงานกระแทกที่กำหนด(จูล)

โดยต้องกำหนดค่าน้ำหนักเปลือกแข็งว่าไม่ควรเกินเท่าไรจึงจะเป็นที่ยอมรับของตลาด แล้วนำมาแทนค่าในสมการที่ 3.21 เพื่อหาพลังงานกระแทกที่กำหนด จากนั้นจึงนำมาหาระยะตกกระแทกของมังคุดแต่ละขนาดโดยใช้สมการที่ 2.3 แต่สมการที่ 3.21 จะใช้ในกรณีที่มังคุดถูกกระแทกเมื่อมีแผ่นโฟมโพลีสไตรีนขนาด ความหนา 3 มม.เป็นวัสดุรองรับและตกกระทบบนพื้นแข็งผิวเรียบ และมีข้อจำกัดอยู่ที่มังคุดที่ตกกระแทกต้องเป็นมังคุดระดับสีที่ 4 และถูกกระแทกทางด้านข้างของผลเท่านั้น

3.2.ความเสียหายของเนื้อมังคุด

ความเสียหายของเนื้อแบ่งออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 2.5) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าขึ้นอยู่กับทั้งระดับพลังงานกระแทกและชนิดของวัสดุรองรับ โดยความเสียหายจะรุนแรงขึ้นเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น แสดงดังภาพที่ 3.18 จะเห็นว่าเนื้อมังคุดเสียหายเพียงเล็กน้อย เสียหายปานกลางและเสียหายมาก เมื่อถูกกระแทกด้วยพลังงาน 0.218 ,0.397 และ 0.615 จูล ตามลำดับ โดยที่ทุกระดับพลังงานกระแทก แผ่นโฟมสามารถลดความเสียหายของเนื้อได้ดีที่สุด โดยเฉพาะที่ระดับพลังงานกระแทก 0.218 จูล ในขณะที่กระดาษหลุมไม่ได้ช่วยลดความเสียหายแต่กลับทำให้ความเสียหายมากกว่าเมื่อไม่รองวัสดุรองรับโดยเฉพาะเมื่อพลังงานกระแทกไม่น้อยกว่า 0.397 จูล จากผลการทดลองเช่นนี้คาดว่ากระดาษมีความสามารถในการต้านทานแรงกระแทกได้ในระดับหนึ่งซึ่งต่ำกว่า 0.397 จูล ถ้าเกินจากระดับที่ทนได้ กระดาษจะหมดประสิทธิภาพในการต้านทานการเสียหายและกลับเพิ่มความเสียหายให้แก่ผลไม้ซึ่งเชื่อว่าเป็นเพราะผิววัสดุไม่เรียบ มีความแข็งและเหนียว(stiffness)มากกว่าเปลือกมังคุด ดังนั้นเมื่อมังคุดตกกระทบผิวขรุขระของกระดาษจึงกดทำลายเนื้อของเปลือกมังคุด แรงกดนี้จะมีความรุนแรง มากกว่าที่ตกกระทบแผ่นหินแกรนิตเพราะพื้นที่ที่กดมีน้อยกว่าถ้าเปรียบเทียบระหว่างกระดาษกับแผ่นโฟมจะเห็นว่ากระดาษมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าโฟมมาก จากคุณสมบัติข้อนี้ทำให้ทราบว่า วัสดุที่นำมารองรับแรงกระแทกควรเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูง เช่น มี stiffness น้อยกว่าเปลือกมังคุด สำหรับกระดาษหลุมจะทำหน้าที่ช่วยให้ความแข็งแรงเช่น กล่องผลไม้(แอปเปิ้ล)และช่วยให้ผลไม้อยู่กับที่ ลดการกระแทกระหว่างผลไม้เอง ซึ่งในทางปฏิบัติมักใช้

วัสดุ 2 ชนิดนี้ร่วมกัน โดยจะใช้โฟมตาข่ายหุ้มผลไม้ ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายจากการกระแทกได้ดีและ ลดการเสียดสีกับกระดาษหลุม



ภาพที่ 3.18 ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

ผลการวัดค่าสีของเนื้อมังคุดแบ่งออกเป็น 3 ค่า ได้แก่ ค่า L บอกถึงความสว่างหรือความขาวของเนื้อมังคุด ค่า a แบ่งออกเป็นค่าบวกบอกถึงความเข้มของสีแดง ค่าลบบอกถึงความเข้มของสีเขียว และค่า b แบ่งออกเป็นค่าบวกบอกถึงความเข้มของสีเหลือง ค่าลบบอกถึงความเข้มของสีน้ำเงิน ค่าทั้ง 3 นี้จะเป็นข้อมูลเสริมผลการทดลองในเรื่องระดับการช้ำของเนื้อมังคุด แสดงดังตารางที่ 3.6 จากการเปรียบเทียบภาพที่ 3.18 และตารางที่ 3.6 พบว่าเมื่อมังคุดเสียหายเพียงเล็กน้อย (พลังงานกระแทก 0.218 จูล) ค่า L จะใกล้เคียงกันมาก (เฉลี่ยประมาณ 32) แต่เมื่อเสียหายปานกลางถึงเสียหายมากค่า L จะลดลง (เฉลี่ยประมาณ 28) ดังนั้นเนื้อมังคุดที่เสียหายจะมีสีคล้ำกว่าปกติและจะคล้ำมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น (ค่า L ลดลง) มังคุดเมื่อถูกกระแทกด้วยพลังงาน 0.397 จูล หรือมากกว่า จะสูญเสียความขาวอย่างชัดเจน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 3.18 และแผ่นโฟมจะรักษาคุณภาพได้ดีกว่ากระดาษหลุม สำหรับค่า a ของเนื้อมังคุดชุดควบคุมในวันที่ 0 ของการเก็บรักษา (นับหลังจากวันกระแทก 3 วัน) มีค่าออกไปในทางลบเล็กน้อยคือมีสีเขียวเล็กน้อย แต่เมื่อเก็บไว้นานขึ้น ค่าจะเป็นศูนย์ (ไม่มีสี) ถ้าเนื้อมังคุดเกิดความเสียหาย ค่า a จะมีค่าเป็นบวกทันที นั่นคือสีจะออกไปในทางสีแดง มังคุดที่เสียหายเล็กน้อยพลังงานกระแทก 0.218 จูล) จะมีค่า a เฉลี่ยประมาณ 0.2 ตลอดอายุการเก็บรักษา 20 วัน และเมื่อพลังงานกระแทกเพิ่มขึ้นเป็น 0.397 จูล ค่า a จะเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยเริ่มต้น 0.25 เป็น 0.7 เมื่อเก็บไว้ 20 วัน

ตารางที่ 3.6 แสดงค่า L ,a และ b ของเนื้อมังคุดที่เสียหายที่ระดับพลังงานกระแทกต่างกัน

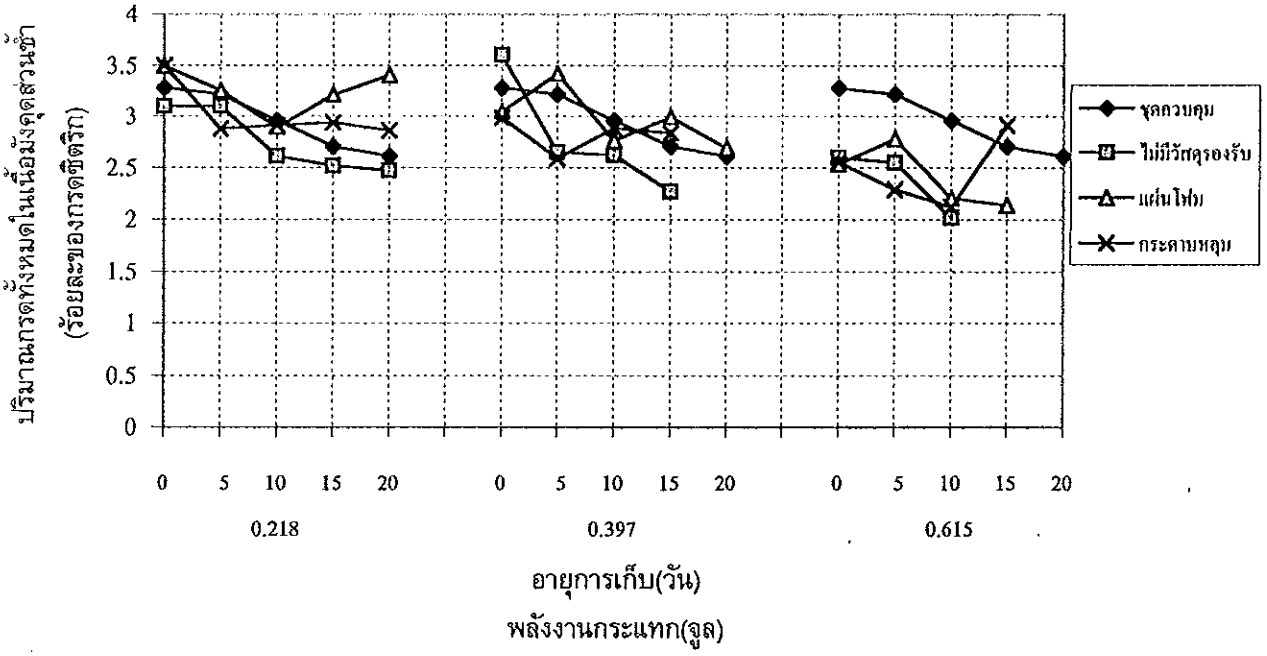
ชุดการทดลอง		0.218 จูล			0.397 จูล			0.615 จูล		
วันที่		L	a	b	L	a	b	L	a	b
0	ชุดควบคุม	32.50	-0.11	2.11	32.50	-0.11	2.11	32.50	-0.11	2.11
	ไม่มี	30.73	0.15	2.33	28.69	0.36	2.94	28.94	0.87	2.96
	แผ่นโฟม	32.21	-0.11	2.05	31.00	0.05	1.94	29.45	0.75	2.33
	กระดาษหลุม	31.19	0.21	2.08	30.07	0.31	2.52	27.35	1.04	3.10
5	ชุดควบคุม	31.62	0.06	2.10	31.62	0.06	2.10	31.62	0.06	2.10
	ไม่มี	30.91	0.23	2.23	27.55	0.48	3.06	28.34	1.02	3.19
	แผ่นโฟม	32.50	0.00	2.05	30.69	0.59	2.13	27.72	0.68	2.44
	กระดาษหลุม	29.37	0.24	2.10	28.08	0.56	2.65	28.18	1.05	3.25
10	ชุดควบคุม	30.91	-0.02	2.12	30.91	-0.02	2.12	30.91	-0.02	2.12
	ไม่มี	29.75	0.4	2.89	28.05	0.58	3.76	28.85	0.87	4.21
	แผ่นโฟม	32.07	0.01	2.41	29.43	0.52	2.59	28.34	0.80	3.31
	กระดาษหลุม	30.91	0.15	2.23	28.38	0.44	2.71	27.72	1.09	3.29
15	ชุดควบคุม	31.63	-0.01	2.12	31.63	-0.01	2.12	31.63	-0.01	2.12
	ไม่มี	31.34	-0.01	3.01	27.31	1.09	4.14	nd	nd	nd
	แผ่นโฟม	30.95	0.33	2.63	28.80	0.63	2.75	26.58	0.87	3.60
	กระดาษหลุม	30.36	0.29	2.49	28.81	0.72	2.80	23.70	2.88	4.42
20	ชุดควบคุม	31.30	0.02	2.11	31.30	0.02	2.11	31.30	0.02	2.11
	ไม่มี	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	แผ่นโฟม	32.23	-0.01	2.64	27.24	0.74	3.04	nd	nd	nd
	กระดาษหลุม	29.13	0.59	2.66	nd	nd	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd คือ ไม่มีข้อมูล

ที่ระดับพลังงานนี้วัสดุรองรับช่วยลดความเสียหายได้อย่างชัดเจน เมื่อค่าพลังงานกระแทกเพิ่มเป็น 0.615 จูล ในกรณีใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับเนื้อมังคุดจะมีค่า a มีค่าประมาณ 0.7-0.9 และชุดที่ไม่มีวัสดุรองรับจะมีค่า a ไม่เกิน 1 สำหรับกระดาษหลุมค่า a จะเกิน 1 ตั้งแต่วันแรก และเพิ่มเป็น 3.00 ในวันที่ 15 ซึ่งในวันที่ 15 นี้ ทั้งชุดที่ไม่มีวัสดุรองรับและชุดที่รองด้วยกระดาษหลุม เนื้อมังคุดเน่าเสียไม่สามารถรับประทานได้และมังคุดทุกชุดการทดลอง ยกเว้นชุดควบคุมไม่มีผลการทดลองในวันที่ 20 เพราะเนื้อมังคุดเน่าเช่นเดียวกัน จะเห็นว่าการเน่าเสีย

ของมังคุดในชุดที่ตกกระแทกด้วยพลังงาน 0.615 จูล จะเกิดเร็วมากในช่วงสุดท้ายของการทดลองในระหว่างวันที่ 15 ถึง 20 ของการเก็บรักษา ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่ามังคุดขนาดประมาณ 100 กรัมมีขอบเขตการเสียหายที่พลังงานกระแทก 0.397 จูล ที่ระดับความสูง 40 ซม.ไม่ควรเก็บไว้นานกว่า 2 สัปดาห์ที่บรรยากาศปกติ และจากตารางที่ 3.6 พบว่า ค่า b มีค่าไปในทางบวกหรือมี สีเหลืองเท่านั้น โดยมังคุดสดจะมีค่า b ประมาณ 2.1 และมังคุดที่เสียหายมาก ค่า b เฉลี่ยประมาณ 3.5-4.5 กล่าวโดยสรุปได้ว่าเนื้อมังคุดจะมีสีคล้ำขึ้นตามระดับการช้ำของเนื้อสอดคล้องกับภาพที่ 3.18

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริกในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้า ใช้วิธีการนำกลีบของเนื้อมังคุด (ในผลเดียวกัน) ส่วนที่ไม่ถูกกระแทกมาบีบเอาเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดโดยวิธี AOAC (1990) และเปรียบเทียบกับมังคุดชุดควบคุมพบว่าปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่าง ($p<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3.0 โดยประมาณ ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนช้ำ ได้จากการนำกลีบของเนื้อมังคุดที่ช้ำบริเวณจุดกระแทกมาหาปริมาณกรดทั้งหมด (ใช้วิธีเดียวกับการหาปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้ำ) แสดงดังภาพที่ 3.19

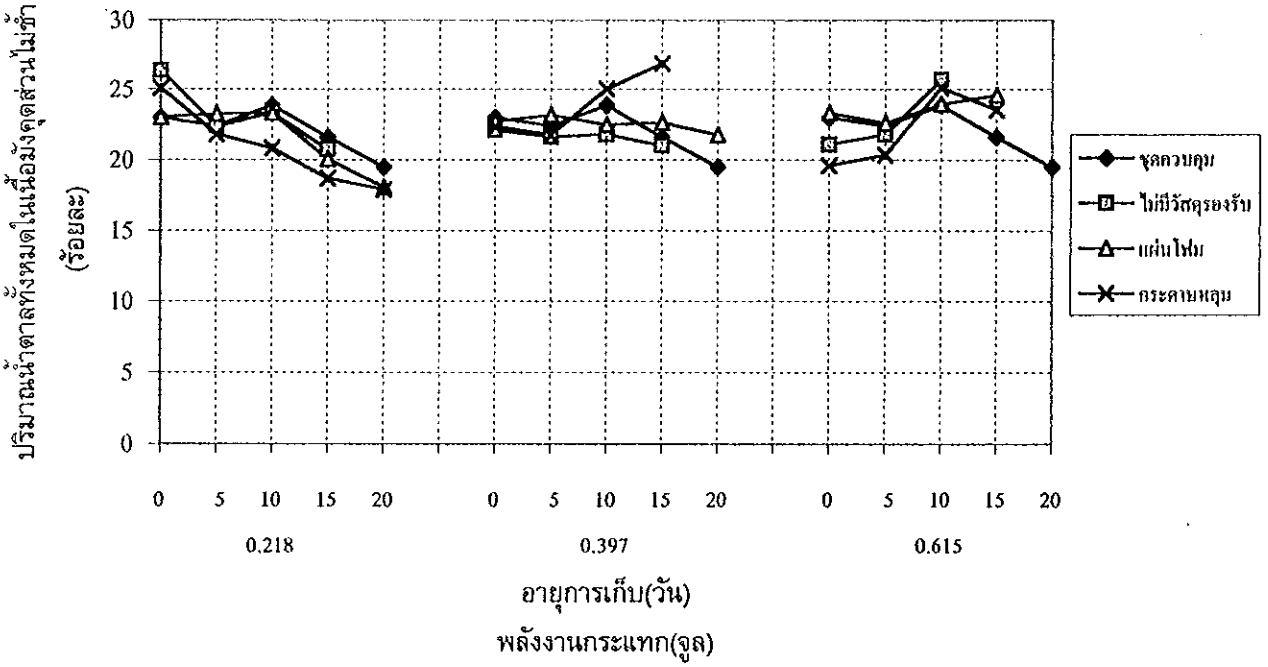


ภาพที่ 3.19 ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

พบว่าเนื้อมังคุดเมื่อเสียหาย จะมีปริมาณกรดทั้งหมดต่ำกว่าในเนื้อส่วนไม่ช้ำ (ผลเดียวกัน) และมีแนวโน้มลดลงตามระดับพลังงานกระแทก(ระดับการช้ำ)และอายุการเก็บ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในบางกรณีปริมาณกรดกลับเพิ่มขึ้นหลังจากเก็บไว้ 10 วัน จากสมมติฐานคาดว่าเกิดจากในระยะ 10 วันแรกของการเก็บรักษา เนื้อมังคุดส่วนช้ำจะเกิดกระบวนการเมตาโบลิซึมเปลี่ยน

แป้งเป็นน้ำตาล (ปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น) แต่หลังจากเก็บนานกว่า 10 วัน จะเกิดการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นกรด โดยเชื้อราที่แทรกตัวผ่านทางบาดแผลที่ผิวเปลือก ณ จุดกระแทก ข้อสมมติฐานนี้จะสอดคล้องกับน้ำหนักเปลือกแข็ง (ภาพที่ 3.16) และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (ภาพที่ 3.21)

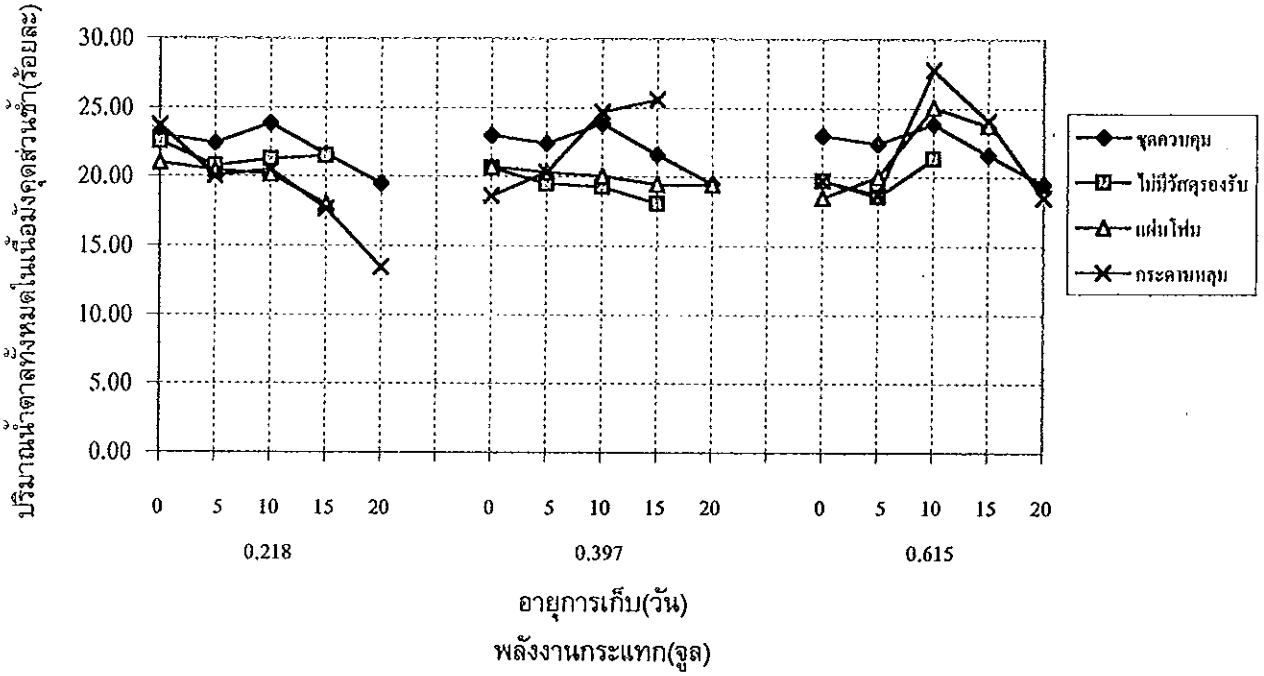
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้ำ ใช้ตัวอย่างที่แบ่งมาจากตัวอย่างการหาปริมาณกรดทั้งหมด ค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 3.20 พบว่าที่ระดับพลังงานกระแทก 0.218 จูล ปริมาณน้ำตาลจะลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในขณะที่ระดับพลังงานกระแทก 0.397 จูล ปริมาณค่อนข้างคงที่ ยกเว้นเมื่อใช้กระดาษหลุมรองรับ ซึ่งเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกับทุกชุดการทดลองที่ระดับพลังงาน 0.615 จูล(ยกเว้นชุดควบคุม)



ภาพที่ 3.20 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

คือปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นหลังวันที่ 5 แล้วลดลงหลังวันที่ 10 ของการเก็บรักษา แสดงว่ามังคุดที่เสียหายมากจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจทั้งผล (ประสิทธิ์ อติวีระกุล, 2527) ทำให้ปริมาณน้ำตาลในเนื้อส่วนไม่ช้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และเปลี่ยนแปลงลดลงหลังวันที่ 10 ของการเก็บรักษา คาดว่าเกิดจากสมมติฐานเดียกับภาพที่ 3.19 คือ ในระยะ 10 วันแรกของการเก็บรักษา เนื้อมังคุดส่วนช้ำจะเกิดกระบวนการเมตาโบลิซึมเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล (ปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น) แต่หลังจากเก็บนานกว่า 10 วัน น้ำตาลจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรด (ปริมาณน้ำตาลลดลง) โดยเชื้อราที่แทรกตัวผ่านบาดแผลที่ผิวเปลือก ณ จุดกระแทก

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนช้ำมีค่าต่ำกว่าในส่วนไม่ช้ำและให้ผลการทดลองในทำนองเดียวกับปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้ำ แสดงดังภาพที่ 3.21 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลในเนื้อส่วนช้ำจะเห็นได้ชัดเจนกว่า ส่วนไม่ช้ำโดยชุดที่รองด้วยกระดาษหลุมเมื่อกระแทกด้วยพลังงาน 0.397 จูลและทุกชุดการทดลอง เมื่อกระแทกด้วยพลังงาน 0.615 จูล (ยกเว้นชุดควบคุม) ปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและลดลงหลังวันที่ 10 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ในภาพที่ 3.19 คือในระยะ 10 วันแรกของการเก็บรักษา เนื้อมังคุดส่วนช้ำจะเกิดกระบวนการเมตาโบลิซึมเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล (ปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น) แต่หลังจากเก็บนาน 15 วัน น้ำตาลในเนื้อส่วนช้ำจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรด โดยจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับอากาศแทรกตัวผ่านรอยแตก ณ จุดกระแทก ในกรณีที่มังคุดถูกกระแทกด้วยพลังงาน 0.218 จูล โดยมีกระดาษหลุมรองรับมีปริมาณน้ำตาลลดลงต่ำผิดปกติ สาเหตุที่แท้จริงยังไม่สามารถระบุได้



ภาพที่ 3.21 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

แต่คาดว่าอาจเกิดจากมังคุดช้ำน้อย กระบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลเกิดช้า แต่มังคุดที่ตกกระแทกบนพื้นผิวขรุขระของกระดาษหลุมจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ผิวเปลือกมากกว่าชุดการทดลองอื่น ดังนั้นอาจทำให้เปลือกมีรอยแตกเล็กน้อย จุลินทรีย์สามารถแทรกตัวเข้าไปได้และใช้น้ำตาลในการเจริญเติบโตขยายพันธุ์ทำให้ปริมาณน้ำตาลหลังวันที่ 10 ของการเก็บรักษาต่ำผิดปกติ

3.3.ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทก 0.397 จูล ด้วยผู้ทดสอบจำนวน 6 คน โดยวิธี QDA โดยคะแนน 10 คือมากที่สุด, 0 คือน้อยที่สุด การทดสอบจะกระทำกับมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทก 0.397 จูลเพียงระดับเดียว โดยมีวัสดุรองรับเป็นปัจจัยร่วมด้วย ดังนั้นจะมีชุดการทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม ชุดที่กระแทกโดยไม่มีวัสดุรองรับ ชุดที่กระแทกโดยมีวัสดุรองรับคือแผ่นโฟมและกระดาษหลุม แต่ละชุดทำการทดลอง 9 ซ้ำ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 6 คน แต่ละคนจะได้รับมังคุดจำนวน 6 ผล ทดสอบชิมทุก 5 วัน ตั้งแต่วันที่ 0 ของการเก็บรักษา การวิเคราะห์ทางสถิติจะวิเคราะห์แยกแต่ละระยะของอายุการเก็บรักษา เนื่องจากในวันที่ 15 และ 20 ของการเก็บรักษามังคุดส่วนใหญ่เน่าเสีย ดังนั้นข้อมูลช่วงเวลานี้จึงไม่ครบถ้วนและไม่สามารถวิเคราะห์รวมได้ ซึ่งผลการทดลองแสดงดังต่อไปนี้

ความยากง่ายในการปอกเปลือกมังคุดแสดงได้ดังตารางที่ 3.7 ทดสอบโดยใช้มีดที่มีความคมมากในการปอกเปลือกมังคุดจนรอบผล ให้ผู้ชิมจับเวลาเป็นวินาที 10 วินาทีเท่ากับ 1 คะแนน)ตั้งแต่เริ่มปอกจนปอกเสร็จ คะแนน 0 คือปอกง่ายและคะแนน 10 คือปอกยาก

ตารางที่ 3.7 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความยากง่ายในการปอกเปลือกมังคุดเมื่อได้รับการกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

วัสดุรองรับ	วันที่				
	0	5	10	15	20
ชุดควบคุม	2.12	2.55	1.38	nd	nd
ไม่มีวัสดุรองรับ	3.61	3.14	nd	nd	nd
แผ่นโฟม	2.29	1.87	2.05	nd	nd
กระดาษหลุม	4.01	3.55	2.03	nd	nd

หมายเหตุ nd = ไม่มีข้อมูล

จากตารางที่ 3.7 พบว่าความยากง่ายในการปอกเปลือกมังคุดทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)ในแต่ละระยะของอายุการเก็บรักษา เป็นเวลา 10 วัน สอดคล้องกับผลของน้ำหนักเปลือกแข็ง(ภาพที่ 3.16)ที่ระดับพลังงานกระแทก 0.397 จูล โดยในช่วงระยะ 10 วันแรก ยังไม่มีการขยายตัวของเปลือกแข็งและน้ำหนักเปลือกแข็งต่ำกว่า 7 กรัม ทุกชุดการทดลองซึ่งจากผลคะแนนแสดงว่ามังคุดยังคงปอกง่ายอยู่ และเห็นได้ชัดว่ามังคุดชุดที่รองด้วยแผ่นโฟมดีกว่าชุดอื่นๆ แต่ชุดที่รองด้วยกระดาษหลุมค่อนข้างแย่ ซึ่งตรงกับความเสียหายในรูปแบบอื่น

สำหรับข้อมูลที่ขาดหายไป (nd) สาเหตุส่วนใหญ่เนื่องจากเปลือกมังคุดแข็งมาก ปอกยาก (แข็งรอบผล) ส่วนสาเหตุที่ผลคะแนนวันที่ 10 ของการเก็บรักษาต่ำผิดปกติเนื่องจากจำนวนซ้ำของข้อมูลมีน้อยลง ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคะแนนของผู้ทดสอบชิมมีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ความเข้มของสีของเนื้อมังคุดแบ่งออกเป็นส่วนไม่ซ้ำและส่วนซ้ำ ซึ่งการวิเคราะห์ทางสถิติจะวิเคราะห์เปรียบเทียบกันระหว่างส่วนไม่ซ้ำและส่วนซ้ำ โดยคะแนน 0 คือสีเข้มน้อย คะแนน 10 คือสีเข้มมาก และวิเคราะห์แยกแต่ละระยะของอายุการเก็บรักษาดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความเข้มของสีของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับการกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

วัสดุรองรับ	วันที่									
	0		5		10		15		20	
	ไม่ซ้ำ	ซ้ำ	ไม่ซ้ำ	ซ้ำ	ไม่ซ้ำ	ซ้ำ	ไม่ซ้ำ	ซ้ำ	ไม่ซ้ำ	ซ้ำ
ชุดควบคุม	2.51bg	2.51ag	2.36qk	2.36pk	1.26xm	1.26xm	nd	nd	nd	nd
ไม่มีวัสดุรองรับ	1.84ag	3.30bh	2.14pqk	7.03rl	nd	nd	nd	nd	nd	nd
แผ่นโฟม	1.78ag	2.25ah	1.45pk	4.00ql	1.49xm	3.35yn	nd	nd	nd	nd
กระดาษหลุม	2.56bg	3.17bh	1.90pqk	6.28rl	3.91ym	5.65zn	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd ไม่มีข้อมูล

a,b,c,p,q,r,x,y,z ตัวอักษรแนวตั้งที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน($p<0.05$)

g,h,k,l,m,n ตัวอักษรแนวนอนที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน($p<0.05$)

จากตารางที่ 3.8 จะเห็นว่าความเข้มของสีของเนื้อสอดคล้องกับค่า L,a และ b ที่ได้จากผลการวัดค่าโดยเครื่องวัดสี Juki (ตารางที่ 3.6) โดยความเข้มของสีจะเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา โดยเฉพาะเนื้อมังคุดส่วนซ้ำจะมีสีเข้มมากกว่าส่วนไม่ซ้ำ ($p<0.05$) สำหรับผลของวัสดุรองรับพบว่ามังคุดที่ใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับ สีของเนื้อส่วนซ้ำจะแตกต่างจากส่วนไม่ซ้ำประมาณวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ($p<0.05$) ดีกว่าชุดที่รองด้วยกระดาษหลุมซึ่งมีความแตกต่างของสีของเนื้อส่วนซ้ำและไม่ซ้ำอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษา สอดคล้องกับระดับการซ้ำของเนื้อมังคุด (ภาพที่ 3.18) ที่ระดับพลังงานกระแทก 0.397 จูล โดยชุดที่รองด้วยแผ่นโฟมมีระดับการซ้ำต่างจากชุดควบคุมชัดเจนที่อายุการเก็บ 5 วันเช่นกัน ส่วนชุดที่รองด้วยกระดาษหลุมให้ผลไม่แตกต่างจากชุดที่ไม่ใช้วัสดุรองรับขณะกระแทก สอดคล้องกับภาพที่ 3.18 เช่นเดียวกัน

การให้คะแนนความสดของเนื้อมังคุด จะใช้วิธีการสังเกตจากลักษณะของเซลล์ที่เต่ง โดยคะแนน 0 คือความสดน้อย คะแนน 10 คือความสดมาก และกำหนดให้เนื้อมังคุดสดมีคะแนนความสดเท่ากับ 10 ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความสดของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับการกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

วัสดุรองรับ	วันที่									
	0		5		10		15		20	
	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ
ชุดควบคุม	8.60ag	8.60ag	8.37pk	8.37pk	9.01xm	9.01xm	nd	nd	nd	nd
ไม่มีวัสดุรองรับ	8.15ag	7.16bh	7.34qk	3.63rl	nd	nd	nd	nd	nd	nd
แผ่นโฟม	8.64ag	7.73abg	6.93qk	5.31ql	7.90ym	4.50yn	nd	nd	nd	nd
กระดาษหลุม	8.50ag	7.55abg	8.01pqk	4.61qrl	7.60ym	1.15zn	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = ไม่มีข้อมูล

a,b,c,p,q,r,x,y,z ตัวอักษรแนวตั้งที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน($p<0.05$)

g,h,k,l,m,n ตัวอักษรแนวนอนที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน($p<0.05$)

จากตารางที่ 3.9 เป็นที่น่าสังเกตว่าคะแนนความสดของชุดควบคุมต่ำกว่า 10 ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาเนื่องจากมังคุดวันที่ 0 เป็นมังคุดที่นับอายุการเก็บหลังจากวันทำการทดลอง 3 วัน ซึ่งระดับความสุกจะอยู่ในระยะที่ 6(ผิวสีม่วงถึงม่วงดำ) แต่ตามความเข้าใจของผู้ชิมที่มีประสบการณ์การชิมมังคุดมาหลายงานวิจัยจะเข้าใจว่ามังคุดสดคือมังคุดระยะที่ 4 (ผิวสีน้ำตาลอมแดง) ซึ่งเนื้อจะมีความสดมาก จากผลการประเมินพบว่าคะแนนความสดของเนื้อส่วนช้ำต่ำกว่าส่วนไม่ช้ำเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น เนื่องจากเซลล์ของเนื้อส่วนช้ำเกิดความเสียหาย อัตราการหายใจสูงขึ้น เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์อย่างรวดเร็ว ทั้งกระบวนการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลและกระบวนการคายน้ำ เป็นต้น (ประสิทธิ์ อติวีระกุล,2527) ทำให้ความสดของเซลล์ลดลงมากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบถึงผลของวัสดุรองรับพบว่า แผ่นโฟมสามารถรักษาความสดของเนื้อส่วนช้ำได้ดีกว่าเมื่อไม่ใช้วัสดุรองรับ ในขณะที่มังคุดที่รองด้วยกระดาษหลุมมีผลคะแนนความสดไม่แตกต่างจากชุดที่ไม่ใช้วัสดุรองรับตลอดอายุการเก็บรักษาสอดคล้องกับตารางที่ 3.8

คะแนนความหวานของเนื้อมังคุดดังแสดงในตารางที่ 3.10 ซึ่งใช้เปรียบเทียบกับผลการหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุด โดยให้คะแนน 0 คือหวานน้อยและคะแนน 10 คือหวานมาก ขณะทำการทดสอบชิม จะให้ตัวอย่างน้ำหวานเข้มข้นร้อยละ 20 เป็นตัวอย่างมาตรฐาน

เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ ซึ่งก่อนทำการทดสอบชิมได้มีการตกลงกันว่าคะแนนสำหรับความหวานมาตรฐานอยู่ที่ 5.0 คะแนน โดยเปรียบเทียบความหวานระหว่างเนื้อส่วนช้ำกับไม่ช้ำในผลเดียวกัน

ตารางที่ 3.10 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความหวานของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับการกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

วัสดุรองรับ	วันที่									
	0		5		10		15		20	
	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ
ชุดควบคุม	4.72ag	4.72ag	4.36pk	4.36pk	4.41xm	4.41xm	nd	nd	nd	nd
ไม่มีวัสดุรองรับ	4.89ag	6.75ch	3.93pk	1.30rl	nd	nd	nd	nd	nd	nd
แผ่นโฟม	3.91bg	2.35bh	4.86pk	3.17ql	2.75ym	1.5yn	nd	nd	nd	nd
กระดาษหลุม	4.47abg	4.05ag	4.78pk	2.30 qrl	5.05xm	4.08xm	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = ไม่มีข้อมูล

a,b,c,p,q,r,x,y,z ตัวอักษรแนวตั้งที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน($p<0.05$)

g,h,k,l,m,n ตัวอักษรแนวนอนที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน($p<0.05$)

จากตารางที่ 3.10 พบว่ามังคุดเมื่อได้รับความเสียหาย เนื้อส่วนช้ำจะมีความหวานลดลง สังเกตจากคะแนนความหวานในเนื้อส่วนช้ำทุกชุดการทดลองจะน้อยกว่าส่วนไม่ช้ำ ($p<0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนตลอดอายุการเก็บรักษาพบว่าไม่ค่อยสอดคล้องกับผลของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำและไม่ช้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี (ภาพที่ 3.20 และ 3.21) คาดว่าเกิดจากความแปรปรวนของมังคุดและความไม่สม่ำเสมอของคุณภาพมังคุดที่นำมาทดลอง เนื่องจากเป็นมังคุดปลายฤดู การคัดคุณภาพมังคุดไม่สามารถทำได้สมบูรณ์นัก ซึ่งข้อมูลบางตัวอาจมาจากผลมังคุดที่ไม่สมบูรณ์บางส่วนนั้น และการทดสอบเรื่องรสชาดเป็นเรื่องยาก แต่ถึงอย่างไรข้อมูลก็ทำให้เราทราบว่า เนื้อมังคุดในผลเดียวกัน ความหวานของเนื้อส่วนช้ำจะน้อยกว่าส่วนไม่ช้ำ

คะแนนความเปรี้ยวของเนื้อมังคุดซึ่งแสดงในตารางที่ 3.11 จะนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมังคุด โดยคะแนน 0 คือเปรี้ยวน้อย คะแนน 10 คือเปรี้ยวมาก ให้สารละลายกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 5.0 เป็นตัวอย่างมาตรฐาน และตกลงกับผู้ทดสอบชิมให้คะแนนตัวอย่างมาตรฐานเท่ากับ 2.0

ตารางที่ 3.11 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องความเปรี้ยวของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับการกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

วัสดุรองรับ	วันที่									
	0		5		10		15		20	
	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ	ไม่ช้ำ	ช้ำ
ชุดควบคุม	3.41ag	3.41ag	3.54pk	3.54pk	3.06xm	3.06xm	nd	nd	nd	nd
ไม่มีวัสดุรองรับ	3.43abg	1.43bh	3.30pqk	1.4ql	nd	nd	nd	nd	nd	nd
แผ่นโฟม	4.02bg	6.4ch	2.67qk	3.65pk	3.50ym	2.95xn	nd	nd	nd	nd
กระดาษหลุม	3.45abg	3.37ag	3.34pqk	1.95ql	2.20zm	1.00yn	nd	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = ไม่มีข้อมูล

a,b,c,p,q,r,x,y,z ตัวอักษรแนวตั้งที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน($p<0.05$)

g,h,k,l,m,n ตัวอักษรแนวนอนที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน($p<0.05$)

จากตารางที่ 3.11 พบว่าคะแนนการชิมรสเปรี้ยวจะเกี่ยวเนื่องกับคะแนนการชิมรสหวาน จากทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการรับรสหวานและรสเปรี้ยวของลิ้น กล่าวว่ารสหวานสามารถบดบังรสเปรี้ยวได้ แต่เมื่อความหวานลดลงเพียงเล็กน้อยลิ้นจะสามารถรับรสเปรี้ยวได้ดีขึ้นหลายเท่า (จินตนา อุปดิสสกุล, 2535) เช่น ผลคะแนนในชุดการทดลองที่ไม่มีวัสดุรองรับซึ่งมีคะแนนความหวานในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาสูงมากจึงทำให้มีคะแนนความเปรี้ยวต่ำอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ชุดที่รองรับด้วยแผ่นโฟมซึ่งมีคะแนนความหวานค่อนข้างต่ำ ทำให้คะแนนความเปรี้ยวสูงมากในวันเดียวกัน แต่จากเหตุผลที่กล่าวแล้วข้างต้น คือ การทดสอบชิมเรื่องรสชาดเป็นเรื่องยาก รวมทั้งมังคุดมีความแปรปรวนมาก ทำให้ผลการทดลองไม่ค่อยสอดคล้องกับผลในห้องปฏิบัติการนัก

การยอมรับรวมของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทก 0.397 จูล เปรียบเทียบระหว่างการกระแทกโดยมีวัสดุรองรับ (กระดาษหลุม และแผ่นโฟม) และไม่มีวัสดุรองรับกับชุดควบคุม โดยคะแนนต่ำกว่า 5 คือไม่ยอมรับ และคะแนนสูงกว่า 5 คือยอมรับ ดังแสดงในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเรื่องการยอมรับรวมของมังคุดเมื่อได้รับการกระแทกขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

วัสดุรองรับ	วันที่				
	0	5	10	15	20
ชุดควบคุม	7.51 a	6.98 a	5.91 a	nd	nd
ไม่มีวัสดุรองรับ	4.99 b	5.09 b	nd	nd	nd
แผ่นโฟม	7.06 a	6.46 a	5.25 a	nd	nd
กระดาษหลุม	7.51 a	4.87 c	1.73 b	nd	nd

หมายเหตุ nd = ไม่มีข้อมูล
ตัวอักษรแนวตั้งที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน($p<0.05$)

จากตารางที่ 3.12 พบว่าปัจจัยในการตัดสินใจยอมรับของผู้ทดสอบชิมขึ้นอยู่กับความเข้มของสีของเนื้อส่วนช้ำ (หรือระดับการช้ำของเนื้อ) ในช่วงระยะ 10 วันแรกของการเก็บรักษา สำหรับมังคุดหลังวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ซึ่งไม่มีข้อมูลนั้น ไม่ได้บ่งบอกว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับ แต่ที่ไม่มีข้อมูลเนื่องจากมังคุดส่วนใหญ่ที่นำมาทดลองค่อนข้างมีปัญหาเปลือกแข็งมากก่อนที่จะนำไปให้ทดสอบชิมและไม่มีมังคุดสำรอง เนื่องจากเป็นมังคุดปลายฤดูมีจำนวนมังคุดน้อยไม่สามารถคัดเลือกผลที่มีคุณภาพได้เพียงพอต่อการสำรอง ดังนั้นทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ แต่จากข้อมูลที่มีอยู่ทำให้ทราบว่าผู้ทดสอบชิมยอมรับมังคุดชุดควบคุมมากที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากชุดที่รองด้วยแผ่นโฟม ($p<0.05$) ส่วนชุดที่ไม่มีวัสดุรองรับและชุดที่รองด้วยกระดาษหลุมผู้บริโภคจะไม่ยอมรับที่อายุการเก็บ 10 และ 5 วันตามลำดับ แสดงถึงประสิทธิภาพของแผ่นโฟมในการใช้เป็นวัสดุรองรับจะช่วยลดความเสียหายได้ดีกว่าเมื่อไม่มีวัสดุรองรับ ในขณะที่กระดาษหลุมไม่สามารถลดความเสียหายได้แต่กลับเพิ่มความเสียหายให้แก่มังคุด เมื่อนำภาพที่ 3.18 (ระดับการช้ำของเนื้อ) มาเปรียบเทียบกับผลคะแนนการยอมรับในตารางที่ 3.12 ที่ระดับพลังงานกระแทก 0.397 จูล พบว่า ผู้บริโภคไม่ยอมรับเนื้อมังคุดที่มีระดับการช้ำมากกว่า 2.50 ดังนั้นเมื่อนำมาอ้างอิงที่ระดับพลังงานกระแทก 0.218 และ 0.615 จูล จะทำให้ทราบอายุการเก็บโดยประมาณ ดังแสดงในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 อายุการเก็บของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน(วัน)ขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ

วัสดุรองรับ	พลังงานกระแทก(จูล)		
	0.218	0.397	0.615
ชุดควบคุม	20	20	20
ไม่มี	15	5	0
แผ่นโฟม	20*	15	0
กระดาษหลุม	20	5	0

* เนื่องจากข้อมูลจากผลการทดลองจริงในภาพที่ 3.18 ที่ระดับพลังงานกระแทก 0.218 จูล ขาดข้อมูลของมังคุดที่รองรับด้วยแผ่นโฟมในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา แต่จากผลการทดลองชุดที่รองด้วยกระดาษหลุมในวันที่ 20 ของการเก็บรักษาพบว่าคะแนนระดับเนื้อช้ำยังคงต่ำกว่า 2.50 และจากข้อมูลต่างๆที่เสริมกัน เช่น น้ำหนักเปลือกแข็ง ค่า L,a และ b ที่ยังคงใกล้เคียงกับวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ดังนั้นจึงมั่นใจว่าอายุการเก็บมังคุดในกรณีของแผ่นโฟมที่ผู้บริโภคยอมรับคือ 20 วัน

จากตารางที่ 3.13 จะเห็นว่าที่ระดับพลังงานกระแทก 0.218 จูล (ระยะตกกระแทก 20 ซม.) วัสดุรองรับไม่ค่อยมีผลเด่นชัดนัก แต่จะมีผลที่ระดับพลังงานกระแทก 0.397 จูล (ระยะตกกระแทก 40 ซม.) มาก โดยแผ่นโฟมจะมีบทบาทในการลดการเสียหายและยืดอายุของมังคุดต่อการยอมรับของผู้บริโภคออกไปได้นานกว่าเมื่อไม่ใช้วัสดุรองรับถึง 3 เท่า ในขณะที่กระดาษหลุมไม่มีผลต่อการลดความเสียหาย สำหรับที่ระดับพลังงานกระแทก 0.615 จูล (ระยะตกกระแทก 60 ซม.) ไม่มีวัสดุรองรับใดในการทดลองนี้ที่สามารถป้องกันการเสียหายของมังคุดได้ อย่างไรก็ตามข้อสรุปนี้จำกัดอยู่เพียงมังคุดขนาด 100 กรัม ซึ่งเป็นขนาดเหมาะสมในการส่งออกเท่านั้น

บทที่ 4

สรุปผลการทดลอง

การออกแบบเครื่องมือสำหรับการกระแทกมังคุด ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือมากที่สุดคือความยาวเชือก ซึ่งมีค่าความละเอียดหยาบกว่าตัวแปรอื่นๆมากและส่งผลต่อค่าความผิดพลาดในการคำนวณพลังงานดูดกลืน ซึ่งสูงถึงร้อยละ 21.05 (ที่ความยาวเชือกต่ำสุด 10 ซม.น้ำหนักสูงสุด 128 กรัม) แนวทางแก้ไขคือทดลองที่ความยาวเชือก (หรือระดับความสูง) มากกว่า 15 ซม. ค่าความผิดพลาดในการคำนวณพลังงานดูดกลืนจะลดลงเหลือไม่เกินร้อยละ 10 หรือคำนวณค่าพลังงานกระแทกในรูปของพลังงานจลน์แทนพลังงานศักย์

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าความเสียหายของมังคุดเกิดจากผลของพลังงานกระแทก ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของมวลและความเร็ว (ระยะตกกระแทก) ความเสียหายจะเกิดในลักษณะเปลือกแข็ง เนื้อภายในช้ำ ความรุนแรงจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของมวลและความเร็วเพิ่มขึ้น มังคุดที่ถูกกระแทกจะสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่ามังคุดปกติที่มีขนาดเดียวกัน โดยเซลล์ของเปลือกมังคุดสามารถต้านทานพลังงานกระแทกได้ในระดับหนึ่ง เมื่อเกินระดับที่เซลล์ต้านทานได้ เซลล์จะเกิดบาดแผล และเกิดการตอบสนองทางกายภาพในลักษณะของเปลือกแข็ง เพื่อลดการสูญเสียน้ำและการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ พลังงานกระแทกสามารถทะลวงผ่านเซลล์ของเปลือกมังคุดเข้าไปทำลายเนื้อมังคุดได้ และเมื่อเก็บไว้ระยะหนึ่งอาการเปลือกแข็งจะขยายตัวจนรอบผล ซึ่งคาดว่าเกิดจากการตอบสนองทางกายภาพของมังคุดที่มีต่อเชื้อราที่เข้าไปทำลายเนื้อภายในผลผ่านทางบาดแผล ณ จุดกระแทก และพบว่าวัสดุรองรับที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเสียหายของมังคุดคือแผ่นโฟมโพลีสไตรีน โดยสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าเมื่อไม่มีวัสดุรองรับ จาก 5 วันเป็น 15 วันที่ระดับพลังงานกระแทก 0.397 จูล (ระยะตกกระแทก 40 ซม.) แต่ไม่สามารถป้องกันการเสียหายที่ระดับพลังงานกระแทก 0.615 จูล (ระยะตกกระแทก 60 ซม.) ได้ สำหรับสมการที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงคือสมการที่ 3.20 แสดงดังนี้

$$Md = 2622.153(mr)^2 - 73.705(mr) + 1.8232 \qquad (3.20)$$

Md = น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุด(กรัม)

สมการที่ 3.20 จะเป็นสมการที่สามารถหาน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดขณะมีแผ่นโฟมรองรับได้ทันที เมื่อทราบน้ำหนักมังคุดและระยะตกกระแทก แต่การนำไปใช้เพื่อ

กำหนดแนวทางการปฏิบัติเพื่อป้องกันการเสียหายอันเกิดจากเปลือกแข็งนั้น สมการที่ใช้คือ สมการ 3.21 ซึ่งแสดงดังนี้

$$Eia = 0.1379+(0.0367Md-0.0479)^{0.5} \qquad (3.21)$$

Eia = พลังงานกระแทกที่กำหนด(จูล)

โดยกำหนดค่าน้ำหนักเปลือกแข็งไม่ควรเกินเท่าไรจึงจะเป็นที่ยอมรับของตลาด แล้วนำมาแทนค่าในสมการที่ 3.21 เพื่อหาพลังงานกระแทกที่กำหนด จากนั้นจึงนำมาหาระยะตกกระแทกของมังคุดแต่ละขนาดโดยใช้สมการที่ 2.3 แต่สมการที่ 3.21 จะใช้ในกรณีที่มังคุดถูกกระแทกเมื่อมีแผ่นโฟมโพลีสไตรีนขนาด ความหนา 3 มม.เป็นวัสดุรองรับและตกกระทบบนพื้น แข็งผิวเรียบ และมีข้อจำกัดอยู่ที่มังคุดที่ตกกระแทกต้องเป็นมังคุดระดับสีที่ 4 และถูกกระแทกทางด้านข้างของผลเท่านั้น

การเปลี่ยนแปลงของมังคุดระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ความเสียหายของมังคุดจะรุนแรงขึ้นเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ปริมาณกรดทั้งหมดและน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อช้าจะต่ำกว่าเนื้อไม่ช้ำ และจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า มังคุดขนาดประมาณ 100 กรัม ที่ใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับเมื่อตกกระแทกจากที่สูง 40 ซม. ผู้บริโภคจะยอมรับที่อายุการเก็บไม่เกิน 15 วัน ต่างจากชุดที่ไม่มีวัสดุรองรับถึง 10 วัน และผู้บริโภคจะไม่ยอมรับมังคุดที่ระยะตกกระแทก 60 ซม. ทั้งที่มีและไม่มีวัสดุรองรับ

การวิจัยครั้งยังมีข้อที่น่าศึกษาต่ออีกหลายด้าน ได้แก่

1.การปรับปรุงชุดเครื่องมือกระแทกให้มีความแม่นยำในการวัดค่าความละเอียดมากขึ้น หรือคำนวณพลังงานกระแทกในรูปของพลังงานจลน์แทนพลังงานศักย์ เพื่อลดค่าความผิดพลาดอันเนื่องมาจากค่าความละเอียดของเครื่องมือ

2.ทดลองกับมังคุดที่ระดับความสุกอื่นเช่น ระดับสีที่ 2 ซึ่งเป็นระยะอ่อนสุดในการเก็บเกี่ยว เพื่อหาข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางปฏิบัติสำหรับป้องกันการเสียหาย

3.ทดลองกับมังคุดที่ระดับความสุกเดิม กระแทกที่ความสูง 20,30, และ 40 ซม.แต่เปลี่ยนรูปแบบเป็นบรรจุในคอลัมน์ 2-4 ชั้น ทั้งที่ใช้และไม่ใช้แผ่นโฟมโพลีสไตรีนรองรับ(ทั้งในรูปแบบแผ่นและโฟมตาข่าย) เพื่อศึกษาว่าจะสามารถบรรจุมังคุดซ้อนกันได้กี่ชั้น ระยะตกกระแทกเท่าไร ใช้โฟมโพลีสไตรีนรูปแบบใด จุดที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติอยู่ที่ไหน

4.นำสมการที่ได้จากผลการทดลองที่ 2 ไปประยุกต์ใช้ ในการหาวัสดุรองรับที่เหมาะสม ต้นทุนต่ำ เช่น กระดาษหลุมควบคู่กับโฟมตาข่าย หรือวัสดุที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ ใบตองแห้ง กระดาษฝอย เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กวิศร์ วานิชกุล. 2522. ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวมังคุด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

กวิศร์ วานิชกุล และสุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2522. ดัชนีการเก็บเกี่ยวและการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุด.วิทยาสารเกษตรศาสตร์ 13(12):45-62.

กรรณิการ์ เชิดฉาย,บุษกร หมายสุข และอุมาพร เนตรสว่าง. 2528. การจัดลำดับความสำคัญของผักและผลไม้สดเพื่อการพัฒนาการบรรจุหีบห่อ.สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

กรมวิชาการเกษตร. 2527. เทคนิคการเก็บผลมังคุดและการบรรจุเพื่อการขนส่ง. รายงานสัมมนาเรื่องการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของทุเรียน เงาะและมังคุด ฝ่ายไม้ผล กองส่งเสริมพืชพันธุ์ กรมส่งเสริมการเกษตร ณ ห้องประชุม โรงแรมอิสเทอร์น จันทบุรี.20 มิถุนายน 2527.

กรมวิชาการเกษตร. 2528. ข้อมูลน่าสนใจจากการประชุมทางวิชาการความก้าวหน้าของการรักษาภายหลังการเก็บเกี่ยวพืชต่าง ๆ.ว.เกษตรอุตสาหกรรม.1:6-8.

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2539. รายงานปริมาณและมูลค่าการส่งออกผลไม้และผัก. ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร กองแผนงาน กรมส่งเสริมการเกษตร.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2530. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวมังคุดของเกษตรกรในภาคใต้.งานพืชสวนฝ่ายฝึกและนิเทศ สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้.หน้า 1-24.

เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธิ์, มโนธรรม สัจจ์ถาวร, อดุลย์ พงศ์สุวรรณ, บรรณ บูรณะ และ ลิขิต เอียดแก้ว. 2530. มังคุด. สหมิตรออฟเซท กรุงเทพฯ.1:1-70.

กองพืชสวน. 2519. การศึกษาเกี่ยวกับการแข็งตัวของเปลือกมังคุด.
รายงานสรุปผลการทดลองพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. หน้า 20.

จินตนา อุปดิสสกุล. 2535. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.
เอกสารประกอบการเรียนวิชา Sensory Evaluation. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2537.วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.ภาควิชาพืชสวน
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
หน้า 223-229.

ปิยะสิริ ชื่นกลิ่น. 2532. การศึกษาคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของผลไม้เปลือกอ่อน
กรณีศึกษากล้วยหอมทอง.ปัญหาพิเศษ.ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประสิทธิ์ อติวีระกุล. 2527. เทคโนโลยีของผลไม้และผัก.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ดารา พวงสุวรรณ, ประกิจ ดวงพิกุล, ขจรศักดิ์ ภวกุล, สุชาติ วิจิตรานนท์, วัลลภา ธีรภาวะ,
สุภา สุขเกษม และวารุณี ปรีย์มาโนช. 2529. การปรับปรุงคุณภาพผลไม้และผักสด
เพื่อการส่งออก. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 13-16.

พรพรรณ นิธิอุทัย. 2530. วิทยาศาสตร์โพลิเมอร์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

ไพโรจน์ ผลประสิทธิ์, ดวงพร สุนทรมงคล และเกรียงศักดิ์ พฤกษากิจ. 2519.
การศึกษาเกี่ยวกับการแข็งตัวของเปลือกมังคุด.รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2519.
กรมวิชาการเกษตร.หน้า 87.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2535. สถิติสำหรับการวิจัยทางการเกษตร.คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วัลลภา ธีรภาวะ, วารุณี ปรีย์มาโนช, ชัยวัฒน์ กระตุฤกษ์ และดารา พวงสุวรรณ. 2529. การศึกษาวิจัยปรับปรุงคุณภาพของมังคุดเพื่อการส่งออก. รายงานผลงานวิจัย กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์. 2533. เครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุดแบบบิด(กวศ.4).ว.กสิกร 63:46-52.

ศิวลักษณ์ สินธุวาลัย. 2533. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนาการ.ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2529. ดัชนีแสดงระดับสีของผลมังคุด. เอกสารเผยแพร่ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2531. การศึกษาการใช้ประโยชน์จากกาซคาร์บอนไดออกไซด์ในการเก็บรักษามังคุดเพื่อการส่งออก.การวิจัยเสนอการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ.

สุธารทิพย์ พิสิฐบัณฑูรย์. 2525. รายงานการศึกษาอุตสาหกรรมกระดาษและเยื่อ. หน่วยการเกษตรและอุตสาหกรรม ส่วนวิจัยเศรษฐกิจ ฝ่ายวิจัยและวางแผน ธนาคารไทยพาณิชย์.

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ และพิทยา ภักดีเศรษฐกุล. 2531. คุณสมบัติเชิงกลของกล้วยหอมทอง. การสัมมนาทางวิชาการวิศวกรรมเครื่องกล ครั้งที่ 3.ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2530. แนะแนววัยสำหรับการเก็บเกี่ยวมังคุดเพื่อรับประทาน
ให้อร่อยที่สุด. เคหการเกษตร. 11:25-27.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา และสุมาลี ตันติศิริกุล. 2531. การหายใจและการผลิตกาซเอทธิลีน
ของผลิตผลพืชสวนสด.ว.อาหาร.18(1):1-10.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2530. สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ วิโรจน์ดุลย์. 2533. รายงานประจำปี 2532. บริษัทเยื่อกระดาษสยาม จำกัด.
2 เมษายน 2533. กรุงเทพฯ.

สมสุข ศรีจักรวาพ, เสียงไส พิริยานฤนต์, ปราโมทย์ เกิดศิริ และนพรัตน์ หยัดจันทร์. 2524.
การเกิดเปลือกแข็งของมังคุด.รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2524.กองพืชสวน
กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.หน้า 18.

สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้.2538.ผลไม้ภาคใต้. รายงานประจำปี สงขลา.

สำนักประชาสัมพันธ์ อะโกรคอมมิวนิก้า.2535. มังคุด TRENDS & POTENTIALS.
กองจัดการสำนักบริหาร กรุงเทพฯ.

หลวงบุเรศบำรุงการ. 2518. การปลูกมังคุดและละมุดฝรั่ง. สำนักพิมพ์แพร่วิทยา กรุงเทพฯ.

องค์อร วิรยศิริ และสุมาลี พันธุ์พิพัฒน์. 2510.การทดลองเก็บมังคุดสดไว้ในอุณหภูมิต่างๆกัน.
ว.กสิกร 40:439-443.

อมรรัตน์ สวัสดิทัต. 2531. การบรรจุผักและผลไม้เพื่อควบคุมสภาวะอากาศ.
การสัมมนาเรื่องหีบห่อมาตรฐานเพื่อการส่งออกผักผลไม้ ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย
สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ร่วมกับบริษัทการบินไทย จำกัด
บริษัทสยามบรรจุภัณฑ์ จำกัด ณ โรงแรมอิมพีเรียล กรุงเทพฯ. 17 มีนาคม 2531.

AOAC. 1984. Official method of analysis. 14th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc. Washington D.C.

Augustin, M. A. and Azudin, M. N. 1986. Storage of mangosteen (*Garcinia mangostana L.*). ASEAN Food J. 2(2): 78-80.

Diehl, K. C., Hamann, D. D. and Whitfield, J. K. 1980. Structural failure in select raw fruit and vegetables. J.Texture Studies. 10: 371-400.

Holt, J. E. and Schoorl, D. 1977. Bruising and energy dissipation in apple. J. Texture Studies. 7 :421-432 .

Holt, J. E. and Schoorl, D. 1980. Bruise resistance measurements in apple. J. Texture Studies. 11 : 389-394 .

Holt, J. E. and Schoorl, D. 1982. Strawberry bruising and energy dissipation. J. Texture Studies. 13: 349-357 .

Kawamata, S.1977. Studies on determinating the sugar composition of fruits. Y.GLC.Bull. Tokyo Agric. Expt.Stat. 10.53-67. Cited by Augastin, M. A. and Azudin, M. N. 1986. Storage of mangosteen (*Garcinia mangostanas L.*). ASEAN Food J. 2: 78-80.

Martin, F. W. 1980. Durian and mangosteen. In Tropical and Subtropical Fruits. Nagy, S., and Shaw, P. E. (eds) The AVI Publishing Co., Inc. Westport, Conn. Pp. 407-411.

Mattus, G. E., Scoot, L. E. and Glaypool, L. L. 1960. Brown spot bruises of Barlett pears. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.75:100-105.

Mohsenin, N. N. 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Brench Science Publishers. New York.

Mohsenin, N. N. 1977. Characterization and failure in solid food with particular reference to fruits and vegetables. J. Texture Studies. 8: 169-193.

Nylund, R. E., Hampkill, p. and Lutz, J. M. 1955. Mechanical damage of potatoes during harvesting and handling in the red river operation in the red valley of the Minisota and North Dakota. Amer. Potato J. 32:237-247.

Peleg, M., Brito, G. L. and Melewshi, Y. 1976. Compressive failure patterns of some juicy fruits. J. Food Sci. 41: 1320-1324.

Ramana, S. V., Mohan Kumer, B. L. and Jayaramass, K. S. 1989. Effect of post harvest treatments and modified atmosphere on the storage life of fresh banana and guava under ambient temperature. Indien Food Packer. Jan/Feb. 29-35.

Srivasta, H. C., Singh, K. K., and Mathur, P. B. 1962. Refrigerated storage of mangosteen(*Garcinia mangostanas L.*). Food Sci. (Mysore) 11: 226-228.Cited by Augastin, M. A. And Azudin, M. N. 1986. Storage of mangosteen (*Garcinia mangostanas L.*). ASEAN Food J. 2: 78-80.

Stanton, W. R., and Howard, G. E. 1970. Fruit of Southeast Asia. Proc. Conf. Trop. and Subtrop.Fruits. London Min. of Oversea.Dev. London.

Tongdee, S. C. and Suwanagul, A. 1989. Postharvest mechanical damage in mangosteens. Asean Food J. 4(4).151-155

Wills, R. B. H., and Lee, S. K. 1989. ASEAN Food Handling Project ; Postharvest Handling of Fruit and Vegetables in ASEAN 1975-1989. ASEAN Food Handling Bureau, Kuala Lumpur.

ภาคผนวก ก.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	ตารางที่ ผก.1	ข้อมูลผลการทดลองหาคุณสมบัติการต้านทานการเสียหายของมังคุด(การทดลองที่ 2)																	
2	ความยาวเขือก	มวลมังคุด	ระยะห่างจากหิน	เวลาขาเข้า	เวลาขาออก	S	L	ความเร็วขาเข้า	ความเร็วขาออก	พง.ขาเข้า	พง.ขาออก	พง.ที่มังคุดดูดกลืน	มวลมังคุดหลังกระแทก	การสูญเสียน้ำหนัก	เปลือก	ช้ำลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อช้ำ
3	ซม.	กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.		
4	10.00	60.57	9.21	23729	63237	3.90	3.90	1.40	1.14	0.0594	0.0395	0.0199	58.16	3.98	0.66	0.61	0.90	0.68	0.00
5	10.00	66.36	9.21	28989	64949	3.90	3.90	1.40	1.16	0.0651	0.0448	0.0203	63.53	4.26	1.51	0.73	0.75	0.97	0.00
6	10.00	69.72	9.21	28499	68496	3.90	3.90	1.40	1.15	0.0684	0.0463	0.0221	66.48	4.65	0.44	0.41	0.76	0.54	0.00
7	10.00	70.24	9.21	30823	59200	3.90	3.90	1.40	1.18	0.0689	0.0493	0.0196	66.92	4.73	0.60	0.35	0.86	0.41	0.00
8	10.00	71.17	9.21	25686	72043	3.90	3.90	1.40	1.14	0.0698	0.0460	0.0238	67.73	4.83	0.65	0.56	0.70	0.80	0.00
9	10.00	71.32	9.21	31802	57488	3.90	3.90	1.40	1.20	0.0700	0.0510	0.0189	68.61	3.80	1.23	0.72	1.07	0.67	0.00
10	10.00	72.25	9.93	15045	88066	3.90	1.20	1.40	1.32	0.0709	0.0626	0.0083	69.07	4.40	0.97	0.66	0.66	1.00	1.00
11	10.00	74.67	9.21	27521	64093	3.90	3.90	1.40	1.16	0.0733	0.0499	0.0233	71.74	3.92	1.43	0.65	0.75	0.87	0.00
12	10.00	74.95	9.93	15167	112285	3.90	1.20	1.40	1.32	0.0735	0.0648	0.0087	71.52	4.58	1.57	0.60	0.63	0.95	0.00
13	10.00	76.86	9.21	30579	56876	3.90	3.90	1.40	1.19	0.0754	0.0545	0.0209	73.17	4.80	1.58	0.85	0.92	0.92	0.00
14	10.00	77.29	9.21	28255	66539	3.90	3.90	1.40	1.16	0.0758	0.0516	0.0242	73.76	4.57	0.84	0.66	0.78	0.85	0.00
15	10.00	82.19	9.93	22506	87699	3.90	1.20	1.40	1.32	0.0806	0.0716	0.0091	79.03	3.84	1.69	0.82	0.82	1.00	0.00
16	10.00	82.65	9.93	23974	121703	3.90	1.20	1.40	1.32	0.0811	0.0717	0.0094	78.91	4.53	2.40	1.12	1.12	1.00	0.00
17	10.00	83.30	9.21	27521	66906	3.90	3.90	1.40	1.15	0.0817	0.0552	0.0265	79.08	5.07	1.64	0.72	0.85	0.85	0.00
18	10.00	83.57	9.93	21131	107756	3.90	1.20	1.40	1.32	0.0820	0.0725	0.0095	79.23	5.19	2.00	0.88	0.98	0.90	0.00
19	10.00	83.78	9.93	25901	106536	3.90	1.20	1.40	1.32	0.0822	0.0729	0.0093	79.45	5.17	1.85	0.93	0.93	1.00	0.00
20	10.00	84.34	9.93	24066	108860	3.90	1.20	1.40	1.32	0.0827	0.0733	0.0095	81.45	3.43	0.95	0.58	0.95	0.61	0.00
21	10.00	90.77	9.21	28132	70942	3.90	3.90	1.40	1.15	0.0890	0.0598	0.0293	86.94	4.22	1.40	0.67	0.76	0.88	0.00
22	10.00	91.45	9.93	20060	99442	3.90	1.20	1.40	1.32	0.0897	0.0794	0.0103	87.14	4.71	0.77	0.63	0.95	0.66	0.00
23	10.00	91.75	9.21	23851	69719	3.90	3.90	1.40	1.13	0.0900	0.0590	0.0310	87.93	4.16	2.31	0.74	0.74	1.00	1.00
24	10.00	92.98	9.93	22628	73389	3.90	1.20	1.40	1.32	0.0912	0.0813	0.0099	88.68	4.62	0.91	0.55	0.77	0.71	0.00
25	10.00	96.64	9.21	26787	65194	3.90	3.90	1.40	1.15	0.0948	0.0641	0.0307	92.08	4.72	3.02	0.78	0.78	1.00	0.00
26	10.00	102.72	9.93	20671	86109	3.90	1.20	1.40	1.32	0.1008	0.0894	0.0114	98.99	3.63	1.95	0.74	1.00	0.74	0.00
27	10.00	113.03	9.93	18959	91736	3.90	1.20	1.40	1.32	0.1109	0.0981	0.0128	108.64	3.88	1.69	0.68	0.73	0.93	0.00
28	10.00	114.67	9.93	16023	100909	3.90	1.20	1.40	1.32	0.1125	0.0993	0.0132	111.10	3.11	1.77	0.94	1.01	0.93	0.00
29	10.00	117.07	9.93	21405	78893	3.90	1.20	1.40	1.32	0.1148	0.1021	0.0128	113.08	3.41	3.27	1.02	1.02	1.00	1.00
30	10.00	125.80	9.93	22017	110817	3.90	1.20	1.40	1.32	0.1234	0.1092	0.0142	121.53	3.39	1.87	0.64	1.03	0.62	0.00
31	10.00	128.46	9.93	24341	115381	3.90	1.20	1.40	1.32	0.1260	0.1115	0.0145	124.03	3.45	1.28	0.87	0.87	1.00	0.00
32	15.00	70.21	9.93	24463	52718	3.90	11.24	1.72	1.10	0.1033	0.0425	0.0608	67.05	4.50	1.43	0.71	0.88	0.81	0.00
33	15.00	82.65	9.93	25441	51617	3.90	11.24	1.72	1.13	0.1216	0.0526	0.0690	78.45	5.08	1.27	0.62	0.72	0.86	0.00
34	15.00	84.08	9.93	24585	52106	3.90	11.24	1.72	1.11	0.1237	0.0516	0.0721	80.00	4.85	1.92	0.78	0.88	0.89	0.00
35	15.00	90.77	9.93	24585	47825	3.90	11.24	1.72	1.15	0.1336	0.0599	0.0737	85.98	5.28	0.85	0.60	0.84	0.71	0.00
36	15.00	91.26	9.93	24708	50149	3.90	11.24	1.72	1.13	0.1343	0.0581	0.0762	86.55	5.16	1.54	0.66	0.76	0.87	0.00
37	15.00	95.54	9.93	24952	54430	3.90	11.24	1.72	1.10	0.1406	0.0573	0.0832	91.67	4.05	2.31	0.92	0.92	1.00	1.00

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
38	15.00	96.36	9.93	24708	50516	3.90	11.24	1.72	1.12	0.1418	0.0609	0.0809	90.33	6.26	2.24	0.74	0.84	0.88	0.00
39	15.00	97.17	9.93	24218	50883	3.90	11.24	1.72	1.11	0.1430	0.0601	0.0829	92.45	4.86	2.82	0.93	0.93	1.00	1.00
40	15.00	103.93	9.93	25808	45990	3.90	11.24	1.72	1.20	0.1529	0.0744	0.0785	99.80	3.97	2.86	0.84	0.84	1.00	1.00
41	15.00	104.24	9.93	25441	49782	3.90	11.24	1.72	1.15	0.1534	0.0684	0.0850	99.44	4.60	0.70	0.76	0.86	0.88	0.00
42	15.00	104.65	9.93	22628	63604	3.90	11.24	1.72	1.01	0.1540	0.0532	0.1008	101.32	3.18	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
43	15.00	108.06	9.93	25931	46113	3.90	11.24	1.72	1.20	0.1590	0.0775	0.0815	105.19	2.66	4.75	0.82	0.82	1.00	1.00
44	15.00	108.78	9.93	25021	47083	3.90	11.24	1.72	1.17	0.1601	0.0740	0.0861	104.41	4.02	2.94	0.73	0.83	0.88	0.00
45	15.00	110.56	9.93	24463	51739	3.90	11.24	1.72	1.11	0.1627	0.0680	0.0947	106.93	3.28	1.46	0.57	0.85	0.67	0.00
46	15.00	115.39	9.93	25686	49904	3.90	11.24	1.72	1.15	0.1698	0.0762	0.0936	111.66	3.23	1.68	0.68	0.68	1.00	1.00
47	15.00	119.14	9.93	24096	48803	3.90	11.24	1.72	1.13	0.1753	0.0759	0.0994	114.70	3.73	3.48	0.92	0.92	1.00	1.00
48	15.00	120.11	9.93	24096	49170	3.90	11.24	1.72	1.13	0.1767	0.0761	0.1007	115.90	3.51	2.23	0.93	0.93	1.00	1.00
49	15.00	127.73	9.93	26279	48070	3.90	11.24	1.72	1.18	0.1880	0.0892	0.0988	121.44	4.92	3.90	0.88	0.88	1.00	1.00
50	20.00	59.37	9.93	21389	44327	3.90	17.36	1.98	1.14	0.1165	0.0389	0.0776	55.73	6.13	0.78	0.58	0.70	0.83	0.00
51	20.00	70.90	9.93	21866	43005	3.90	17.36	1.98	1.18	0.1391	0.0496	0.0895	66.86	5.70	1.89	0.70	0.70	1.00	1.00
52	20.00	71.11	9.93	21650	44156	3.90	17.36	1.98	1.16	0.1395	0.0475	0.0920	67.64	4.88	0.94	0.33	0.80	0.41	0.00
53	20.00	71.53	9.93	22384	51250	3.90	17.36	1.98	1.08	0.1403	0.0418	0.0986	68.15	4.73	0.76	0.52	0.78	0.67	0.00
54	20.00	73.32	9.93	21772	43789	3.90	17.36	1.98	1.17	0.1439	0.0498	0.0940	69.27	5.52	1.31	0.66	0.69	0.96	0.00
55	20.00	75.86	9.93	21650	44767	3.90	17.36	1.98	1.15	0.1488	0.0498	0.0990	71.28	6.04	2.98	0.73	0.73	1.00	1.00
56	20.00	75.96	9.93	21772	44033	3.90	17.36	1.98	1.16	0.1490	0.0513	0.0977	72.71	4.28	1.57	0.63	0.82	0.77	0.00
57	20.00	76.07	9.93	22017	43666	3.90	17.36	1.98	1.18	0.1492	0.0526	0.0966	71.85	5.55	1.35	0.63	0.67	0.94	0.00
58	20.00	76.78	9.93	22384	40364	3.90	17.36	1.98	1.25	0.1506	0.0601	0.0906	74.00	3.62	2.10	0.90	0.97	0.93	0.00
59	20.00	76.90	9.93	19570	45551	3.90	17.36	1.98	1.07	0.1509	0.0441	0.1068	73.13	4.90	0.75	0.36	0.72	0.50	0.00
60	20.00	78.67	9.93	21772	49298	3.90	17.36	1.98	1.09	0.1544	0.0465	0.1079	75.12	4.51	1.40	0.72	0.90	0.80	0.00
61	20.00	82.52	9.93	20549	43789	3.90	17.36	1.98	1.13	0.1619	0.0523	0.1096	80.19	2.82	1.85	0.76	0.76	1.00	1.00
62	20.00	83.38	9.93	22017	41954	3.90	17.36	1.98	1.21	0.1636	0.0607	0.1029	79.57	4.57	1.32	0.60	0.70	0.86	0.00
63	20.00	84.64	9.93	21283	44522	3.90	17.36	1.98	1.14	0.1661	0.0548	0.1112	80.88	4.44	0.79	0.41	0.63	0.65	0.00
64	20.00	85.09	9.93	21283	43177	3.90	17.36	1.98	1.16	0.1669	0.0572	0.1097	82.15	3.46	1.60	0.68	0.80	0.85	0.00
65	20.00	86.97	9.93	21894	42565	3.90	17.36	1.98	1.19	0.1706	0.0617	0.1089	82.61	5.01	2.48	0.72	0.72	1.00	1.00
66	20.00	87.18	9.93	21894	41465	3.90	17.36	1.98	1.21	0.1710	0.0640	0.1071	82.78	5.05	0.65	0.60	0.72	0.83	0.00
67	20.00	88.67	9.93	22017	42076	3.90	17.36	1.98	1.20	0.1740	0.0643	0.1097	83.35	6.00	2.84	0.80	0.93	0.86	0.00
68	20.00	89.28	9.93	21772	41587	3.90	17.36	1.98	1.20	0.1752	0.0648	0.1104	85.14	4.64	1.32	0.72	0.74	0.97	0.00
69	20.00	90.89	9.93	22139	48192	3.90	17.36	1.98	1.11	0.1783	0.0562	0.1221	86.30	5.05	2.90	0.67	0.72	0.93	1.00
70	20.00	92.15	9.93	20196	41709	3.90	17.36	1.98	1.15	0.1808	0.0606	0.1202	89.21	3.19	1.77	0.92	0.92	1.00	0.00
71	20.00	94.63	9.93	20427	42443	3.90	17.36	1.98	1.14	0.1857	0.0618	0.1238	90.83	4.02	0.97	0.50	0.80	0.63	0.00
72	20.00	95.36	9.93	20427	42810	3.90	17.36	1.98	1.14	0.1871	0.0617	0.1254	91.79	3.74	1.28	0.56	0.68	0.82	0.00
73	20.00	95.77	9.93	22261	45623	3.90	17.36	1.98	1.15	0.1879	0.0636	0.1243	92.46	3.46	3.03	0.92	0.99	0.93	0.00
74	20.00	96.60	9.93	22628	42076	3.90	17.36	1.98	1.23	0.1895	0.0726	0.1169	91.50	5.28	2.39	0.90	0.90	1.00	0.00

ผก.1(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
75	20.00	97.22	9.93	22628	53696	3.90	17.36	1.98	1.06	0.1907	0.0546	0.1362	94.20	3.11	1.20	0.68	0.68	1.00	1.00
76	20.00	97.59	9.93	21772	45012	3.90	17.36	1.98	1.15	0.1915	0.0641	0.1273	92.98	4.72	1.45	0.68	0.68	1.00	1.00
77	20.00	99.26	9.93	21405	44889	3.90	17.36	1.98	1.14	0.1947	0.0641	0.1306	94.91	4.38	1.36	0.75	0.88	0.85	0.00
78	20.00	100.99	9.93	22628	48314	3.90	17.36	1.98	1.12	0.1981	0.0639	0.1343	97.39	3.56	3.30	0.94	0.94	1.00	1.00
79	20.00	101.36	9.93	22628	43299	3.90	17.36	1.98	1.20	0.1989	0.0734	0.1255	98.15	3.17	3.90	0.99	0.99	1.00	1.00
80	20.00	102.46	9.93	21894	45012	3.90	17.36	1.98	1.15	0.2010	0.0678	0.1332	98.14	4.22	1.45	0.54	0.68	0.79	0.00
81	20.00	107.55	9.93	22017	45256	3.90	17.36	1.98	1.15	0.2110	0.0712	0.1398	103.75	3.53	3.15	1.16	1.16	1.00	1.00
82	20.00	111.22	9.93	22017	42198	3.90	17.36	1.98	1.20	0.2182	0.0803	0.1379	106.83	3.95	1.98	0.92	0.92	1.00	1.00
83	20.00	121.24	9.93	21405	43666	3.90	17.36	1.98	1.16	0.2379	0.0810	0.1569	116.21	4.15	3.64	1.13	1.13	1.00	1.00
84	20.00	121.71	9.93	22139	42810	3.90	17.36	1.98	1.20	0.2388	0.0869	0.1519	115.48	5.12	2.40	0.82	0.82	1.00	1.00
85	20.00	126.58	9.93	23117	45868	3.90	17.36	1.98	1.18	0.2483	0.0875	0.1608	123.48	2.45	3.10	1.02	1.02	1.00	2.00
86	25.00	62.15	9.93	19698	37061	3.90	22.94	2.21	1.29	0.1524	0.0521	0.1004	58.00	6.68	0.87	0.60	0.76	0.79	0.00
87	25.00	63.58	9.93	19326	38284	3.90	22.94	2.21	1.25	0.1559	0.0493	0.1066	59.76	6.01	0.86	0.40	0.40	1.00	0.00
88	25.00	68.18	9.93	19570	37551	3.90	22.94	2.21	1.28	0.1672	0.0554	0.1118	64.74	5.05	0.97	0.45	0.72	0.63	0.00
89	25.00	68.23	9.93	19448	39263	3.90	22.94	2.21	1.23	0.1673	0.0514	0.1159	65.26	4.35	1.55	0.88	0.88	1.00	0.00
90	25.00	72.10	9.93	20060	41098	3.90	22.94	2.21	1.21	0.1768	0.0532	0.1236	68.40	5.13	2.38	0.75	0.75	1.00	1.00
91	25.00	72.98	9.93	19815	34493	3.90	22.94	2.21	1.37	0.1790	0.0689	0.1101	68.96	5.51	0.99	0.47	0.81	0.58	0.00
92	25.00	73.55	9.93	19815	41098	3.90	22.94	2.21	1.20	0.1804	0.0533	0.1271	68.02	7.52	2.86	0.82	0.82	1.00	1.00
93	25.00	75.18	9.93	18836	37428	3.90	22.94	2.21	1.24	0.1844	0.0580	0.1264	70.70	5.96	0.99	0.58	0.72	0.81	0.00
94	25.00	75.75	9.93	19937	40364	3.90	22.94	2.21	1.23	0.1858	0.0569	0.1289	71.84	5.16	2.60	0.93	0.93	1.00	1.00
95	25.00	76.86	9.93	19081	43850	3.90	22.94	2.21	1.12	0.1885	0.0483	0.1402	73.90	3.85	1.66	0.68	0.75	0.91	0.00
96	25.00	77.95	9.93	19693	36083	3.90	22.94	2.21	1.32	0.1912	0.0680	0.1232	73.63	5.54	0.90	0.57	0.82	0.70	0.00
97	25.00	78.04	9.93	19907	40608	3.90	22.94	2.21	1.22	0.1914	0.0580	0.1334	73.51	5.80	1.42	0.52	0.52	1.00	1.00
98	25.00	83.13	9.93	19448	40486	3.90	22.94	2.21	1.20	0.2039	0.0599	0.1439	78.89	5.10	1.08	0.56	0.56	1.00	0.00
99	25.00	83.17	9.93	19326	42810	3.90	22.94	2.21	1.15	0.2040	0.0549	0.1491	78.52	5.59	0.92	0.43	0.73	0.59	0.00
100	25.00	83.95	9.93	19448	44767	3.90	22.94	2.21	1.12	0.2059	0.0526	0.1533	81.46	2.97	2.68	0.93	0.93	1.00	2.00
101	25.00	84.03	9.93	19448	38774	3.90	22.94	2.21	1.24	0.2061	0.0645	0.1416	80.73	3.93	2.63	0.82	0.95	0.86	0.00
102	25.00	84.73	9.93	19698	35079	3.90	22.94	2.21	1.35	0.2078	0.0772	0.1306	81.76	3.51	2.59	0.98	0.98	1.00	1.00
103	25.00	84.90	9.93	19693	42198	3.90	22.94	2.21	1.18	0.2082	0.0587	0.1495	80.00	5.77	2.42	0.70	0.70	1.00	1.00
104	25.00	85.24	9.93	19693	40119	3.90	22.94	2.21	1.22	0.2091	0.0634	0.1456	80.68	5.35	1.24	0.50	0.64	0.78	1.00
105	25.00	87.65	9.93	19326	38040	3.90	22.94	2.21	1.25	0.2150	0.0686	0.1464	83.39	4.86	2.29	0.78	0.78	1.00	0.00
106	25.00	87.76	9.93	19448	40486	3.90	22.94	2.21	1.20	0.2152	0.0633	0.1520	83.24	5.15	1.04	0.55	0.75	0.73	0.00
107	25.00	88.18	9.93	19081	41342	3.90	22.94	2.21	1.17	0.2163	0.0601	0.1562	84.36	4.33	2.09	0.84	0.84	1.00	2.00
108	25.00	89.00	9.93	19815	42688	3.90	22.94	2.21	1.17	0.2183	0.0611	0.1572	83.71	5.94	2.24	0.75	0.75	1.00	1.00
109	25.00	89.11	9.93	19448	38284	3.90	22.94	2.21	1.25	0.2185	0.0697	0.1488	85.45	4.11	2.62	0.93	0.93	1.00	0.00
110	25.00	90.32	9.93	19326	40731	3.90	22.94	2.21	1.19	0.2215	0.0640	0.1575	85.49	5.35	1.66	0.49	0.70	0.70	0.00
111	25.00	91.11	9.93	20029	53227	3.90	22.94	2.21	1.02	0.2234	0.0474	0.1760	86.55	5.00	1.17	0.63	0.70	0.90	0.00

ผก.1(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
112	25.00	93.28	9.93	19570	40608	3.90	22.94	2.21	1.20	0.2288	0.0676	0.1612	88.59	5.03	2.47	0.93	0.93	1.00	1.00
113	25.00	93.99	9.93	19570	38162	3.90	22.94	2.21	1.26	0.2305	0.0746	0.1559	89.22	5.08	3.21	0.87	1.00	0.87	0.00
114	25.00	94.70	9.93	19326	40241	3.90	22.94	2.21	1.20	0.2323	0.0683	0.1640	89.47	5.52	1.38	0.60	0.73	0.82	1.00
115	25.00	95.96	10.68	18469	40731	3.90	22.61	2.21	1.18	0.2353	0.0663	0.1690	91.53	4.62	3.16	1.00	1.00	1.00	1.00
116	25.00	98.06	9.93	19203	39385	3.90	22.94	2.21	1.21	0.2405	0.0722	0.1682	92.38	5.79	3.11	0.87	0.87	1.00	1.00
117	25.00	99.76	9.93	19326	39813	3.90	22.94	2.21	1.21	0.2447	0.0730	0.1716	94.85	4.92	3.90	1.00	1.00	1.00	1.00
118	25.00	99.77	9.93	19203	45012	3.90	22.94	2.21	1.11	0.2447	0.0610	0.1837	95.95	3.83	4.15	1.04	1.04	1.00	1.00
119	25.00	99.85	9.93	19203	36939	3.90	22.94	2.21	1.27	0.2449	0.0809	0.1640	93.99	5.87	0.94	0.70	0.84	0.83	0.00
120	25.00	102.13	9.93	19815	36694	3.90	22.94	2.21	1.31	0.2505	0.0876	0.1628	98.49	3.56	3.44	0.92	0.92	1.00	1.00
121	25.00	103.73	10.68	18836	38774	3.90	22.61	2.21	1.23	0.2544	0.0787	0.1757	97.88	5.64	2.43	0.82	0.82	1.00	1.00
122	25.00	107.51	9.93	19448	42321	3.90	22.94	2.21	1.16	0.2637	0.0728	0.1909	101.77	5.34	3.71	0.92	0.92	1.00	2.00
123	25.00	109.22	9.93	19698	44767	3.90	22.94	2.21	1.13	0.2679	0.0696	0.1982	105.07	3.80	3.44	1.10	1.10	1.00	2.00
124	25.00	110.06	10.68	18225	45012	3.90	22.61	2.21	1.09	0.2699	0.0659	0.2041	105.44	4.20	3.44	0.92	0.92	1.00	2.00
125	25.00	112.33	9.93	19937	40364	3.90	22.94	2.21	1.23	0.2755	0.0843	0.1912	106.34	5.33	3.55	1.05	1.05	1.00	2.00
126	25.00	114.36	9.93	19815	47213	3.90	22.94	2.21	1.09	0.2805	0.0684	0.2121	109.56	4.20	4.13	1.00	1.00	1.00	3.00
127	25.00	114.75	10.68	18836	40119	3.90	22.61	2.21	1.20	0.2814	0.0831	0.1984	110.47	3.73	3.51	0.78	0.78	1.00	2.00
128	25.00	115.68	9.93	19570	33025	3.90	22.94	2.21	1.41	0.2837	0.1148	0.1689	112.45	2.79	1.05	0.78	0.97	0.80	0.00
129	30.00	64.42	9.93	17739	38040	3.90	28.31	2.43	1.24	0.1896	0.0496	0.1400	62.01	3.74	2.54	0.85	0.85	1.00	2.00
130	30.00	65.52	9.93	17246	33636	3.90	28.31	2.43	1.34	0.1928	0.0587	0.1341	62.58	4.49	2.07	0.88	0.88	1.00	0.00
131	30.00	65.99	9.93	17246	34493	3.90	28.31	2.43	1.31	0.1942	0.0568	0.1375	61.88	6.23	1.72	0.80	0.80	1.00	1.00
132	30.00	67.37	9.93	17736	38896	3.90	28.31	2.43	1.22	0.1983	0.0501	0.1482	64.51	4.25	1.85	0.75	0.75	1.00	1.00
133	30.00	69.01	9.93	17369	40853	3.90	28.31	2.43	1.16	0.2031	0.0461	0.1570	63.82	7.52	2.02	0.72	0.72	1.00	2.00
134	30.00	71.76	9.93	17736	32658	3.90	28.31	2.43	1.40	0.2112	0.0707	0.1405	67.66	5.71	0.81	0.40	0.64	0.63	0.00
135	30.00	72.08	9.93	17736	40241	3.90	28.31	2.43	1.19	0.2121	0.0508	0.1613	69.63	3.40	3.63	0.90	0.90	1.00	3.00
136	30.00	73.61	9.93	17613	36205	3.90	28.31	2.43	1.28	0.2166	0.0606	0.1560	68.59	6.82	1.51	0.50	0.90	0.56	0.00
137	30.00	74.11	9.93	18030	36065	3.90	28.31	2.43	1.31	0.2181	0.0637	0.1544	69.46	6.27	2.64	0.90	0.90	1.00	1.00
138	30.00	75.23	9.93	17736	38651	3.90	28.31	2.43	1.23	0.2214	0.0565	0.1649	72.24	3.97	2.16	0.70	0.70	1.00	1.00
139	30.00	77.62	9.93	17369	40364	3.90	28.31	2.43	1.17	0.2284	0.0528	0.1757	74.60	3.89	2.33	0.80	0.80	1.00	2.00
140	30.00	78.02	9.93	17491	36205	3.90	28.31	2.43	1.28	0.2296	0.0635	0.1661	72.78	6.72	2.97	0.78	0.78	1.00	1.00
141	30.00	79.00	9.93	17491	40241	3.90	28.31	2.43	1.18	0.2325	0.0545	0.1779	73.21	7.33	3.76	0.97	0.97	1.00	2.00
142	30.00	79.25	9.93	17613	37696	3.90	28.31	2.43	1.24	0.2332	0.0612	0.1720	75.94	4.18	3.54	0.90	0.90	1.00	1.00
143	30.00	81.90	9.93	17613	35960	3.90	28.31	2.43	1.29	0.2410	0.0681	0.1729	76.72	6.32	1.15	0.58	0.70	0.83	0.00
144	30.00	81.97	9.93	17760	39385	3.90	28.31	2.43	1.21	0.2412	0.0599	0.1814	77.96	4.89	3.45	0.80	0.80	1.00	2.00
145	30.00	82.50	9.93	17246	40608	3.90	28.31	2.43	1.15	0.2428	0.0550	0.1878	76.76	6.96	1.38	0.37	0.62	0.60	0.00
146	30.00	82.95	9.93	17980	45623	3.90	28.31	2.43	1.09	0.2441	0.0495	0.1946	78.29	5.62	2.60	0.91	0.91	1.00	1.00
147	30.00	84.31	9.93	18431	34798	3.90	28.31	2.43	1.37	0.2481	0.0797	0.1685	79.56	5.63	2.73	0.94	0.94	1.00	1.00
148	30.00	85.45	9.93	17491	41342	3.90	28.31	2.43	1.15	0.2515	0.0566	0.1948	81.71	4.38	3.94	0.90	0.90	1.00	2.00

ผก.1(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
149	30.00	85.48	9.93	17980	38896	3.90	28.31	2.43	1.23	0.2516	0.0649	0.1867	79.73	6.73	4.69	0.66	0.66	1.00	1.00
150	30.00	87.85	9.93	17613	45868	3.90	28.31	2.43	1.07	0.2585	0.0505	0.2080	84.04	4.34	3.67	0.67	0.67	1.00	2.00
151	30.00	87.87	9.93	17491	41098	3.90	28.31	2.43	1.16	0.2586	0.0588	0.1998	82.72	5.86	1.93	0.73	0.73	1.00	2.00
152	30.00	87.93	9.93	17491	37306	3.90	28.31	2.43	1.25	0.2588	0.0683	0.1905	84.55	3.84	3.38	0.93	0.93	1.00	1.00
153	30.00	89.70	9.93	17246	37306	3.90	28.31	2.43	1.23	0.2640	0.0681	0.1959	84.82	5.44	2.72	0.91	0.91	1.00	1.00
154	30.00	89.86	9.93	17369	39997	3.90	28.31	2.43	1.17	0.2645	0.0620	0.2025	85.47	4.89	3.16	0.92	0.92	1.00	3.00
155	30.00	91.11	9.93	17124	35838	3.90	28.31	2.43	1.26	0.2681	0.0729	0.1953	86.15	5.44	1.77	0.51	0.70	0.73	0.00
156	30.00	91.35	9.93	17369	36817	3.90	28.31	2.43	1.25	0.2688	0.0716	0.1972	88.53	3.09	5.31	1.10	1.10	1.00	2.00
157	30.00	94.71	9.93	17491	42932	3.90	28.31	2.43	1.12	0.2787	0.0594	0.2194	90.77	4.16	2.51	0.70	0.70	1.00	2.00
158	30.00	98.27	9.93	17491	42443	3.90	28.31	2.43	1.13	0.2892	0.0626	0.2266	92.66	5.71	3.27	0.88	0.88	1.00	1.00
159	30.00	100.18	9.93	17369	45256	3.90	28.31	2.43	1.07	0.2948	0.0576	0.2372	95.70	4.47	4.79	1.11	1.11	1.00	2.00
160	30.00	100.85	9.93	17491	39508	3.90	28.31	2.43	1.19	0.2968	0.0716	0.2252	94.92	5.88	2.98	0.87	0.87	1.00	2.00
161	30.00	101.70	9.93	17613	38896	3.90	28.31	2.43	1.21	0.2993	0.0748	0.2245	96.89	4.73	3.96	1.00	1.00	1.00	1.00
162	30.00	105.45	9.93	17613	41465	3.90	28.31	2.43	1.15	0.3103	0.0703	0.2400	101.33	3.91	4.92	1.00	1.00	1.00	2.00
163	30.00	105.50	9.93	17369	45012	3.90	28.31	2.43	1.08	0.3105	0.0611	0.2494	100.84	4.42	4.19	0.94	0.94	1.00	2.00
164	30.00	106.44	9.93	17369	42565	3.90	28.31	2.43	1.12	0.3133	0.0669	0.2464	102.67	3.54	5.35	1.13	1.13	1.00	1.00
165	30.00	107.35	9.93	17736	43177	3.90	28.31	2.43	1.13	0.3159	0.0681	0.2478	102.33	4.68	3.28	0.77	0.77	1.00	2.00
166	30.00	113.86	9.93	17980	32658	3.90	28.31	2.43	1.42	0.3351	0.1147	0.2204	109.11	4.17	1.34	0.67	0.67	1.00	0.00
167	30.00	115.81	10.68	18026	37742	3.90	28.04	2.43	1.28	0.3408	0.0950	0.2459	111.51	3.71	4.59	0.96	0.96	1.00	3.00
168	35.00	65.05	9.93	16023	31679	3.90	33.56	2.62	1.40	0.2233	0.0640	0.1594	61.58	5.33	1.85	0.62	0.67	0.93	0.00
169	35.00	65.95	9.93	16390	32903	3.90	33.56	2.62	1.38	0.2264	0.0632	0.1633	61.94	6.08	2.35	0.73	0.73	1.00	1.00
170	35.00	69.45	9.93	16696	40692	3.90	33.56	2.62	1.18	0.2385	0.0483	0.1902	65.94	5.05	2.68	1.03	1.03	1.00	2.00
171	35.00	69.54	9.93	15901	33147	3.90	33.56	2.62	1.34	0.2388	0.0625	0.1763	65.20	6.24	1.34	0.47	0.70	0.67	0.00
172	35.00	71.52	9.93	16146	32658	3.90	33.56	2.62	1.38	0.2456	0.0676	0.1779	68.68	3.97	3.89	0.70	0.70	1.00	3.00
173	35.00	73.07	9.93	16734	35204	3.90	33.56	2.62	1.30	0.2509	0.0617	0.1892	69.17	5.34	3.35	1.00	1.00	1.00	1.00
174	35.00	73.11	9.93	15717	38651	3.90	33.56	2.62	1.17	0.2510	0.0501	0.2009	69.50	4.94	1.29	0.48	0.81	0.59	0.00
175	35.00	74.35	9.93	16023	35471	3.90	33.56	2.62	1.28	0.2553	0.0604	0.1948	70.14	5.66	2.22	0.78	0.78	1.00	1.00
176	35.00	74.59	9.93	15901	33636	3.90	33.56	2.62	1.32	0.2561	0.0654	0.1907	71.28	4.44	2.65	0.77	0.77	1.00	1.00
177	35.00	76.11	9.93	16390	40119	3.90	33.56	2.62	1.18	0.2613	0.0526	0.2088	73.71	3.15	5.86	0.75	0.75	1.00	3.00
178	35.00	77.92	9.93	16023	33881	3.90	33.56	2.62	1.32	0.2675	0.0684	0.1992	74.27	4.68	2.49	0.73	0.73	1.00	1.00
179	35.00	78.89	9.93	16757	36939	3.90	33.56	2.62	1.28	0.2709	0.0646	0.2063	76.42	3.13	3.01	0.81	0.81	1.00	3.00
180	35.00	80.60	9.93	15901	34615	3.90	33.56	2.62	1.29	0.2767	0.0674	0.2094	76.01	5.69	3.98	0.87	0.87	1.00	1.00
181	35.00	81.52	9.93	15656	37673	3.90	33.56	2.62	1.19	0.2799	0.0578	0.2220	78.79	3.35	4.84	1.02	1.02	1.00	3.00
182	35.00	81.62	9.93	15534	32536	3.90	33.56	2.62	1.34	0.2802	0.0728	0.2075	77.78	4.70	2.25	0.56	0.79	0.71	0.00
183	35.00	84.25	9.93	17124	31427	3.90	33.56	2.62	1.50	0.2893	0.0942	0.1950	78.77	6.50	2.94	0.94	0.94	1.00	1.00
184	35.00	89.80	9.93	16023	36694	3.90	33.56	2.62	1.24	0.3083	0.0690	0.2393	85.14	5.19	2.23	0.66	0.66	1.00	1.00
185	35.00	91.19	9.93	16146	36694	3.90	33.56	2.62	1.25	0.3131	0.0710	0.2421	87.10	4.49	3.27	1.00	1.00	1.00	2.00

ผก.1(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
186	35.00	91.30	9.93	16023	37061	3.90	33.56	2.62	1.23	0.3135	0.0691	0.2444	87.34	4.34	5.49	0.93	0.93	1.00	3.00
187	35.00	91.41	9.93	15901	36450	3.90	33.56	2.62	1.24	0.3139	0.0702	0.2437	86.53	5.34	4.38	0.90	0.90	1.00	2.00
188	35.00	93.19	9.93	16635	39385	3.90	33.56	2.62	1.21	0.3200	0.0679	0.2521	89.04	4.45	4.94	1.03	1.03	1.00	3.00
189	35.00	93.26	10.68	15901	40486	3.90	33.33	2.62	1.16	0.3202	0.0623	0.2579	90.04	3.45	5.28	1.00	1.00	1.00	2.00
190	35.00	93.59	9.93	16731	35340	3.90	33.56	2.62	1.33	0.3213	0.0823	0.2391	88.08	5.89	1.13	0.83	0.83	1.00	2.00
191	35.00	94.95	9.93	15901	40241	3.90	33.56	2.62	1.14	0.3260	0.0622	0.2638	91.20	3.95	3.79	0.69	0.69	1.00	2.00
192	35.00	96.72	9.93	15901	36205	3.90	33.56	2.62	1.25	0.3321	0.0751	0.2570	91.48	5.42	5.39	1.25	1.25	1.00	2.00
193	35.00	96.77	9.93	15901	41587	3.90	33.56	2.62	1.12	0.3323	0.0602	0.2720	92.27	4.65	4.41	0.76	0.76	1.00	2.00
194	35.00	97.11	9.93	15901	37795	3.90	33.56	2.62	1.20	0.3334	0.0703	0.2631	93.95	3.25	4.01	0.93	0.93	1.00	1.00
195	35.00	97.31	9.93	16023	40241	3.90	33.56	2.62	1.15	0.3341	0.0645	0.2696	93.08	4.35	4.79	0.93	0.93	1.00	3.00
196	35.00	97.66	9.93	15779	39752	3.90	33.56	2.62	1.15	0.3353	0.0644	0.2709	95.07	2.65	5.30	1.10	1.10	1.00	3.00
197	35.00	99.22	9.93	15901	36083	3.90	33.56	2.62	1.25	0.3407	0.0774	0.2632	96.08	3.16	4.60	0.77	0.77	1.00	1.00
198	35.00	99.52	9.93	16928	39798	3.90	33.56	2.62	1.21	0.3417	0.0733	0.2684	95.21	4.33	5.20	1.07	1.07	1.00	3.00
199	35.00	101.68	9.93	16757	38774	3.90	33.56	2.62	1.23	0.3491	0.0769	0.2723	97.89	3.73	5.43	0.91	0.91	1.00	2.00
200	35.00	104.07	9.93	16146	35960	3.90	33.56	2.62	1.27	0.3573	0.0838	0.2736	99.01	4.86	3.85	0.80	0.80	1.00	1.00
201	35.00	105.59	9.93	15473	43117	3.90	33.56	2.62	1.06	0.3625	0.0597	0.3029	101.58	3.80	8.65	1.03	1.03	1.00	3.00
202	35.00	108.16	9.93	16879	41587	3.90	33.56	2.62	1.17	0.3714	0.0739	0.2975	105.01	2.91	5.72	1.00	1.00	1.00	3.00
203	35.00	108.57	9.93	15901	36572	3.90	33.56	2.62	1.24	0.3728	0.0829	0.2899	103.59	4.59	4.04	0.81	0.81	1.00	1.00
204	35.00	109.18	9.93	15779	39875	3.90	33.56	2.62	1.15	0.3749	0.0717	0.3032	105.66	3.22	3.88	0.88	0.88	1.00	2.00
205	35.00	110.35	9.93	15901	37795	3.90	33.56	2.62	1.20	0.3789	0.0799	0.2990	106.73	3.28	6.21	0.90	0.90	1.00	4.00
206	35.00	111.08	10.68	15901	37673	3.90	33.33	2.62	1.22	0.3814	0.0829	0.2985	106.58	4.05	3.15	0.73	0.73	1.00	1.00
207	35.00	113.74	10.68	16757	40119	3.90	33.33	2.62	1.21	0.3905	0.0835	0.3070	110.00	3.29	9.93	1.10	1.10	1.00	4.00
208	35.00	119.54	10.68	15901	36694	3.90	33.33	2.62	1.25	0.4104	0.0930	0.3175	115.22	3.61	4.58	1.09	1.09	1.00	2.00
209	35.00	119.93	10.68	16084	34370	3.90	33.33	2.62	1.33	0.4118	0.1055	0.3063	113.30	5.53	5.23	1.22	1.22	1.00	2.00
210	35.00	122.21	10.68	16879	36694	3.90	33.33	2.62	1.31	0.4196	0.1046	0.3151	117.76	3.64	6.56	0.95	0.95	1.00	4.00
211	35.00	124.01	10.68	15779	38896	3.90	33.33	2.62	1.18	0.4258	0.0870	0.3388	119.98	3.25	5.47	1.10	1.10	1.00	2.00
212	35.00	124.36	10.68	15672	40073	3.90	33.33	2.62	1.15	0.4270	0.0825	0.3444	120.08	3.44	6.30	1.15	1.15	1.00	3.00
213	35.00	127.94	10.68	15901	36450	3.90	33.33	2.62	1.25	0.4393	0.1006	0.3387	123.68	3.33	6.63	0.92	0.92	1.00	4.00
214	35.00	128.52	10.68	15656	30823	3.90	33.33	2.62	1.42	0.4413	0.1295	0.3118	123.80	3.67	3.59	0.92	0.92	1.00	1.00
215	40.00	65.59	9.93	14678	35471	3.90	38.75	2.80	1.24	0.2574	0.0507	0.2066	62.09	5.34	3.14	0.87	0.87	1.00	2.00
216	40.00	70.02	9.93	15901	30823	3.90	38.75	2.80	1.51	0.2748	0.0794	0.1953	65.91	5.87	2.10	0.53	0.53	1.00	2.00
217	40.00	75.74	9.93	14678	41832	3.90	38.75	2.80	1.09	0.2972	0.0447	0.2525	71.33	5.82	4.11	0.67	0.67	1.00	3.00
218	40.00	76.10	9.93	14984	34065	3.90	38.75	2.80	1.31	0.2986	0.0653	0.2333	72.18	5.15	3.74	0.77	0.77	1.00	2.00
219	40.00	78.78	9.93	15656	32555	3.90	38.75	2.80	1.42	0.3091	0.0789	0.2302			2.75	0.65	0.73	0.89	1.00
220	40.00	79.10	9.93	14800	31557	3.90	38.75	2.80	1.38	0.3104	0.0758	0.2345	75.20	4.93	3.16	0.77	0.77	1.00	1.00
221	40.00	80.67	9.93	14800	36327	3.90	38.75	2.80	1.23	0.3165	0.0608	0.2557	75.83	6.00	3.85	0.71	0.74	0.96	2.00
222	40.00	81.63	9.93	15136	32536	3.90	38.75	2.80	1.38	0.3203	0.0772	0.2431	76.45	6.35	3.27	0.84	0.84	1.00	1.00

ผก.1(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
223	40.00	82.04	9.93	15534	31557	3.90	38.75	2.80	1.44	0.3219	0.0856	0.2363	78.70	4.07	4.33	0.88	0.88	1.00	2.00
224	40.00	82.83	9.93	15289	31313	3.90	38.75	2.80	1.43	0.3250	0.0852	0.2398	77.99	5.84	3.00	0.88	0.88	1.00	1.00
225	40.00	83.73	9.93	16059	40626	3.90	38.75	2.80	1.20	0.3286	0.0600	0.2685			3.41	0.79	0.79	1.00	2.00
226	40.00	84.30	9.93	14678	30456	3.90	38.75	2.80	1.42	0.3308	0.0848	0.2460	80.47	4.54	4.08	0.85	0.85	1.00	2.00
227	40.00	84.71	9.93	14311	34875	3.90	38.75	2.80	1.24	0.3324	0.0646	0.2678	81.59	3.68	4.23	0.80	0.80	1.00	2.00
228	40.00	86.50	9.93	14678	44033	3.90	38.75	2.80	1.04	0.3394	0.0472	0.2923	82.56	4.55	4.98	0.73	0.73	1.00	2.00
229	40.00	87.31	9.93	15369	31962	3.90	38.75	2.80	1.42	0.3426	0.0875	0.2551			3.77	0.95	0.95	1.00	2.00
230	40.00	87.37	9.93	15320	37551	3.90	38.75	2.80	1.23	0.3428	0.0660	0.2768	83.94	3.93	4.77	0.69	0.69	1.00	2.00
231	40.00	88.50	9.93	16268	32352	3.90	38.75	2.80	1.47	0.3473	0.0959	0.2513	84.21	4.85	3.96	0.90	0.90	1.00	1.00
232	40.00	89.52	9.93	14678	36572	3.90	38.75	2.80	1.21	0.3513	0.0658	0.2855	87.11	2.69	8.03	0.80	0.80	1.00	4.00
233	40.00	89.93	9.93	14805	34860	3.90	38.75	2.80	1.27	0.3529	0.0727	0.2802	83.68	6.95	5.70	0.83	0.83	1.00	3.00
234	40.00	90.09	9.93	15289	33881	3.90	38.75	2.80	1.34	0.3535	0.0808	0.2727	85.13	5.51	4.18	0.78	0.78	1.00	2.00
235	40.00	90.35	9.93	14922	34003	3.90	38.75	2.80	1.31	0.3545	0.0772	0.2773	85.88	4.95	5.17	0.81	0.81	1.00	2.00
236	40.00	90.80	9.93	14846	30670	3.90	38.75	2.80	1.42	0.3563	0.0920	0.2643	86.17	5.10	3.75	0.68	0.68	1.00	1.00
237	40.00	91.18	9.93	14747	35165	3.90	38.75	2.80	1.26	0.3578	0.0721	0.2856	86.22	5.44	3.97	0.69	0.69	1.00	1.00
238	40.00	91.71	9.93	15045	33147	3.90	38.75	2.80	1.35	0.3599	0.0831	0.2768	86.62	5.55	2.58	0.65	0.65	1.00	1.00
239	40.00	92.12	9.93	14678	39141	3.90	38.75	2.80	1.15	0.3615	0.0606	0.3009	88.45	3.98	5.67	0.93	0.93	1.00	3.00
240	40.00	93.22	9.93	14678	34126	3.90	38.75	2.80	1.29	0.3658	0.0770	0.2888	88.99	4.54	5.77	0.75	0.75	1.00	3.00
241	40.00	95.48	9.93	14678	41954	3.90	38.75	2.80	1.08	0.3747	0.0561	0.3185	92.10	3.54	6.74	1.12	1.12	1.00	4.00
242	40.00	96.00	9.93	14861	40241	3.90	38.75	2.80	1.13	0.3767	0.0616	0.3151	92.05	4.11	3.84	0.66	0.66	1.00	2.00
243	40.00	97.91	9.93	14922	31802	3.90	38.75	2.80	1.39	0.3842	0.0940	0.2902	91.47	6.58	7.66	0.94	0.94	1.00	4.00
244	40.00	99.06	9.93	14922	34370	3.90	38.75	2.80	1.30	0.3887	0.0831	0.3056	94.47	4.63	4.61	0.89	0.89	1.00	1.00
245	40.00	103.82	9.93	15228	30884	3.90	38.75	2.80	1.45	0.4074	0.1087	0.2987	99.82	3.85	5.50	0.95	0.98	0.97	3.00
246	40.00	106.64	10.68	13760	44258	3.90	38.55	2.80	1.01	0.4185	0.0542	0.3643			6.58	1.08	1.08	1.00	4.00
247	40.00	109.33	9.93	15289	39508	3.90	38.75	2.80	1.18	0.4290	0.0757	0.3534	104.86	4.09	5.86	1.00	1.00	1.00	
248	40.00	113.61	9.93	14922	32046	3.90	38.75	2.80	1.38	0.4458	0.1076	0.3382	109.53	3.59	4.54	0.87	0.87	1.00	3.00
249	40.00	114.78	10.68	15289	41587	3.90	38.55	2.80	1.14	0.4504	0.0750	0.3754	109.49	4.61	7.57	1.05	1.05	1.00	4.00
250	40.00	116.29	10.68	15167	37673	3.90	38.55	2.80	1.23	0.4563	0.0878	0.3685	110.95	4.59	4.91	0.74	0.74	1.00	3.00
251	40.00	117.00	10.68	15045	37428	3.90	38.55	2.80	1.23	0.4591	0.0882	0.3710	113.28	3.18	6.27	1.04	1.04	1.00	3.00
252	40.00	117.10	9.93	14831	32490	3.90	38.75	2.80	1.35	0.4595	0.1071	0.3524	112.08	4.29	5.21	0.63	0.63	1.00	3.00
253	40.00	124.63	10.68	15136	32444	3.90	38.55	2.80	1.39	0.4890	0.1203	0.3687	121.10	2.83	7.06	0.76	0.76	1.00	4.00
254	40.00	125.80	9.93	15045	34065	3.90	38.75	2.80	1.31	0.4936	0.1087	0.3849	120.26	4.40	5.86	1.06	1.06	1.00	4.00
255	40.00	126.27	9.93	14678	40608	3.90	38.75	2.80	1.11	0.4955	0.0782	0.4173	120.65	4.45	6.38	0.68	0.69	0.99	3.00

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	ตาราง ผก.2 ข้อมูลผลการทดลองของชุดควบคุมในการทดลองเรื่องประสิทธิภาพของวัสดุรองรับต่อการป้องกันการเสียหายของมังคุดและอายุการเก็บรักษา(การทดลองที่ 3)													
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	มวลหลังกระแทก	%สูญเสียน้ำหนัก	เปลือกหนา	กรดทั้งหมด	น้ำตาลทั้งหมด	L	a	b
3	0	ชุดควบคุม	ไม่มี	1	100.91	9.9275	97.39	3.49	0.78	3.85	22.71	31.71	-0.06	2.36
4		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	88.64	9.9275	85.93	3.06	0.91			33.39	-0.28	1.91
5		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	81.81	9.9275	78.8	3.68	0.73			32.96	-0.08	2.35
6		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	99.44	9.9275	96.41	3.05	0.88			33.95	-0.35	1.89
7		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	124.59	9.9275	120.82	3.03	1.01			30.86	-0.18	2.28
8		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	96.65	9.9275	90.52	6.34		2.71	23.26	33.58	0.19	1.98
9		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	82.57	9.9275	82.12	0.54				31.02	-0.02	1.98
10		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	91.26	9.9275	76.33	16.36						
11		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	104.42	9.9275	86.31	17.34						
12		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	91.22	9.9275	89.53	1.85						
13				ค่าเฉลี่ย	96.15	9.93	90.42	5.87	0.86	3.28	22.99	32.50	-0.11	2.11
14	5	ชุดควบคุม	ไม่มี	1	105.64	9.9275	95.5	9.60	0.65		22.33	33	0.08	1.44
15		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	95.31	9.9275	87.87	7.81	0.8	3.22		31.17	-0.08	1.32
16		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	88.52	9.9275	81.02	8.47	0.94			33.49	-0.14	2.44
17		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	106.57	9.9275	97.31	8.69	0.9			32.65	-0.17	2.54
18		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	105.72	9.9275	95.45	9.71	0.83			32.06	-0.16	2.41
19		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	91.49	9.9275	85.45	6.60			22.48	31.56	0.2	2.64
20		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	106.35	9.9275	84.9	20.17				32.12	0.03	2.5
21		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	76.29	9.9275	75.67	0.81				30.23	0.4	1.84
22		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	97.85	9.9275	69.72	28.75				30.48	0.4	2.55
23		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	87.51	9.9275	81.36	7.03				29.46	0.07	1.27
24				ค่าเฉลี่ย	96.13	9.93	85.43	10.76	0.82		22.41	31.62	0.06	2.10
25	10	ชุดควบคุม	ไม่มี	1	101.26	9.9275	91.28	9.86		3.22	24.45	30.94	-0.13	1.36
26		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	77.44	9.9275	64.76	16.37				32.04	0.06	1.3
27		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	105.37	9.9275	90.07	14.52		3.22		32.09	-0.11	1.88
28		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	95.42	9.9275	73.42	23.06			23.26			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
29		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	96.11	9.9275	85.09	11.47				30.91	0.04	2.94
30		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	97.23	9.9275	86.85	10.68				28.58	0.04	3.14
31		ชุดควบคุม	ไม่มี	2		9.9275								
32		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	94.30	9.9275	78.61	16.64		2.19				
33				ค่าเฉลี่ย	95.30	9.93	81.44	14.66			23.86	30.91	-0.02	2.12
34	15	ชุดควบคุม	ไม่มี	1	110.02	9.9275	81.24	26.16			21.61	33.14	-0.05	2.21
35		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	112.70	9.9275	85.96	23.73		2.71		31.12	-0.11	2.04
36		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	114.43	9.9275	98.43	13.98						
37		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	100.37	9.9275	83.41	16.90		3.48		31.89	0.09	2.11
38		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	88.23	9.9275	61.84	29.91				30.37	0.04	2.13
39		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	114.18	9.9275	95.46	16.40						
40		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	94.47	9.9275	81.71	13.51						
41		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	103.52	9.9275	76.79	25.82		2.44				
42		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	88.22	9.9275	67.68	23.28						
43				ค่าเฉลี่ย	102.90	9.93	81.39	21.08			21.61	31.63	-0.01	2.12
44	20	ชุดควบคุม	ไม่มี	1	101.49	9.9275	76.44	24.68			19.42			
45		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	109.24	9.9275	85.55	21.69						
46		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	101.89	9.9275	79.96	21.52		2.96				
47		ชุดควบคุม	ไม่มี	1	92.06	9.9275	64.67	29.75						
48		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	88.57	9.9275	56.34	36.39			19.59	31.3	0.02	2.11
49		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	103.42	9.9275	80.86	21.81						
50		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	78.20	9.9275	61.07	21.91		2.61				
51		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	97.47	9.9275								
52		ชุดควบคุม	ไม่มี	2	113.65	9.9275	80.77	28.93						
53				ค่าเฉลี่ย	98.44	9.93	73.21	25.84			19.50	31.30	0.02	2.11
54	หมายเหตุ		ปริมาณเกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากการนำมังคุดในแต่ละซ้ำมาบีบน้ำมังคุดรวมกันจึงได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 2 ชุด											

ผก.2(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	ตาราง ผก.3 ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 20 ซม.ไม่มีวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3															
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	เวลาขาเข้า	เวลาขาออก	ระยะ S	ระยะ L	ความเร็วขาเข้า	ความเร็วขาออก	พง.ขาเข้า	พง.ขาออก	พง.มังคุดดูดกลืน	มวลหลังกระแทก
3		ซม.			กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	กรัม
4	0	20	ไม่มี	1	114.82	9.9275	22465	47847	3.9	17.36	1.98E+00	1.13E+00	2.25E-01	7.28E-02	1.52E-01	107.94
5		20	ไม่มี	1	122.61	9.9275	22445	43727	3.9	17.36	1.98E+00	1.19E+00	2.41E-01	8.68E-02	1.54E-01	117.25
6		20	ไม่มี	1	99.38	9.9275	22017	44522	3.9	17.36	1.98E+00	1.16E+00	1.95E-01	6.71E-02	1.28E-01	94.41
7		20	ไม่มี	1	132.57	9.9275	22750	54308	3.9	17.36	1.98E+00	1.06E+00	2.60E-01	7.39E-02	1.86E-01	124.82
8		20	ไม่มี	1	144.56	9.9275	22750	44278	3.9	17.36	1.98E+00	1.19E+00	2.84E-01	1.02E-01	1.81E-01	138.7
9		20	ไม่มี	2	112.14	9.9275	20793	50577	3.9	17.36	1.98E+00	1.05E+00	2.20E-01	6.13E-02	1.59E-01	106.81
10		20	ไม่มี	2	105.04	9.9275	21650	48926	3.9	17.36	1.98E+00	1.09E+00	2.06E-01	6.22E-02	1.44E-01	98.03
11		20	ไม่มี	2	96.18	9.9275	21955	46357	3.9	17.36	1.98E+00	1.13E+00	1.89E-01	6.16E-02	1.27E-01	92.08
12		20	ไม่มี	2	96.45	9.9275	21466	49415	3.9	17.36	1.98E+00	1.08E+00	1.89E-01	5.60E-02	1.33E-01	90.78
13		20	ไม่มี	2	98.24	9.9275	21160	51372	3.9	17.36	1.98E+00	1.05E+00	1.93E-01	5.38E-02	1.39E-01	95.04
14				ค่าเฉลี่ย	112.2	9.9275	21945.1	48132.9	3.9	17.36	1.98E+00	1.11E+00	2.20E-01	6.98E-02	1.50E-01	106.59
15	5	20	ไม่มี	1	113.86	9.9275	23851	52228	3.9	17.36	1.98E+00	1.11E+00	2.23E-01	6.99E-02	1.53E-01	101.16
16		20	ไม่มี	1	107.08	9.9275	22995	51250	3.9	17.36	1.98E+00	1.10E+00	2.10E-01	6.44E-02	1.46E-01	96.55
17		20	ไม่มี	1	112.83	9.9275	23729	47091	3.9	17.36	1.98E+00	1.18E+00	2.21E-01	7.80E-02	1.43E-01	103.1
18		20	ไม่มี	1	103.36	9.9275	23484	52106	3.9	17.36	1.98E+00	1.10E+00	2.03E-01	6.25E-02	1.40E-01	96.38
19		20	ไม่มี	1	100.15	9.9275	22873	51372	3.9	17.36	1.98E+00	1.09E+00	1.96E-01	5.97E-02	1.37E-01	91.96
20		20	ไม่มี	2	99.39	9.9275	21160	51617	3.9	17.36	1.98E+00	1.04E+00	1.95E-01	5.42E-02	1.41E-01	89.23
21		20	ไม่มี	2	104.49	9.9275	20977	48008	3.9	17.36	1.98E+00	1.08E+00	2.05E-01	6.10E-02	1.44E-01	94.05
22		20	ไม่มี	2	99.1	9.9275	21344	50394	3.9	17.36	1.98E+00	1.06E+00	1.94E-01	5.59E-02	1.39E-01	88.16
23		20	ไม่มี	2	119.93	9.9275	21894	21617	3.9	17.36	1.98E+00	2.00E+00	2.35E-01	2.41E-01	-5.27E-03	109.1
24		20	ไม่มี	2	106.67	9.9275	20488	47703	3.9	17.36	1.98E+00	1.07E+00	2.09E-01	6.11E-02	1.48E-01	99.09
25				ค่าเฉลี่ย	106.69	9.9275	22279.5	47338.6	3.9	17.36	1.98E+00	1.18E+00	2.09E-01	8.07E-02	1.29E-01	96.88
26	10	20	ไม่มี	1	106.1	9.9275	22873	52926	3.9	17.36	1.98E+00	1.07E+00	2.08E-01	6.12E-02	1.47E-01	94
27		20	ไม่มี	1	113.64	9.9275	23484	47580	3.9	17.36	1.98E+00	1.16E+00	2.23E-01	7.66E-02	1.46E-01	97.42
28		20	ไม่มี	1	123.54	9.9275	22750	44703	3.9	17.36	1.98E+00	1.18E+00	2.42E-01	8.65E-02	1.56E-01	110.11
29		20	ไม่มี	1	119.38	9.9275	23483	56265	3.9	17.36	1.98E+00	1.05E+00	2.34E-01	6.63E-02	1.68E-01	103.82
30		20	ไม่มี	1	134.98	9.9275	23362	47825	3.9	17.36	1.98E+00	1.15E+00	2.65E-01	8.98E-02	1.75E-01	115.25

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
31		20	ไม่มี	2	105.12	9.9275	21344	53941	3.9	17.36	1.98E+00	1.03E+00	2.06E-01	5.52E-02	1.51E-01	88.52
32		20	ไม่มี	2	126.69	9.9275	21405	50760	3.9	17.36	1.98E+00	1.06E+00	2.49E-01	7.12E-02	1.77E-01	107.37
33		20	ไม่มี	2	120.66	9.9275	21222	53696	3.9	17.36	1.98E+00	1.02E+00	2.37E-01	6.33E-02	1.73E-01	100.66
34		20	ไม่มี	2	106.55	9.9275	21222	50149	3.9	17.36	1.98E+00	1.06E+00	2.09E-01	6.01E-02	1.49E-01	86.27
35		20	ไม่มี	2	114.49	9.9275	21833	57121	3.9	17.36	1.98E+00	1.01E+00	2.25E-01	5.81E-02	1.67E-01	99.41
36				ค่าเฉลี่ย	117.12	9.9275	22297.8	51496.6	3.9	17.36	1.98E+00	1.08E+00	2.30E-01	6.88E-02	1.61E-01	100.28
37	15	20	ไม่มี	1	124.18	9.9275	23851	49904	3.9	17.36	1.98E+00	1.14E+00	2.44E-01	8.04E-02	1.63E-01	
38		20	ไม่มี	1	112.1	9.9275	23117	52840	3.9	17.36	1.98E+00	1.08E+00	2.20E-01	6.56E-02	1.54E-01	
39		20	ไม่มี	1	117.48	9.9275	23117	51005	3.9	17.36	1.98E+00	1.10E+00	2.30E-01	7.15E-02	1.59E-01	95.71
40		20	ไม่มี	1	114.48	9.9275	23240	45868	3.9	17.36	1.98E+00	1.18E+00	2.25E-01	7.97E-02	1.45E-01	98.61
41		20	ไม่มี	1	124.28	9.9275	24341	43789	3.9	17.36	1.98E+00	1.25E+00	2.44E-01	9.76E-02	1.46E-01	100.65
42		20	ไม่มี	2	116.19	9.9275	22017	51250	3.9	17.36	1.98E+00	1.07E+00	2.28E-01	6.66E-02	1.61E-01	
43		20	ไม่มี	2	111.78	9.9275	21283	48803	3.9	17.36	1.98E+00	1.08E+00	2.19E-01	6.51E-02	1.54E-01	86.63
44		20	ไม่มี	2	99.62	9.9275	22017	47703	3.9	17.36	1.98E+00	1.11E+00	1.95E-01	6.19E-02	1.34E-01	78.59
45		20	ไม่มี	2	103.42	9.9275	22261	54308	3.9	17.36	1.98E+00	1.04E+00	2.03E-01	5.64E-02	1.47E-01	85.24
46		20	ไม่มี	2	96.78	9.9275	21527	55775	3.9	17.36	1.98E+00	1.01E+00	1.90E-01	4.96E-02	1.40E-01	88.65
47				ค่าเฉลี่ย	112.03	9.9275	22677.1	50124.5	3.9	17.36	1.98E+00	1.11E+00	2.20E-01	6.94E-02	1.50E-01	90.58
48	20	20	ไม่มี	1	121.99	9.9275	24218	51984	3.9	17.36	1.98E+00	1.12E+00	2.39E-01	7.67E-02	1.63E-01	94.24
49		20	ไม่มี	1	104.45	9.9275	23729	55286	3.9	17.36	1.98E+00	1.07E+00	2.05E-01	5.98E-02	1.45E-01	82.53
50		20	ไม่มี	1	104.71	9.9275	23974	54185	3.9	17.36	1.98E+00	1.09E+00	2.05E-01	6.20E-02	1.43E-01	74.51
51		20	ไม่มี	1	106.42	9.9275	24096	46724	3.9	17.36	1.98E+00	1.19E+00	2.09E-01	7.57E-02	1.33E-01	
52		20	ไม่มี	1	114.71	9.9275	24708	54063	3.9	17.36	1.98E+00	1.11E+00	2.25E-01	7.05E-02	1.55E-01	
53		20	ไม่มี	2	106.9	9.9275	21650	55286	3.9	17.36	1.98E+00	1.02E+00	2.10E-01	5.56E-02	1.54E-01	
54		20	ไม่มี	2	101.6	9.9275	22017	51984	3.9	17.36	1.98E+00	1.06E+00	1.99E-01	5.73E-02	1.42E-01	
55		20	ไม่มี	2	117.9	9.9275	21772	49666	3.9	17.36	1.98E+00	1.08E+00	2.31E-01	6.91E-02	1.62E-01	95.03
56		20	ไม่มี	2	122.83	9.9275	22506	51005	3.9	17.36	1.98E+00	1.09E+00	2.41E-01	7.25E-02	1.68E-01	93.06
57		20	ไม่มี	2	102.74	9.9275	21894	47091	3.9	17.36	1.98E+00	1.12E+00	2.02E-01	6.44E-02	1.37E-01	
58				ค่าเฉลี่ย	110.43	9.9275	23056.4	51727.4	3.9	17.36	1.98E+00	1.10E+00	2.17E-01	6.64E-02	1.50E-01	87.87
59	หมายเหตุ		ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากการนำมังคุดในแต่ละชั้นมาบีบน้ำมังคุดรวมกันจึงได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 2 ชุด													

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1														
2	การสูญเสียน้ำหนัก	น้ำหนักเปลือกแข็ง	ช้ำลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อช้ำ	กรด(ไม่ช้ำ)	กรด(ช้ำ)	น้ำตาลไม่ช้ำ	น้ำตาลช้ำ	L	a	b	
3	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ				
4	5.99	1.78	0.58	0.63	0.92	0	3.3	3.1	26.17	22.18	31.41	-0.2	1.4	
5	4.37	2.14	0.74	1.04	0.71	0					31.49	-0.28	1.5	
6	5.00	2.77	0.64	0.64	1.00	3					30.59	0.68	2.99	
7	5.85	5.36	0.93	0.93	1.00	2					30.92	0.17	2.33	
8	4.05	3.27	0.89	0.89	1.00	2					28.94	-0.16	2.3	
9	4.75	3.89					3.3	3.1	26.59	22.87	31.17	-0.01	2.66	
10	6.67	4.29									30.95	0.95	3.67	
11	4.26	2.9									31.19	-0.05	2.15	
12	5.88	3.63									29.49	-0.13	1.51	
13	3.26	2.86									31.12	0.54	2.75	
14	5.01	3.289	0.76	0.83	0.93	1.40	3.3	3.1	26.38	22.52	30.727	0.15	2.33	
15	11.15	3.01	0.78	0.78	1.00	1	3.13	3.01	22.18	20.55	32.02	0.05	2.36	
16	9.83	3.58	0.8	0.8	1.00	2					29.98	0.39	2.6	
17	8.62	3.45	0.8	0.8	1.00	2					32.47	-0.11	2.6	
18	6.75	3.62	0.5	0.68	0.74	0					29.77	0	1	
19	8.18	3.12	0.8	0.8	1.00	2					29.39	0.87	3.26	
20	10.22	3.3					3.41	3.19	22.56	20.94	30.33	0.59	2.38	
21	9.99	3.05									32.05	-0.16	2.17	
22	11.04	3.8									30.2	0.58	2.57	
23	9.03	3.64									30.89	0.16	2.36	
24	7.11	3.42									31.96	-0.11	1.03	
25	9.19	3.399	0.74	0.77	0.95	1.40	3.27	3.1	22.37	20.74	30.906	0.23	2.23	
26	11.40	1.38	0.51	0.51	1.00	2	2.75	2.22	23.84	21.07	30.18	0.25	2.88	
27	14.27													
28	10.87													
29	13.03	3.15	0.76	0.76	1.00	2					29.72	0.42	2.17	
30	14.52	2.05	0.9	0.9	1.00	2					32.36	0.06	3.6	

ผก.3(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
31	15.79						3.03	3	22.79	21.47				
32	15.25													
33	16.58	7.08									27.84	0.53	2.43	
34	19.03													
35	13.17	6.8									28.79	0.74	3.36	
36	14.40	4.092	0.72	0.72	1.00	2.00	2.89	2.61	23.31	21.27	29.778	0.4	2.89	
37							3.87	2.52	20.81	21.40				
38														
39	18.53		0.68	0.675	1.00	3					29.76	0	3.48	
40	13.86													
41	19.01		0.78	0.775	1.00	2					30.74	-0.2	2.81	
42														
43	22.50													
44	21.11													
45	17.58	34.99	0.75	0.75	1.00	2	3.27		20.68	21.54	30.52	0.17	2.73	
46	8.40													
47	17.29	34.99	0.73	0.73	1.00	2.33	3.57	2.52	20.74	21.47	30.34	-0.01	3.01	
48	22.75						3.44	2.47	18.06	18.01				
49	20.99													
50	28.84													
51														
52														
53														
54														
55	19.40													
56	24.24													
57														
58	23.24						3.44	2.47	18.06	18.01				
59														

ผก.3(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	ตาราง ผก.4 ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 40 ซม.ไม่มีวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3															
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	เวลาขาเข้า	เวลาขาออก	ระยะ S	ระยะ L	ความเร็วขาเข้า	ความเร็วขาออก	พง.ขาเข้า	พง.ขาออก	พง.มังคุดดูดกลืน	มวลหลังกระแทก
3		ซม.			กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	กรัม
4	0	40	ไม่มี	1	108.06	9.9275	23729	33514	3.9	38.75	2.80E+00	2.01E+00	4.24E-01	2.19E-01	2.05E-01	104.16
5		40	ไม่มี	1	140.48	9.9275	24218	36205	3.9	38.75	2.80E+00	1.91E+00	5.51E-01	2.56E-01	2.95E-01	136.44
6		40	ไม่มี	1	113.4	9.9275	24830	34003	3.9	38.75	2.80E+00	2.07E+00	4.45E-01	2.44E-01	2.01E-01	108.97
7		40	ไม่มี	1	101.74	9.9275	22750	31313	3.9	38.75	2.80E+00	2.06E+00	3.99E-01	2.17E-01	1.83E-01	97.52
8		40	ไม่มี	1	113.72	9.9275	23484	32413	3.9	38.75	2.80E+00	2.06E+00	4.46E-01	2.41E-01	2.05E-01	108.67
9		40	ไม่มี	2	117.77	9.9275	22445	33942	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	4.62E-01	2.10E-01	2.52E-01	112.32
10		40	ไม่มี	2	119.84	9.9275	21833	33698	3.9	38.75	2.80E+00	1.85E+00	4.70E-01	2.06E-01	2.64E-01	114.18
11		40	ไม่มี	2	96.2	9.9275	21650	33178	3.9	38.75	2.80E+00	1.87E+00	3.77E-01	1.68E-01	2.10E-01	93.07
12		40	ไม่มี	2	111.38	9.9275	21527	33606	3.9	38.75	2.80E+00	1.83E+00	4.37E-01	1.87E-01	2.50E-01	106.77
13		40	ไม่มี	2	154.69	9.9275	21289	32291	3.9	38.75	2.80E+00	1.88E+00	6.07E-01	2.75E-01	3.32E-01	146.34
14				ค่าเฉลี่ย	117.73	9.93	22776	33416	3.90	38.75	2.80E+00	1.94E+00	4.62E-01	2.22E-01	2.40E-01	112.84
15	5	40	ไม่มี	1	120.92	9.9275	22995	33636	3.9	38.75	2.80E+00	1.95E+00	4.74E-01	2.30E-01	2.45E-01	109.7
16		40	ไม่มี	1	109.32	9.9275	23729	31802	3.9	38.75	2.80E+00	2.12E+00	4.29E-01	2.45E-01	1.84E-01	99.96
17		40	ไม่มี	1	137.78	9.9275	24708	32780	3.9	38.75	2.80E+00	2.14E+00	5.41E-01	3.14E-01	2.26E-01	126.53
18		40	ไม่มี	1	109.26	9.9275	23240	31557	3.9	38.75	2.80E+00	2.09E+00	4.29E-01	2.39E-01	1.90E-01	98.73
19		40	ไม่มี	1	111.55	9.9275	23240	33025	3.9	38.75	2.80E+00	2.00E+00	4.38E-01	2.24E-01	2.14E-01	99.78
20		40	ไม่มี	2	96.62	9.9275	21344	32352	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	3.79E-01	1.72E-01	2.07E-01	89.57
21		40	ไม่มี	2	105.08	9.9275	21955	31939	3.9	38.75	2.80E+00	1.96E+00	4.12E-01	2.02E-01	2.11E-01	98.8
22		40	ไม่มี	2	104.79	9.9275	22995	33759	3.9	38.75	2.80E+00	1.94E+00	4.11E-01	1.98E-01	2.14E-01	95.48
23		40	ไม่มี	2	99.04	9.9275	20793	31557	3.9	38.75	2.80E+00	1.88E+00	3.89E-01	1.76E-01	2.13E-01	80.69
24		40	ไม่มี	2	123.74	9.9275	21038	31557	3.9	38.75	2.80E+00	1.90E+00	4.86E-01	2.24E-01	2.61E-01	114.64
25				ค่าเฉลี่ย	111.81	9.93	22604	32396	3.90	38.75	2.80E+00	1.99E+00	4.39E-01	2.22E-01	2.17E-01	101.39
26	10	40	ไม่มี	1	110.27	9.9275	238.51	32296	3.9	38.75	2.80E+00	4.96E-01	4.33E-01	1.36E-02	4.19E-01	95.36
27		40	ไม่มี	1	108.95	9.9275	24463	37633	3.9	38.75	2.80E+00	1.86E+00	4.28E-01	1.88E-01	2.39E-01	90.57
28		40	ไม่มี	1	113.85	9.9275	23851	32903	3.9	38.75	2.80E+00	2.06E+00	4.47E-01	2.41E-01	2.05E-01	99.26
29		40	ไม่มี	1	140.7	9.9275	23362	34370	3.9	38.75	2.80E+00	1.94E+00	5.52E-01	2.64E-01	2.88E-01	125.83
30		40	ไม่มี	1	108.51	9.9275	23117	32046	3.9	38.75	2.80E+00	2.05E+00	4.26E-01	2.28E-01	1.98E-01	96.9

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
31		40	ไม่มี	2	108.15	9.9275	21283	32001	3.9	38.75	2.80E+00	1.90E+00	4.24E-01	1.95E-01	2.29E-01	92.19
32		40	ไม่มี	2	102.25	9.9275	21527	30946	3.9	38.75	2.80E+00	1.98E+00	4.01E-01	2.01E-01	2.01E-01	87.31
33		40	ไม่มี	2	127.35	9.9275	23974	37428	3.9	38.75	2.80E+00	1.83E+00	5.00E-01	2.14E-01	2.85E-01	111.99
34		40	ไม่มี	2	98.57	9.9275	22995	25532	3.9	38.75	2.80E+00	2.53E+00	3.87E-01	3.16E-01	7.08E-02	87.43
35		40	ไม่มี	2	111.98	9.9275	22261	32536	3.9	38.75	2.80E+00	1.95E+00	4.39E-01	2.13E-01	2.26E-01	97.02
36				ค่าเฉลี่ย	113.06	9.93	20707	32769	3.90	38.75	2.80E+00	1.86E+00	4.44E-01	2.07E-01	2.36E-01	98.39
37	15	40	ไม่มี	1	138.6	9.9275	23607	33392	3.9	38.75	2.80E+00	2.01E+00	5.44E-01	2.80E-01	2.64E-01	116.33
38		40	ไม่มี	1	110.61	9.9275	23484	35716	3.9	38.75	2.80E+00	1.88E+00	4.34E-01	1.95E-01	2.39E-01	85.42
39		40	ไม่มี	1	114.53	9.9275	23729	32824	3.9	38.75	2.80E+00	2.05E+00	4.49E-01	2.42E-01	2.08E-01	88.09
40		40	ไม่มี	1	98.8	9.9275	23790	32046	3.9	38.75	2.80E+00	2.11E+00	3.88E-01	2.19E-01	1.69E-01	72.15
41		40	ไม่มี	1	99.08	9.9275	23362	33759	3.9	38.75	2.80E+00	1.97E+00	3.89E-01	1.93E-01	1.96E-01	79.04
42		40	ไม่มี	2	137.6	9.9275	21283	34493	3.9	38.75	2.80E+00	1.77E+00	5.40E-01	2.16E-01	3.24E-01	121.58
43		40	ไม่มี	2	124.04	9.9275	21527	33270	3.9	38.75	2.80E+00	1.85E+00	4.67E-01	2.13E-01	2.74E-01	105.88
44		40	ไม่มี	2	101.84	9.9275	20793	31802	3.9	38.75	2.80E+00	1.87E+00	4.00E-01	1.78E-01	2.22E-01	83.9
45		40	ไม่มี	2	115.64	9.9275	22017	32597	3.9	38.75	2.80E+00	1.93E+00	4.54E-01	2.15E-01	2.39E-01	89.94
46		40	ไม่มี	2	109.7	9.9275	21038	32750	3.9	38.75	2.80E+00	1.84E+00	4.30E-01	1.86E-01	2.45E-01	94.57
47				ค่าเฉลี่ย	115.04	9.93	22463	33265	3.90	38.75	2.80E+00	1.93E+00	4.51E-01	2.14E-01	2.38E-01	93.69
48	20	40	ไม่มี	1	116.67	9.9275	23117	33239	3.9	38.75	2.80E+00	1.98E+00	4.58E-01	2.29E-01	2.29E-01	92.21
49		40	ไม่มี	1	123.08	9.9275	23607	34217	3.9	38.75	2.80E+00	1.97E+00	4.83E-01	2.38E-01	2.45E-01	93.85
50		40	ไม่มี	1	120.67	9.9275	23204	33331	3.9	38.75	2.80E+00	1.98E+00	4.74E-01	2.37E-01	2.36E-01	103.79
51		40	ไม่มี	1	108.81	9.9275	23729	32291	3.9	38.75	2.80E+00	2.09E+00	4.27E-01	2.37E-01	1.90E-01	85.78
52		40	ไม่มี	1	110.41	9.9275	22567	33453	3.9	38.75	2.80E+00	1.92E+00	4.33E-01	2.05E-01	2.29E-01	84.41
53		40	ไม่มี	2	100.54	9.9275	21527	32444	3.9	38.75	2.80E+00	1.90E+00	3.95E-01	1.81E-01	2.14E-01	75.49
54		40	ไม่มี	2	106.35	9.9275	22750	32169	3.9	38.75	2.80E+00	2.01E+00	4.17E-01	2.15E-01	2.02E-01	
55		40	ไม่มี	2	102.85	9.9275	21405	31274	3.9	38.75	2.80E+00	1.95E+00	4.04E-01	1.96E-01	2.08E-01	85.46
56		40	ไม่มี	2	146.03	9.9275	22628	34248	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	5.73E-01	2.60E-01	3.13E-01	106.34
57		40	ไม่มี	2	96.01	9.9275	23240	35227	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	3.77E-01	1.71E-01	2.06E-01	
58				ค่าเฉลี่ย	113.14	9.93	22777	33189	3.90	38.75	2.80E+00	1.96E+00	4.44E-01	2.17E-01	2.27E-01	90.92
59		หมายเหตุ	ปริมาณเกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากการนำมังคุดในแต่ละซ้ำมาบีบน้ำมังคุดรวมกันจึงได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 2 ชุด													

ผก.4(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1														
2	การสูญเสียน้ำหนัก	น้ำหนักเปลือกแข็ง	ชำลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อชำ	กรด(ไม่ชำ)	กรด(ชำ)	น้ำตาลไม่ชำ	น้ำตาลชำ	L	a	b	
3	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ				
4	-10316.00	1.5	0.74	0.74	1.00	1			23.18	21.13	31.66	-0.08	1.54	
5	-13544.00	2.73	0.84	0.84	1.00	1			22.87	20.87	30.66	0.07	1.75	
6	-10797.00	0.61	0.58	0.58	1.00	0					31.73	-0.16	1.24	
7	-9652.00	0.99	0.65	0.77	0.84	0					32.95	-0.17	2.26	
8	-10767.00	1.08	0.6	0.72	0.83	0					32.93	-0.13	1.19	
9	-5516.00	2.17	0.72	0.91	0.79	0	3.44	3.47			33.01	-0.18	1.67	
10	-5609.00	0.7	0.5	0.8	0.63	0	3.71	3.51			32.73	-0.04	2.05	
11	-4553.50	1.18	0.77	1.07	0.72	0					32.15	-0.57	3.57	
12	-5238.50	2.28	0.96	0.96	1.00	1					32.7	0.04	2.6	
13	-7217.00	2.69	0.74	1.04	0.71	2					31.58	0.17	2.94	
14	-8321.00	1.59	0.71	0.84	0.85	0.50	3.58	3.49	23.02	21.00	32.21	-0.11	2.08	
15	-10870.00	0.81	0.75	0.75	1.00	0			23.26	20.43	32.9	0.03	2.92	
16	-9896.00	0.18	0.39	0.66	0.59	0			23.26	20.43	31.5	-0.08	1.16	
17	-12553.00	e												
18	-9773.00	e												
19	-9878.00	0.72	0.75	0.75	1.00	1	3.22	3.35			32.76	0.06	2.51	
20	-4378.50	0.44	0.63	0.87	0.72	0	3.35	3.16			31.87	-0.01	1.03	
21	-4840.00													
22	-4674.00	1.53	0.76	0.76	1.00	1					32.08	0.09	1.94	
23	-3934.50	1.06	0.77	0.95	0.81	0					33.91	-0.11	2.75	
24	-5632.00													
25	-7642.90	0.79	0.68	0.79	0.85	0.33	3.29	3.26	23.26	20.43	32.50	0.00	2.05	
26	-9436.00								23.42	20.18				
27	-8957.00								23.26	20.18				
28	-9826.00													
29	-12483.00	2.56												
30	-9590.00	0.81	0.69	0.86	0.80	0	3.38	2.95			33.11	-0.11	2.77	

ผก.4(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
31	-4509.50	2.19	0.9	0.9	1.00	1	3.01	2.83			32.61	-0.11	2.87	
32	-4265.50	0.85	0.67	0.82	0.82	0					34	0.09	2.01	
33	-5499.50	2.54	0.68	0.68	1.00	2					28.46	0.13	2.25	
34	-4271.50	0.91	0.5	0.9	0.56	0					33.51	0.01	2.56	
35	-4751.00	6.31	0.67	0.67	1.00	0					30.72	0	1.97	
36	-7358.90	2.31	0.69	0.81	0.86	0.50	3.20	2.89	23.34	20.18	32.07	0.00	2.41	
37	-11533.00	4.98	0.85	0.85	1.00	0	3.27	2.55	20.18	18.11	31.74	0.03	2.16	
38	-8442.00					2			19.94	17.91	30.7	0.84	4	
39	-8709.00													
40	-7115.00													
41	-7804.00					0					33.49	0.05	1.49	
42	-5979.00	3.15	0.93	0.93	1.00	2	3.2	3.87			30.31	0.32	3.11	
43	-5194.00	20.5	0.665	0.665	1.00	2					28.5	0.41	2.41	
44	-4095.00													
45	-4397.00													
46	-4628.50													
47	-6789.65	9.54	0.82	0.82	1.00	1.20	3.24	3.21	20.06	18.01	30.95	0.33	2.63	
48	-9121.00	6.68	0.76	0.76	1.00	0	3.53	3.53	18.01		32.57	-0.05	2.58	
49	-9285.00								18.11					
50	-10279.00													
51	-8478.00													
52	-8341.00	8.56	0.685	0.685	1.00	0					32.22	0.11	2.63	
53	-3674.50													
54														
55	-4173.00	8.73	0.84	0.84	1.00	0	3.28	3.28			31.9	-0.09	2.7	
56	-5217.00													
57														
58	-7321.06	7.99	0.76	0.76	1.00	0.00	3.41	3.41	18.06	#DIV/0!	32.23	-0.01	2.64	
59														

ผก.4(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	ตาราง ผก.5 ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 60 ซม.ไม่มีวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3															
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	เวลาชาเข้า	เวลาชาออก	ระยะ S	ระยะ L	ความเร็วชาเข้า	ความเร็วชาออก	พง.ชาเข้า	พง.ชาออก	พง.มังคุดดูดกลืน	มวลหลังกระแทก
3		ซม.			กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	กรัม
4	0	60	ไม่มี	1	108.06	9.9275	23729	33514	3.9	59.17	3.43E+00	2.45E+00	6.36E-01	3.23E-01	3.13E-01	104.16
5		60	ไม่มี	1	140.48	9.9275	24218	36205	3.9	59.17	3.43E+00	2.31E+00	8.27E-01	3.76E-01	4.51E-01	136.44
6		60	ไม่มี	1	113.4	9.9275	24830	34003	3.9	59.17	3.43E+00	2.52E+00	6.67E-01	3.60E-01	3.07E-01	108.97
7		60	ไม่มี	1	101.74	9.9275	22750	31313	3.9	59.17	3.43E+00	2.51E+00	5.99E-01	3.20E-01	2.79E-01	97.52
8		60	ไม่มี	1	113.72	9.9275	23484	32413	3.9	59.17	3.43E+00	2.50E+00	6.69E-01	3.56E-01	3.14E-01	108.67
9		60	ไม่มี	2	117.77	9.9275	22445	33942	3.9	59.17	3.43E+00	2.29E+00	6.93E-01	3.08E-01	3.85E-01	112.32
10		60	ไม่มี	2	119.84	9.9275	21833	33698	3.9	59.17	3.43E+00	2.24E+00	7.05E-01	3.02E-01	4.04E-01	114.18
11		60	ไม่มี	2	96.2	9.9275	21650	33178	3.9	59.17	3.43E+00	2.26E+00	5.66E-01	2.46E-01	3.21E-01	93.07
12		60	ไม่มี	2	111.38	9.9275	21527	33606	3.9	59.17	3.43E+00	2.22E+00	6.56E-01	2.74E-01	3.81E-01	106.77
13		60	ไม่มี	2	154.69	9.9275	21289	32291	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	9.11E-01	4.03E-01	5.08E-01	146.34
14				ค่าเฉลี่ย	117.73	9.93	22776	33416	3.90	59.17	3.43E+00	2.36E+00	6.93E-01	3.27E-01	3.66E-01	112.84
15	5	60	ไม่มี	1	120.92	9.9275	22995	33636	3.9	59.17	3.43E+00	2.36E+00	7.12E-01	3.38E-01	3.74E-01	109.7
16		60	ไม่มี	1	109.32	9.9275	23729	31802	3.9	59.17	3.43E+00	2.57E+00	6.43E-01	3.62E-01	2.81E-01	99.96
17		60	ไม่มี	1	137.78	9.9275	24708	32780	3.9	59.17	3.43E+00	2.60E+00	8.11E-01	4.66E-01	3.45E-01	126.53
18		60	ไม่มี	1	109.26	9.9275	23240	31557	3.9	59.17	3.43E+00	2.54E+00	6.43E-01	3.53E-01	2.90E-01	98.73
19		60	ไม่มี	1	111.55	9.9275	23240	33025	3.9	59.17	3.43E+00	2.43E+00	6.57E-01	3.30E-01	3.27E-01	99.78
20		60	ไม่มี	2	96.62	9.9275	21344	32352	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	5.69E-01	2.52E-01	3.17E-01	89.57
21		60	ไม่มี	2	105.08	9.9275	21955	31939	3.9	59.17	3.43E+00	2.38E+00	6.19E-01	2.97E-01	3.22E-01	98.8
22		60	ไม่มี	2	104.79	9.9275	22995	33759	3.9	59.17	3.43E+00	2.36E+00	6.17E-01	2.91E-01	3.26E-01	95.46
23		60	ไม่มี	2	99.04	9.9275	20793	31557	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	5.83E-01	2.58E-01	3.25E-01	80.69
24		60	ไม่มี	2	123.74	9.9275	21038	31557	3.9	59.17	3.43E+00	2.31E+00	7.28E-01	3.29E-01	3.99E-01	114.64
25				ค่าเฉลี่ย	111.81	9.93	22604	32396	3.90	59.17	3.43E+00	2.41E+00	6.58E-01	3.27E-01	3.31E-01	101.39
26	10	60	ไม่มี	1	110.27	9.9275	238.51	32296	3.9	59.17	3.43E+00	4.04E-01	6.49E-01	8.98E-03	6.40E-01	95.36
27		60	ไม่มี	1	108.95	9.9275	24463	37633	3.9	59.17	3.43E+00	2.25E+00	6.41E-01	2.76E-01	3.65E-01	90.57
28		60	ไม่มี	1	113.85	9.9275	23851	32903	3.9	59.17	3.43E+00	2.50E+00	6.70E-01	3.57E-01	3.14E-01	99.26
29		60	ไม่มี	1	140.7	9.9275	23362	34370	3.9	59.17	3.43E+00	2.35E+00	8.28E-01	3.89E-01	4.39E-01	125.83
30		60	ไม่มี	1	108.51	9.9275	23117	32046	3.9	59.17	3.43E+00	2.49E+00	6.39E-01	3.37E-01	3.02E-01	96.9

ผก.5(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
31		60	ไม่มี	2	108.15	9.9275	21283	32001	3.9	59.17	3.43E+00	2.30E+00	6.37E-01	2.86E-01	3.50E-01	92.19
32		60	ไม่มี	2	102.25	9.9275	21527	30946	3.9	59.17	3.43E+00	2.40E+00	6.02E-01	2.96E-01	3.06E-01	87.31
33		60	ไม่มี	2	127.35	9.9275	23974	37428	3.9	59.17	3.43E+00	2.22E+00	7.50E-01	3.14E-01	4.36E-01	111.99
34		60	ไม่มี	2	98.57	9.9275	22995	25532	3.9	59.17	3.43E+00	3.10E+00	5.80E-01	4.72E-01	1.08E-01	87.43
35		60	ไม่มี	2	111.98	9.9275	22261	32536	3.9	59.17	3.43E+00	2.37E+00	6.59E-01	3.13E-01	3.46E-01	97.02
36				ค่าเฉลี่ย	113.06	9.93	20707	32769	3.90	59.17	3.43E+00	2.24E+00	6.65E-01	3.05E-01	3.61E-01	98.39
37	15	60	ไม่มี	1	138.6	9.9275	23607	33392	3.9	59.17	3.43E+00	2.44E+00	8.16E-01	4.13E-01	4.02E-01	116.33
38		60	ไม่มี	1	110.61	9.9275	23484	35716	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	6.51E-01	2.87E-01	3.64E-01	85.42
39		60	ไม่มี	1	114.53	9.9275	23729	32824	3.9	59.17	3.43E+00	2.50E+00	6.74E-01	3.57E-01	3.17E-01	88.09
40		60	ไม่มี	1	98.8	9.9275	23790	32046	3.9	59.17	3.43E+00	2.56E+00	5.82E-01	3.24E-01	2.57E-01	72.15
41		60	ไม่มี	1	99.08	9.9275	23362	33759	3.9	59.17	3.43E+00	2.39E+00	5.83E-01	2.83E-01	3.00E-01	79.04
42		60	ไม่มี	2	137.6	9.9275	21283	34493	3.9	59.17	3.43E+00	2.14E+00	8.10E-01	3.15E-01	4.95E-01	121.58
43		60	ไม่มี	2	124.04	9.9275	21527	33270	3.9	59.17	3.43E+00	2.24E+00	7.30E-01	3.12E-01	4.19E-01	105.88
44		60	ไม่มี	2	101.84	9.9275	20793	31802	3.9	59.17	3.43E+00	2.26E+00	5.99E-01	2.61E-01	3.38E-01	83.9
45		60	ไม่มี	2	115.64	9.9275	22017	32597	3.9	59.17	3.43E+00	2.34E+00	6.81E-01	3.16E-01	3.65E-01	89.94
46		60	ไม่มี	2	109.7	9.9275	21038	32750	3.9	59.17	3.43E+00	2.23E+00	6.46E-01	2.72E-01	3.74E-01	94.57
47				ค่าเฉลี่ย	115.04	9.93	22463	33265	3.90	59.17	3.43E+00	2.34E+00	6.77E-01	3.14E-01	3.63E-01	93.69
48	20	60	ไม่มี	1	116.67	9.9275	23117	33239	3.9	59.17	3.43E+00	2.40E+00	6.87E-01	3.37E-01	3.50E-01	92.21
49		60	ไม่มี	1	123.08	9.9275	23607	34217	3.9	59.17	3.43E+00	2.39E+00	7.24E-01	3.50E-01	3.74E-01	93.85
50		60	ไม่มี	1	120.67	9.9275	23204	33331	3.9	59.17	3.43E+00	2.41E+00	7.10E-01	3.49E-01	3.61E-01	103.79
51		60	ไม่มี	1	108.81	9.9275	23729	32291	3.9	59.17	3.43E+00	2.54E+00	6.40E-01	3.50E-01	2.91E-01	85.78
52		60	ไม่มี	1	110.41	9.9275	22567	33453	3.9	59.17	3.43E+00	2.33E+00	6.50E-01	3.01E-01	3.49E-01	84.41
53		60	ไม่มี	2	100.54	9.9275	21527	32444	3.9	59.17	3.43E+00	2.30E+00	5.92E-01	2.65E-01	3.27E-01	75.49
54		60	ไม่มี	2	106.35	9.9275	22750	32169	3.9	59.17	3.43E+00	2.44E+00	6.26E-01	3.17E-01	3.09E-01	
55		60	ไม่มี	2	102.85	9.9275	21405	31274	3.9	59.17	3.43E+00	2.37E+00	6.05E-01	2.88E-01	3.17E-01	85.46
56		60	ไม่มี	2	146.03	9.9275	22628	34248	3.9	59.17	3.43E+00	2.29E+00	8.60E-01	3.82E-01	4.78E-01	106.34
57		60	ไม่มี	2	96.01	9.9275	23240	35227	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	5.65E-01	2.50E-01	3.15E-01	
58				ค่าเฉลี่ย	113.14	9.93	22777	33189	3.90	59.17	3.43E+00	2.37E+00	6.66E-01	3.19E-01	3.47E-01	90.92
59		หมายเหตุ	ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากการนำมังคุดในแต่ละซ้ำมาบีบนำมังคุดรวมกันจึงได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 2 ชุด													

ผก.5(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1														
2	การสูญเสียน้ำหนัก	น้ำหนักเปลือกแข็ง	ชั้นลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อชั้น	กรด(ไม่ชั้น)	กรด(ชั้น)	น้ำตาลไม่ชั้น	น้ำตาลชั้น	L	a	b	
3	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ				
4	-10316.00	1.5	0.74	0.74	1.00	1			23.18	21.13	31.66	-0.08	1.54	
5	-13544.00	2.73	0.84	0.84	1.00	1			22.87	20.87	30.66	0.07	1.75	
6	-10797.00	0.61	0.58	0.58	1.00	0					31.73	-0.16	1.24	
7	-9652.00	0.99	0.65	0.77	0.84	0					32.95	-0.17	2.26	
8	-10767.00	1.08	0.6	0.72	0.83	0					32.93	-0.13	1.19	
9	-5516.00	2.17	0.72	0.91	0.79	0	3.44	3.47			33.01	-0.18	1.67	
10	-5609.00	0.7	0.5	0.8	0.63	0	3.71	3.51			32.73	-0.04	2.05	
11	-4553.50	1.18	0.77	1.07	0.72	0					32.15	-0.57	3.57	
12	-5238.50	2.28	0.96	0.96	1.00	1					32.7	0.04	2.6	
13	-7217.00	2.69	0.74	1.04	0.71	2					31.58	0.17	2.94	
14	-8321.00	1.59	0.71	0.84	0.85	0.50	3.58	3.49	23.02	21.00	32.21	-0.11	2.08	
15	-10870.00	0.81	0.75	0.75	1.00	0			23.26	20.43	32.9	0.03	2.92	
16	-9896.00	0.18	0.39	0.66	0.59	0			23.26	20.43	31.5	-0.08	1.16	
17	-12553.00	e												
18	-9773.00	e												
19	-9878.00	0.72	0.75	0.75	1.00	1	3.22	3.35			32.76	0.06	2.51	
20	-4378.50	0.44	0.63	0.87	0.72	0	3.35	3.16			31.87	-0.01	1.03	
21	-4840.00													
22	-4674.00	1.53	0.76	0.76	1.00	1					32.08	0.09	1.94	
23	-3934.50	1.06	0.77	0.95	0.81	0					33.91	-0.11	2.75	
24	-5632.00													
25	-7642.90	0.79	0.68	0.79	0.85	0.33	3.29	3.26	23.26	20.43	32.50	0.00	2.05	
26	-9436.00								23.42	20.18				
27	-8957.00								23.26	20.18				
28	-9826.00													
29	-12483.00	2.56												
30	-9590.00	0.81	0.69	0.86	0.80	0	3.38	2.95			33.11	-0.11	2.77	

ผก.5(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
31	-4509.50	2.19	0.9	0.9	1.00	1	3.01	2.83			32.61	-0.11	2.87	
32	-4265.50	0.85	0.67	0.82	0.82	0					34	0.09	2.01	
33	-5499.50	2.54	0.68	0.68	1.00	2					28.46	0.13	2.25	
34	-4271.50	0.91	0.5	0.9	0.56	0					33.51	0.01	2.56	
35	-4751.00	6.31	0.67	0.67	1.00	0					30.72	0	1.97	
36	-7358.90	2.31	0.69	0.81	0.86	0.50	3.20	2.89	23.34	20.18	32.07	0.00	2.41	
37	-11533.00	4.98	0.85	0.85	1.00	0	3.27	2.55	20.18	18.11	31.74	0.03	2.16	
38	-8442.00					2			19.94	17.91	30.7	0.84	4	
39	-8709.00													
40	-7115.00													
41	-7804.00					0					33.49	0.05	1.49	
42	-5979.00	3.15	0.93	0.93	1.00	2	3.2	3.87			30.31	0.32	3.11	
43	-5194.00	20.5	0.665	0.665	1.00	2					28.5	0.41	2.41	
44	-4095.00													
45	-4397.00													
46	-4628.50													
47	-6789.65	9.54	0.82	0.82	1.00	1.20	3.24	3.21	20.06	18.01	30.95	0.33	2.63	
48	-9121.00	6.68	0.76	0.76	1.00	0	3.53	3.53	18.01		32.57	-0.05	2.58	
49	-9285.00								18.11					
50	-10279.00													
51	-8478.00													
52	-8341.00	8.56	0.685	0.685	1.00	0					32.22	0.11	2.63	
53	-3674.50													
54														
55	-4173.00	8.73	0.84	0.84	1.00	0	3.28	3.28			31.9	-0.09	2.7	
56	-5217.00													
57														
58	-7321.06	7.99	0.76	0.76	1.00	0.00	3.41	3.41	18.06	#DIV/0!	32.23	-0.01	2.64	
59														

ผก.5(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	ตาราง ผก.6 ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 20 ซม.ใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3															
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	เวลาขาเข้า	เวลาขาออก	ระยะ S	ระยะ L	ความเร็วขาเข้า	ความเร็วขาออก	พง.ขาเข้า	พง.ขาออก	พง.วัสดุดูดกลืน	พง.มังคุดดูดกลืน
3		ซม.			กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	จูล
4	0	20	แผ่นโฟม	1	108.06	9.9275	23729	33514	3.9	17.36	1.98E+00	1.49E+00	2.12E-01	1.20E-01	1.09E-02	8.09E-02
5		20	แผ่นโฟม	1	140.48	9.9275	24218	36205	3.9	17.36	1.98E+00	1.43E+00	2.76E-01	1.43E-01	2.53E-02	1.07E-01
6		20	แผ่นโฟม	1	113.4	9.9275	24830	34003	3.9	17.36	1.98E+00	1.53E+00	2.22E-01	1.32E-01	1.29E-02	7.72E-02
7		20	แผ่นโฟม	1	101.74	9.9275	22750	31313	3.9	17.36	1.98E+00	1.52E+00	2.00E-01	1.18E-01	8.74E-03	7.31E-02
8		20	แผ่นโฟม	1	113.72	9.9275	23484	32413	3.9	17.36	1.98E+00	1.52E+00	2.23E-01	1.31E-01	1.31E-02	7.90E-02
9		20	แผ่นโฟม	2	117.77	9.9275	22445	33942	3.9	17.36	1.98E+00	1.42E+00	2.31E-01	1.18E-01	1.47E-02	9.82E-02
10		20	แผ่นโฟม	2	119.84	9.9275	21833	33698	3.9	17.36	1.98E+00	1.40E+00	2.35E-01	1.17E-01	1.55E-02	1.03E-01
11		20	แผ่นโฟม	2	96.2	9.9275	21650	33178	3.9	17.36	1.98E+00	1.40E+00	1.89E-01	9.47E-02	6.99E-03	8.71E-02
12		20	แผ่นโฟม	2	111.38	9.9275	21527	33606	3.9	17.36	1.98E+00	1.38E+00	2.19E-01	1.07E-01	1.22E-02	9.97E-02
13		20	แผ่นโฟม	2	154.69	9.9275	21289	32291	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	3.04E-01	1.55E-01	3.33E-02	1.16E-01
14				ค่าเฉลี่ย	117.73	9.93	22776	33416	3.90	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.31E-01	1.24E-01	1.54E-02	9.21E-02
15	5	20	แผ่นโฟม	1	120.92	9.9275	22995	33636	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.37E-01	1.28E-01	1.60E-02	9.37E-02
16		20	แผ่นโฟม	1	109.32	9.9275	23729	31802	3.9	17.36	1.98E+00	1.55E+00	2.14E-01	1.32E-01	1.14E-02	7.12E-02
17		20	แผ่นโฟม	1	137.78	9.9275	24708	32780	3.9	17.36	1.98E+00	1.57E+00	2.70E-01	1.69E-01	2.39E-02	7.74E-02
18		20	แผ่นโฟม	1	109.26	9.9275	23240	31557	3.9	17.36	1.98E+00	1.54E+00	2.14E-01	1.29E-01	1.14E-02	7.38E-02
19		20	แผ่นโฟม	1	111.55	9.9275	23240	33025	3.9	17.36	1.98E+00	1.48E+00	2.19E-01	1.23E-01	1.22E-02	8.37E-02
20		20	แผ่นโฟม	2	96.62	9.9275	21344	32352	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	1.90E-01	9.66E-02	7.12E-03	8.58E-02
21		20	แผ่นโฟม	2	105.08	9.9275	21955	31939	3.9	17.36	1.98E+00	1.46E+00	2.06E-01	1.12E-01	9.87E-03	8.45E-02
22		20	แผ่นโฟม	2	104.79	9.9275	22995	33759	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.06E-01	1.10E-01	9.77E-03	8.59E-02
23		20	แผ่นโฟม	2	99.04	9.9275	20793	31557	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	1.94E-01	9.89E-02	7.87E-03	8.76E-02
24		20	แผ่นโฟม	2	123.74	9.9275	21038	31557	3.9	17.36	1.98E+00	1.43E+00	2.43E-01	1.26E-01	1.72E-02	9.99E-02
25				ค่าเฉลี่ย	111.81	9.93	22604	32396	3.90	17.36	1.98E+00	1.48E+00	2.19E-01	1.22E-01	1.27E-02	8.43E-02
26	10	20	แผ่นโฟม	1	110.27	9.9275	238.51	32296	3.9	17.36	1.98E+00	7.20E-01	2.16E-01	2.85E-02	1.17E-02	1.76E-01
27		20	แผ่นโฟม	1	108.95	9.9275	24463	37633	3.9	17.36	1.98E+00	1.40E+00	2.14E-01	1.07E-01	1.12E-02	9.59E-02
28		20	แผ่นโฟม	1	113.85	9.9275	23851	32903	3.9	17.36	1.98E+00	1.52E+00	2.23E-01	1.31E-01	1.31E-02	7.89E-02
29		20	แผ่นโฟม	1	140.7	9.9275	23362	34370	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.76E-01	1.47E-01	2.54E-02	1.03E-01
30		20	แผ่นโฟม	1	108.51	9.9275	23117	32046	3.9	17.36	1.98E+00	1.51E+00	2.13E-01	1.24E-01	1.11E-02	7.76E-02
31		20	แผ่นโฟม	2	108.15	9.9275	21283	32001	3.9	17.36	1.98E+00	1.42E+00	2.12E-01	1.09E-01	1.10E-02	9.18E-02

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
32		20	แผ่นโฟม	2	102.25	9.9275	21527	30946	3.9	17.36	1.98E+00	1.47E+00	2.01E-01	1.11E-01	8.91E-03	8.10E-02
33		20	แผ่นโฟม	2	127.35	9.9275	23974	37428	3.9	17.36	1.98E+00	1.38E+00	2.50E-01	1.22E-01	1.88E-02	1.09E-01
34		20	แผ่นโฟม	2	98.57	9.9275	22995	25532	3.9	17.36	1.98E+00	1.81E+00	1.93E-01	1.62E-01	7.72E-03	2.40E-02
35		20	แผ่นโฟม	2	111.98	9.9275	22261	32536	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.20E-01	1.18E-01	1.24E-02	8.91E-02
36				ค่าเฉลี่ย	113.06	9.93	20707	32769	3.90	17.36	1.98E+00	1.41E+00	2.22E-01	1.16E-01	1.31E-02	9.27E-02
37	15	20	แผ่นโฟม	1	138.6	9.9275	23607	33392	3.9	17.36	1.98E+00	1.49E+00	2.72E-01	1.54E-01	2.43E-02	9.37E-02
38		20	แผ่นโฟม	1	110.61	9.9275	23484	35716	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	2.17E-01	1.10E-01	1.19E-02	9.51E-02
39		20	แผ่นโฟม	1	114.53	9.9275	23729	32824	3.9	17.36	1.98E+00	1.52E+00	2.25E-01	1.32E-01	1.34E-02	7.98E-02
40		20	แผ่นโฟม	1	98.8	9.9275	23790	32046	3.9	17.36	1.98E+00	1.55E+00	1.94E-01	1.18E-01	7.79E-03	6.77E-02
41		20	แผ่นโฟม	1	99.08	9.9275	23362	33759	3.9	17.36	1.98E+00	1.47E+00	1.94E-01	1.06E-01	7.86E-03	8.01E-02
42		20	แผ่นโฟม	2	137.6	9.9275	21283	34493	3.9	17.36	1.98E+00	1.35E+00	2.70E-01	1.25E-01	2.38E-02	1.21E-01
43		20	แผ่นโฟม	2	124.04	9.9275	21527	33270	3.9	17.36	1.98E+00	1.39E+00	2.43E-01	1.21E-01	1.74E-02	1.05E-01
44		20	แผ่นโฟม	2	101.84	9.9275	20793	31802	3.9	17.36	1.98E+00	1.40E+00	2.00E-01	1.01E-01	8.77E-03	9.05E-02
45		20	แผ่นโฟม	2	115.64	9.9275	22017	32597	3.9	17.36	1.98E+00	1.44E+00	2.27E-01	1.20E-01	1.38E-02	9.33E-02
46		20	แผ่นโฟม	2	109.7	9.9275	21038	32750	3.9	17.36	1.98E+00	1.39E+00	2.15E-01	1.05E-01	1.15E-02	9.82E-02
47				ค่าเฉลี่ย	115.04	9.93	22463	33265	3.90	17.36	1.98E+00	1.44E+00	2.26E-01	1.19E-01	1.41E-02	9.25E-02
48	20	20	แผ่นโฟม	1	116.67	9.9275	23117	33239	3.9	17.36	1.98E+00	1.47E+00	2.29E-01	1.26E-01	1.42E-02	8.84E-02
49		20	แผ่นโฟม	1	123.08	9.9275	23607	34217	3.9	17.36	1.98E+00	1.46E+00	2.41E-01	1.32E-01	1.69E-02	9.29E-02
50		20	แผ่นโฟม	1	120.67	9.9275	23204	33331	3.9	17.36	1.98E+00	1.47E+00	2.37E-01	1.31E-01	1.59E-02	9.00E-02
51		20	แผ่นโฟม	1	108.81	9.9275	23729	32291	3.9	17.36	1.98E+00	1.54E+00	2.13E-01	1.28E-01	1.12E-02	7.41E-02
52		20	แผ่นโฟม	1	110.41	9.9275	22567	33453	3.9	17.36	1.98E+00	1.44E+00	2.17E-01	1.14E-01	1.18E-02	9.07E-02
53		20	แผ่นโฟม	2	100.54	9.9275	21527	32444	3.9	17.36	1.98E+00	1.42E+00	1.97E-01	1.01E-01	8.35E-03	8.75E-02
54		20	แผ่นโฟม	2	106.35	9.9275	22750	32169	3.9	17.36	1.98E+00	1.49E+00	2.09E-01	1.18E-01	1.03E-02	8.02E-02
55		20	แผ่นโฟม	2	102.85	9.9275	21405	31274	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.02E-01	1.09E-01	9.11E-03	8.40E-02
56		20	แผ่นโฟม	2	146.03	9.9275	22628	34248	3.9	17.36	1.98E+00	1.42E+00	2.87E-01	1.46E-01	2.83E-02	1.12E-01
57		20	แผ่นโฟม	2	96.01	9.9275	23240	35227	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	1.88E-01	9.60E-02	6.93E-03	8.54E-02
58				ค่าเฉลี่ย	113.14	9.93	22777	33189	3.90	17.36	1.98E+00	1.46E+00	2.22E-01	1.20E-01	1.33E-02	8.85E-02
59		หมายเหตุ	ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากการนำมังคุดในแต่ละซ้ำมาบีบนำมังคุดรวมกันจึงได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 2 ชุด													

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1															
2	มวลหลังกระแทก	การสูญเสียน้ำหนัก	น้ำหนักเปลือกแข็ง	ชั้นลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อชั้น	กรด(ไม่ชั้น)	กรด(ชั้น)	น้ำตาลไม่ชั้น	น้ำตาลชั้น	L	a	b	
3	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ				
4	104.16	3.61	1.5	0.74	0.74	1.00	1			23.18	21.13	31.66	-0.08	1.54	
5	136.44	2.88	2.73	0.84	0.84	1.00	1			22.87	20.87	30.66	0.07	1.75	
6	108.97	3.91	0.61	0.58	0.58	1.00	0					31.73	-0.16	1.24	
7	97.52	4.15	0.99	0.65	0.77	0.84	0					32.95	-0.17	2.26	
8	108.67	4.44	1.08	0.6	0.72	0.83	0					32.93	-0.13	1.19	
9	112.32	4.63	2.17	0.72	0.91	0.79	0	3.44	3.47			33.01	-0.18	1.67	
10	114.18	4.72	0.7	0.5	0.8	0.63	0	3.71	3.51			32.73	-0.04	2.05	
11	93.07	3.25	1.18	0.77	1.07	0.72	0					32.15	-0.57	3.57	
12	106.77	4.14	2.28	0.96	0.96	1.00	1					32.7	0.04	2.6	
13	146.34	5.40	2.69	0.74	1.04	0.71	2					31.58	0.17	2.94	
14	112.84	4.11	1.59	0.71	0.84	0.85	0.50	3.58	3.49	23.02	21.00	32.21	-0.11	2.08	
15	109.7	9.28	0.81	0.75	0.75	1.00	0			23.26	20.43	32.9	0.03	2.92	
16	99.96	8.56	0.18	0.39	0.66	0.59	0			23.26	20.43	31.5	-0.08	1.16	
17	126.53	8.17	e												
18	98.73	9.64	e												
19	99.78	10.55	0.72	0.75	0.75	1.00	1	3.22	3.35			32.76	0.06	2.51	
20	89.57	7.30	0.44	0.63	0.87	0.72	0	3.35	3.16			31.87	-0.01	1.03	
21	98.8	5.98													
22	95.48	8.88	1.53	0.76	0.76	1.00	1					32.08	0.09	1.94	
23	80.69	18.53	1.06	0.77	0.95	0.81	0					33.91	-0.11	2.75	
24	114.64	7.35													
25	101.39	9.42	0.79	0.68	0.79	0.85	0.33	3.29	3.26	23.26	20.43	32.50	0.00	2.05	
26	95.36	13.52								23.42	20.18				
27	90.57	16.87								23.26	20.18				
28	99.26	12.82													
29	125.83	10.57	2.56												
30	96.9	10.70	0.81	0.69	0.86	0.80	0	3.38	2.95			33.11	-0.11	2.77	
31	92.19	14.76	2.19	0.9	0.9	1.00	1	3.01	2.83			32.61	-0.11	2.87	

ผก.6(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
32	87.31	14.61	0.85	0.67	0.82	0.82	0					34	0.09	2.01	
33	111.99	12.06	2.54	0.68	0.68	1.00	2					28.46	0.13	2.25	
34	87.43	11.30	0.91	0.5	0.9	0.56	0					33.51	0.01	2.56	
35	97.02	13.36	6.31	0.67	0.67	1.00	0					30.72	0	1.97	
36	98.39	13.06	2.31	0.69	0.81	0.86	0.50	3.20	2.89	23.34	20.18	32.07	0.00	2.41	
37	116.33	16.07	4.98	0.85	0.85	1.00	0	3.27	2.55	20.18	18.11	31.74	0.03	2.16	
38	85.42	22.77					2			19.94	17.91	30.7	0.84	4	
39	88.09	23.09													
40	72.15	26.97													
41	79.04	20.23					0					33.49	0.05	1.49	
42	121.58	11.64	3.15	0.93	0.93	1.00	2	3.2	3.87			30.31	0.32	3.11	
43	105.88	14.64	20.5	0.665	0.665	1.00	2					28.5	0.41	2.41	
44	83.9	17.62													
45	89.94	22.22													
46	94.57	13.79													
47	93.69	18.90	9.54	0.82	0.82	1.00	1.20	3.24	3.21	20.06	18.01	30.95	0.33	2.63	
48	92.21	20.97	6.68	0.76	0.76	1.00	0	3.53	3.53	18.01		32.57	-0.05	2.58	
49	93.85	23.75								18.11					
50	103.79	13.99													
51	85.78	21.17													
52	84.41	23.55	8.56	0.685	0.685	1.00	0					32.22	0.11	2.63	
53	75.49	24.92													
54															
55	85.46	16.91	8.73	0.84	0.84	1.00	0	3.28	3.28			31.9	-0.09	2.7	
56	106.34	27.18													
57															
58	90.92	21.55	7.99	0.76	0.76	1.00	0.00	3.41	3.41	18.06		32.23	-0.01	2.64	
59															

ผก.6(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	ตาราง ผก.7 ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 40 ซม.ใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3															
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	เวลาขาเข้า	เวลาขาออก	ระยะ S	ระยะ L	ความเร็วขาเข้า	ความเร็วขาออก	พง.ขาเข้า	พง.ขาออก	พง.วัสดุดูดกลืน	พง.มังคุดดูดกลืน
3		ซม.			กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	จูล
4	0	40	แผ่นโฟม	1	108.06	9.9275	23729	33514	3.9	38.75	2.80E+00	2.01E+00	4.24E-01	2.19E-01	7.97E-02	1.25E-01
5		40	แผ่นโฟม	1	140.48	9.9275	24218	36205	3.9	38.75	2.80E+00	1.91E+00	5.51E-01	2.56E-01	1.49E-01	1.46E-01
6		40	แผ่นโฟม	1	113.4	9.9275	24830	34003	3.9	38.75	2.80E+00	2.07E+00	4.45E-01	2.44E-01	8.97E-02	1.12E-01
7		40	แผ่นโฟม	1	101.74	9.9275	22750	31313	3.9	38.75	2.80E+00	2.06E+00	3.99E-01	2.17E-01	6.86E-02	1.14E-01
8		40	แผ่นโฟม	1	113.72	9.9275	23484	32413	3.9	38.75	2.80E+00	2.06E+00	4.46E-01	2.41E-01	9.03E-02	1.15E-01
9		40	แผ่นโฟม	2	117.77	9.9275	22445	33942	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	4.62E-01	2.10E-01	9.83E-02	1.54E-01
10		40	แผ่นโฟม	2	119.84	9.9275	21833	33698	3.9	38.75	2.80E+00	1.85E+00	4.70E-01	2.06E-01	1.03E-01	1.62E-01
11		40	แผ่นโฟม	2	96.2	9.9275	21650	33178	3.9	38.75	2.80E+00	1.87E+00	3.77E-01	1.68E-01	5.95E-02	1.50E-01
12		40	แผ่นโฟม	2	111.38	9.9275	21527	33606	3.9	38.75	2.80E+00	1.83E+00	4.37E-01	1.87E-01	8.58E-02	1.64E-01
13		40	แผ่นโฟม	2	154.69	9.9275	21289	32291	3.9	38.75	2.80E+00	1.88E+00	6.07E-01	2.75E-01	1.87E-01	1.46E-01
14				ค่าเฉลี่ย	117.73	9.93	22776	33416	3.90	38.75	2.80E+00	1.94E+00	4.62E-01	2.22E-01	1.01E-01	1.39E-01
15	5	40	แผ่นโฟม	1	120.92	9.9275	22995	33636	3.9	38.75	2.80E+00	1.95E+00	4.74E-01	2.30E-01	1.05E-01	1.40E-01
16		40	แผ่นโฟม	1	109.32	9.9275	23729	31802	3.9	38.75	2.80E+00	2.12E+00	4.29E-01	2.45E-01	8.20E-02	1.02E-01
17		40	แผ่นโฟม	1	137.78	9.9275	24708	32780	3.9	38.75	2.80E+00	2.14E+00	5.41E-01	3.14E-01	1.43E-01	8.34E-02
18		40	แผ่นโฟม	1	109.26	9.9275	23240	31557	3.9	38.75	2.80E+00	2.09E+00	4.29E-01	2.39E-01	8.19E-02	1.08E-01
19		40	แผ่นโฟม	1	111.55	9.9275	23240	33025	3.9	38.75	2.80E+00	2.00E+00	4.38E-01	2.24E-01	8.62E-02	1.28E-01
20		40	แผ่นโฟม	2	96.62	9.9275	21344	32352	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	3.79E-01	1.72E-01	6.02E-02	1.47E-01
21		40	แผ่นโฟม	2	105.08	9.9275	21955	31939	3.9	38.75	2.80E+00	1.96E+00	4.12E-01	2.02E-01	7.43E-02	1.36E-01
22		40	แผ่นโฟม	2	104.79	9.9275	22995	33759	3.9	38.75	2.80E+00	1.94E+00	4.11E-01	1.98E-01	7.38E-02	1.40E-01
23		40	แผ่นโฟม	2	99.04	9.9275	20793	31557	3.9	38.75	2.80E+00	1.88E+00	3.89E-01	1.76E-01	6.41E-02	1.49E-01
24		40	แผ่นโฟม	2	123.74	9.9275	21038	31557	3.9	38.75	2.80E+00	1.90E+00	4.86E-01	2.24E-01	1.11E-01	1.51E-01
25				ค่าเฉลี่ย	111.81	9.93	22604	32396	3.90	38.75	2.80E+00	1.99E+00	4.39E-01	2.22E-01	8.81E-02	1.28E-01
26	10	40	แผ่นโฟม	1	110.27	9.9275	238.51	32296	3.9	38.75	2.80E+00	4.96E-01	4.33E-01	1.36E-02	8.37E-02	3.35E-01
27		40	แผ่นโฟม	1	108.95	9.9275	24463	37633	3.9	38.75	2.80E+00	1.86E+00	4.28E-01	1.88E-01	8.13E-02	1.58E-01
28		40	แผ่นโฟม	1	113.85	9.9275	23851	32903	3.9	38.75	2.80E+00	2.06E+00	4.47E-01	2.41E-01	9.06E-02	1.15E-01
29		40	แผ่นโฟม	1	140.7	9.9275	23362	34370	3.9	38.75	2.80E+00	1.94E+00	5.52E-01	2.64E-01	1.50E-01	1.38E-01

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
30		40	แผ่นโฟม	1	108.51	9.9275	23117	32046	3.9	38.75	2.80E+00	2.05E+00	4.26E-01	2.28E-01	8.05E-02	1.17E-01
31		40	แผ่นโฟม	2	108.15	9.9275	21283	32001	3.9	38.75	2.80E+00	1.90E+00	4.24E-01	1.95E-01	7.98E-02	1.49E-01
32		40	แผ่นโฟม	2	102.25	9.9275	21527	30946	3.9	38.75	2.80E+00	1.98E+00	4.01E-01	2.01E-01	6.94E-02	1.31E-01
33		40	แผ่นโฟม	2	127.35	9.9275	23974	37428	3.9	38.75	2.80E+00	1.83E+00	5.00E-01	2.14E-01	1.19E-01	1.67E-01
34		40	แผ่นโฟม	2	98.57	9.9275	22995	25532	3.9	38.75	2.80E+00	2.53E+00	3.87E-01	3.16E-01	6.33E-02	7.46E-03
35		40	แผ่นโฟม	2	111.98	9.9275	22261	32536	3.9	38.75	2.80E+00	1.95E+00	4.39E-01	2.13E-01	8.70E-02	1.39E-01
36				ค่าเฉลี่ย	113.06	9.93	20707	32769	3.90	38.75	2.80E+00	1.86E+00	4.44E-01	2.07E-01	9.04E-02	1.46E-01
37	15	40	แผ่นโฟม	1	138.6	9.9275	23607	33392	3.9	38.75	2.80E+00	2.01E+00	5.44E-01	2.80E-01	1.45E-01	1.19E-01
38		40	แผ่นโฟม	1	110.61	9.9275	23484	35716	3.9	38.75	2.80E+00	1.88E+00	4.34E-01	1.95E-01	8.44E-02	1.54E-01
39		40	แผ่นโฟม	1	114.53	9.9275	23729	32824	3.9	38.75	2.80E+00	2.05E+00	4.49E-01	2.42E-01	9.19E-02	1.16E-01
40	"	40	แผ่นโฟม	1	98.8	9.9275	23790	32046	3.9	38.75	2.80E+00	2.11E+00	3.88E-01	2.19E-01	6.37E-02	1.05E-01
41		40	แผ่นโฟม	1	99.08	9.9275	23362	33759	3.9	38.75	2.80E+00	1.97E+00	3.89E-01	1.93E-01	6.41E-02	1.32E-01
42		40	แผ่นโฟม	2	137.6	9.9275	21283	34493	3.9	38.75	2.80E+00	1.77E+00	5.40E-01	2.16E-01	1.42E-01	1.82E-01
43		40	แผ่นโฟม	2	124.04	9.9275	21527	33270	3.9	38.75	2.80E+00	1.85E+00	4.87E-01	2.13E-01	1.11E-01	1.63E-01
44		40	แผ่นโฟม	2	101.84	9.9275	20793	31802	3.9	38.75	2.80E+00	1.87E+00	4.00E-01	1.78E-01	6.87E-02	1.53E-01
45		40	แผ่นโฟม	2	115.64	9.9275	22017	32597	3.9	38.75	2.80E+00	1.93E+00	4.54E-01	2.15E-01	9.41E-02	1.45E-01
46		40	แผ่นโฟม	2	109.7	9.9275	21038	32750	3.9	38.75	2.80E+00	1.84E+00	4.30E-01	1.86E-01	8.27E-02	1.62E-01
47				ค่าเฉลี่ย	115.04	9.93	22463	33265	3.90	38.75	2.80E+00	1.93E+00	4.51E-01	2.14E-01	9.48E-02	1.43E-01
48	20	40	แผ่นโฟม	1	116.67	9.9275	23117	33239	3.9	38.75	2.80E+00	1.98E+00	4.58E-01	2.29E-01	9.61E-02	1.33E-01
49		40	แผ่นโฟม	1	123.08	9.9275	23607	34217	3.9	38.75	2.80E+00	1.97E+00	4.83E-01	2.38E-01	1.09E-01	1.36E-01
50		40	แผ่นโฟม	1	120.67	9.9275	23204	33331	3.9	38.75	2.80E+00	1.98E+00	4.74E-01	2.37E-01	1.04E-01	1.32E-01
51		40	แผ่นโฟม	1	108.81	9.9275	23729	32291	3.9	38.75	2.80E+00	2.09E+00	4.27E-01	2.37E-01	8.10E-02	1.09E-01
52		40	แผ่นโฟม	1	110.41	9.9275	22567	33453	3.9	38.75	2.80E+00	1.92E+00	4.33E-01	2.05E-01	8.40E-02	1.45E-01
53		40	แผ่นโฟม	2	100.54	9.9275	21527	32444	3.9	38.75	2.80E+00	1.90E+00	3.95E-01	1.81E-01	6.66E-02	1.47E-01
54		40	แผ่นโฟม	2	106.35	9.9275	22750	32169	3.9	38.75	2.80E+00	2.01E+00	4.17E-01	2.15E-01	7.66E-02	1.25E-01
55		40	แผ่นโฟม	2	102.85	9.9275	21405	31274	3.9	38.75	2.80E+00	1.95E+00	4.04E-01	1.96E-01	7.05E-02	1.37E-01
56		40	แผ่นโฟม	2	146.03	9.9275	22628	34248	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	5.73E-01	2.60E-01	1.63E-01	1.49E-01
57		40	แผ่นโฟม	2	96.01	9.9275	23240	35227	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	3.77E-01	1.71E-01	5.92E-02	1.47E-01
58				ค่าเฉลี่ย	113.14	9.93	22777	33189	3.90	38.75	2.80E+00	1.96E+00	4.44E-01	2.17E-01	9.11E-02	1.36E-01

ผก.7(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1														
2	มวลหลังกระแทก	การสูญเสียน้ำหนัก	น้ำหนักเปลือกแข็ง	ช้ำลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อช้ำ	กรด(ไม่ช้ำ)	กรด(ช้ำ)	น้ำตาลไม่ช้ำ	น้ำตาลช้ำ	L	a	b
3	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ			
4	104.16	3.61	1.5	0.74	0.74	1.00	1			23.18	21.13	31.66	-0.08	1.54
5	136.44	2.88	2.73	0.84	0.84	1.00	1			22.87	20.87	30.66	0.07	1.75
6	108.97	3.91	0.61	0.58	0.58	1.00	0					31.73	-0.16	1.24
7	97.52	4.15	0.99	0.65	0.77	0.84	0					32.95	-0.17	2.26
8	108.67	4.44	1.08	0.6	0.72	0.83	0					32.93	-0.13	1.19
9	112.32	4.63	2.17	0.72	0.91	0.79	0	3.44	3.47			33.01	-0.18	1.67
10	114.18	4.72	0.7	0.5	0.8	0.63	0	3.71	3.51			32.73	-0.04	2.05
11	93.07	3.25	1.18	0.77	1.07	0.72	0					32.15	-0.57	3.57
12	106.77	4.14	2.28	0.96	0.96	1.00	1					32.7	0.04	2.6
13	146.34	5.40	2.69	0.74	1.04	0.71	2					31.58	0.17	2.94
14	112.84	4.11	1.59	0.71	0.84	0.85	0.50	3.58	3.49	23.02	21.00	32.21	-0.11	2.08
15	109.7	9.28	0.81	0.75	0.75	1.00	0			23.26	20.43	32.9	0.03	2.92
16	99.96	8.56	0.18	0.39	0.66	0.59	0			23.26	20.43	31.5	-0.08	1.16
17	126.53	8.17	e											
18	98.73	9.64	e											
19	99.78	10.55	0.72	0.75	0.75	1.00	1	3.22	3.35			32.76	0.06	2.51
20	89.57	7.30	0.44	0.63	0.87	0.72	0	3.35	3.16			31.87	-0.01	1.03
21	98.8	5.98												
22	95.48	8.88	1.53	0.76	0.76	1.00	1					32.08	0.09	1.94
23	80.69	18.53	1.06	0.77	0.95	0.81	0					33.91	-0.11	2.75
24	114.64	7.35												
25	101.39	9.42	0.79	0.68	0.79	0.85	0.33	3.29	3.26	23.26	20.43	32.50	0.00	2.05
26	95.36	13.52								23.42	20.18			
27	90.57	16.87								23.26	20.18			
28	99.26	12.82												
29	125.83	10.57	2.56											

ผก.7(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
30	96.9	10.70	0.81	0.69	0.86	0.80	0	3.38	2.95			33.11	-0.11	2.77
31	92.19	14.76	2.19	0.9	0.9	1.00	1	3.01	2.83			32.61	-0.11	2.87
32	87.31	14.61	0.85	0.67	0.82	0.82	0					34	0.09	2.01
33	111.99	12.06	2.54	0.68	0.68	1.00	2					28.46	0.13	2.25
34	87.43	11.30	0.91	0.5	0.9	0.56	0					33.51	0.01	2.56
35	97.02	13.36	6.31	0.67	0.67	1.00	0					30.72	0	1.97
36	98.39	13.06	2.31	0.69	0.81	0.86	0.50	3.20	2.89	23.34	20.18	32.07	0.00	2.41
37	116.33	16.07	4.98	0.85	0.85	1.00	0	3.27	2.55	20.18	18.11	31.74	0.03	2.16
38	85.42	22.77					2			19.94	17.91	30.7	0.84	4
39	88.09	23.09												
40	72.15	26.97												
41	79.04	20.23					0					33.49	0.05	1.49
42	121.58	11.64	3.15	0.93	0.93	1.00	2	3.2	3.87			30.31	0.32	3.11
43	105.88	14.64	20.5	0.665	0.665	1.00	2					28.5	0.41	2.41
44	83.9	17.62												
45	89.94	22.22												
46	94.57	13.79												
47	93.69	18.90	9.54	0.82	0.82	1.00	1.20	3.24	3.21	20.06	18.01	30.95	0.33	2.63
48	92.21	20.97	6.68	0.76	0.76	1.00	0	3.53	3.53	18.01		32.57	-0.05	2.58
49	93.85	23.75								18.11				
50	103.79	13.99												
51	85.78	21.17												
52	84.41	23.55	8.56	0.685	0.685	1.00	0					32.22	0.11	2.63
53	75.49	24.92												
54														
55	85.46	16.91	8.73	0.84	0.84	1.00	0	3.28	3.28			31.9	-0.09	2.7
56	106.34	27.18												
57														
58	90.92	21.55	7.99	0.76	0.76	1.00	0.00	3.41	3.41	18.06	#DIV/0!	32.23	-0.01	2.64

ผก.7(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	ตาราง ผก.8 ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 60 ซม.ใช้แผ่นโฟมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3															
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	เวลาขาเข้า	เวลาขาออก	ระยะ S	ระยะ L	ความเร็วขาเข้า	ความเร็วขาออก	พ.ขาเข้า	พ.ขาออก	พ.วัสดุดูดกลืน	พ.มังคุดดูดกลืน
3		ซม.			กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	จูล
4	0	60	แผ่นโฟม	1	108.06	9.9275	23729	33514	3.9	59.17	3.43E+00	2.45E+00	6.36E-01	3.23E-01	2.08E-01	1.05E-01
5		60	แผ่นโฟม	1	140.48	9.9275	24218	36205	3.9	59.17	3.43E+00	2.31E+00	8.27E-01	3.76E-01	3.74E-01	7.69E-02
6		60	แผ่นโฟม	1	113.4	9.9275	24830	34003	3.9	59.17	3.43E+00	2.52E+00	6.67E-01	3.60E-01	2.32E-01	7.55E-02
7		60	แผ่นโฟม	1	101.74	9.9275	22750	31313	3.9	59.17	3.43E+00	2.51E+00	5.99E-01	3.20E-01	1.81E-01	9.79E-02
8		60	แผ่นโฟม	1	113.72	9.9275	23484	32413	3.9	59.17	3.43E+00	2.50E+00	6.69E-01	3.56E-01	2.33E-01	8.04E-02
9		60	แผ่นโฟม	2	117.77	9.9275	22445	33942	3.9	59.17	3.43E+00	2.29E+00	6.93E-01	3.08E-01	2.52E-01	1.32E-01
10		60	แผ่นโฟม	2	119.84	9.9275	21833	33698	3.9	59.17	3.43E+00	2.24E+00	7.05E-01	3.02E-01	2.62E-01	1.41E-01
11		60	แผ่นโฟม	2	96.2	9.9275	21650	33178	3.9	59.17	3.43E+00	2.26E+00	5.66E-01	2.46E-01	1.59E-01	1.62E-01
12		60	แผ่นโฟม	2	111.38	9.9275	21527	33606	3.9	59.17	3.43E+00	2.22E+00	6.56E-01	2.74E-01	2.23E-01	1.59E-01
13		60	แผ่นโฟม	2	154.69	9.9275	21289	32291	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	9.11E-01	4.03E-01	4.62E-01	4.61E-02
14				ค่าเฉลี่ย	117.73	9.93	22776	33416	3.90	59.17	3.43E+00	2.36E+00	6.93E-01	3.27E-01	2.59E-01	1.08E-01
15	5	60	แผ่นโฟม	1	120.92	9.9275	22995	33636	3.9	59.17	3.43E+00	2.36E+00	7.12E-01	3.38E-01	2.68E-01	1.06E-01
16		60	แผ่นโฟม	1	109.32	9.9275	23729	31802	3.9	59.17	3.43E+00	2.57E+00	6.43E-01	3.62E-01	2.13E-01	6.80E-02
17		60	แผ่นโฟม	1	137.78	9.9275	24708	32780	3.9	59.17	3.43E+00	2.60E+00	8.11E-01	4.66E-01	3.58E-01	-1.26E-02
18		60	แผ่นโฟม	1	109.26	9.9275	23240	31557	3.9	59.17	3.43E+00	2.54E+00	6.43E-01	3.53E-01	2.13E-01	7.72E-02
19		60	แผ่นโฟม	1	111.55	9.9275	23240	33025	3.9	59.17	3.43E+00	2.43E+00	6.57E-01	3.30E-01	2.23E-01	1.04E-01
20		60	แผ่นโฟม	2	96.62	9.9275	21344	32352	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	5.69E-01	2.52E-01	1.61E-01	1.56E-01
21		60	แผ่นโฟม	2	105.08	9.9275	21955	31939	3.9	59.17	3.43E+00	2.38E+00	6.19E-01	2.97E-01	1.95E-01	1.27E-01
22		60	แผ่นโฟม	2	104.79	9.9275	22995	33759	3.9	59.17	3.43E+00	2.36E+00	6.17E-01	2.91E-01	1.94E-01	1.32E-01
23		60	แผ่นโฟม	2	99.04	9.9275	20793	31557	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	5.83E-01	2.58E-01	1.70E-01	1.55E-01
24		60	แผ่นโฟม	2	123.74	9.9275	21038	31557	3.9	59.17	3.43E+00	2.31E+00	7.28E-01	3.29E-01	2.82E-01	1.17E-01
25				ค่าเฉลี่ย	111.81	9.93	22604	32396	3.90	59.17	3.43E+00	2.41E+00	6.58E-01	3.27E-01	2.28E-01	1.03E-01
26	10	60	แผ่นโฟม	1	110.27	9.9275	238.51	32296	3.9	59.17	3.43E+00	4.04E-01	6.49E-01	8.98E-03	2.18E-01	4.23E-01
27		60	แผ่นโฟม	1	108.95	9.9275	24463	37633	3.9	59.17	3.43E+00	2.25E+00	6.41E-01	2.76E-01	2.12E-01	1.54E-01
28		60	แผ่นโฟม	1	113.85	9.9275	23851	32903	3.9	59.17	3.43E+00	2.50E+00	6.70E-01	3.57E-01	2.34E-01	7.98E-02
29		60	แผ่นโฟม	1	140.7	9.9275	23362	34370	3.9	59.17	3.43E+00	2.35E+00	8.28E-01	3.89E-01	3.75E-01	6.44E-02
30		60	แผ่นโฟม	1	108.51	9.9275	23117	32046	3.9	59.17	3.43E+00	2.49E+00	6.39E-01	3.37E-01	2.10E-01	9.24E-02
31		60	แผ่นโฟม	2	108.15	9.9275	21283	32001	3.9	59.17	3.43E+00	2.30E+00	6.37E-01	2.86E-01	2.08E-01	1.42E-01

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
32		60	แผ่นโฟม	2	102.25	9.9275	21527	30946	3.9	59.17	3.43E+00	2.40E+00	6.02E-01	2.96E-01	1.83E-01	1.23E-01
33		60	แผ่นโฟม	2	127.35	9.9275	23974	37428	3.9	59.17	3.43E+00	2.22E+00	7.50E-01	3.14E-01	3.01E-01	1.35E-01
34		60	แผ่นโฟม	2	98.57	9.9275	22995	25532	3.9	59.17	3.43E+00	3.10E+00	5.80E-01	4.72E-01	1.68E-01	-6.02E-02
35		60	แผ่นโฟม	2	111.98	9.9275	22261	32536	3.9	59.17	3.43E+00	2.37E+00	6.59E-01	3.13E-01	2.25E-01	1.20E-01
36				ค่าเฉลี่ย	113.06	9.93	20707	32769	3.90	59.17	3.43E+00	2.24E+00	6.65E-01	3.05E-01	2.33E-01	1.27E-01
37	15	60	แผ่นโฟม	1	138.6	9.9275	23607	33392	3.9	59.17	3.43E+00	2.44E+00	8.16E-01	4.13E-01	3.63E-01	3.97E-02
38		60	แผ่นโฟม	1	110.61	9.9275	23484	35716	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	6.51E-01	2.87E-01	2.19E-01	1.45E-01
39		60	แผ่นโฟม	1	114.53	9.9275	23729	32824	3.9	59.17	3.43E+00	2.50E+00	6.74E-01	3.57E-01	2.37E-01	8.04E-02
40		60	แผ่นโฟม	1	98.8	9.9275	23790	32046	3.9	59.17	3.43E+00	2.56E+00	5.82E-01	3.24E-01	1.69E-01	8.83E-02
41		60	แผ่นโฟม	1	99.08	9.9275	23362	33759	3.9	59.17	3.43E+00	2.39E+00	5.83E-01	2.83E-01	1.70E-01	1.29E-01
42		60	แผ่นโฟม	2	137.6	9.9275	21283	34493	3.9	59.17	3.43E+00	2.14E+00	8.10E-01	3.15E-01	3.57E-01	1.38E-01
43		60	แผ่นโฟม	2	124.04	9.9275	21527	33270	3.9	59.17	3.43E+00	2.24E+00	7.30E-01	3.12E-01	2.84E-01	1.35E-01
44		60	แผ่นโฟม	2	101.84	9.9275	20793	31802	3.9	59.17	3.43E+00	2.26E+00	5.99E-01	2.61E-01	1.81E-01	1.57E-01
45		60	แผ่นโฟม	2	115.64	9.9275	22017	32597	3.9	59.17	3.43E+00	2.34E+00	6.81E-01	3.16E-01	2.42E-01	1.23E-01
46		60	แผ่นโฟม	2	109.7	9.9275	21038	32750	3.9	59.17	3.43E+00	2.23E+00	6.46E-01	2.72E-01	2.15E-01	1.59E-01
47				ค่าเฉลี่ย	115.04	9.93	22463	33265	3.90	59.17	3.43E+00	2.34E+00	6.77E-01	3.14E-01	2.44E-01	1.19E-01
48	20	60	แผ่นโฟม	1	116.67	9.9275	23117	33239	3.9	59.17	3.43E+00	2.40E+00	6.87E-01	3.37E-01	2.47E-01	1.03E-01
49		60	แผ่นโฟม	1	123.08	9.9275	23607	34217	3.9	59.17	3.43E+00	2.39E+00	7.24E-01	3.50E-01	2.79E-01	9.57E-02
50		60	แผ่นโฟม	1	120.67	9.9275	23204	33331	3.9	59.17	3.43E+00	2.41E+00	7.10E-01	3.49E-01	2.67E-01	9.44E-02
51		60	แผ่นโฟม	1	108.81	9.9275	23729	32291	3.9	59.17	3.43E+00	2.54E+00	6.40E-01	3.50E-01	2.11E-01	7.95E-02
52		60	แผ่นโฟม	1	110.41	9.9275	22567	33453	3.9	59.17	3.43E+00	2.33E+00	6.50E-01	3.01E-01	2.18E-01	1.31E-01
53		60	แผ่นโฟม	2	100.54	9.9275	21527	32444	3.9	59.17	3.43E+00	2.30E+00	5.92E-01	2.65E-01	1.76E-01	1.51E-01
54		60	แผ่นโฟม	2	106.35	9.9275	22750	32169	3.9	59.17	3.43E+00	2.44E+00	6.26E-01	3.17E-01	2.00E-01	1.08E-01
55		60	แผ่นโฟม	2	102.85	9.9275	21405	31274	3.9	59.17	3.43E+00	2.37E+00	6.05E-01	2.88E-01	1.86E-01	1.32E-01
56		60	แผ่นโฟม	2	146.03	9.9275	22628	34248	3.9	59.17	3.43E+00	2.29E+00	8.60E-01	3.82E-01	4.07E-01	7.07E-02
57		60	แผ่นโฟม	2	96.01	9.9275	23240	35227	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	5.65E-01	2.50E-01	1.58E-01	1.56E-01
58				ค่าเฉลี่ย	113.14	9.93	22777	33189	3.90	59.17	3.43E+00	2.37E+00	6.66E-01	3.19E-01	2.35E-01	1.12E-01
59		หมายเหตุ	ปริมาณเกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากการนำมังคุดในแต่ละชั้นมาบีบนำมังคุดรวมกันจึงได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 2 ชุด													

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1															
2	มวลหลังกระแทก	การสูญเสียน้ำหนัก	น้ำหนักเปลือกแข็ง	ช้ำลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อช้ำ	กรด(ไม่ช้ำ)	กรด(ช้ำ)	น้ำตาลไม่ช้ำ	น้ำตาลช้ำ	L	a	b	
3	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ				
4	104.16	3.61	1.5	0.74	0.74	1.00	1			23.18	21.13	31.66	-0.08	1.54	
5	136.44	2.88	2.73	0.84	0.84	1.00	1			22.87	20.87	30.66	0.07	1.75	
6	108.97	3.91	0.61	0.58	0.58	1.00	0					31.73	-0.16	1.24	
7	97.52	4.15	0.99	0.65	0.77	0.84	0					32.95	-0.17	2.26	
8	108.67	4.44	1.08	0.6	0.72	0.83	0					32.93	-0.13	1.19	
9	112.32	4.63	2.17	0.72	0.91	0.79	0	3.44	3.47			33.01	-0.18	1.67	
10	114.18	4.72	0.7	0.5	0.8	0.63	0	3.71	3.51			32.73	-0.04	2.05	
11	93.07	3.25	1.18	0.77	1.07	0.72	0					32.15	-0.57	3.57	
12	106.77	4.14	2.28	0.96	0.96	1.00	1					32.7	0.04	2.6	
13	146.34	5.40	2.69	0.74	1.04	0.71	2					31.58	0.17	2.94	
14	112.84	4.11	1.59	0.71	0.84	0.85	0.50	3.58	3.49	23.02	21.00	32.21	-0.11	2.08	
15	109.7	9.28	0.81	0.75	0.75	1.00	0			23.26	20.43	32.9	0.03	2.92	
16	99.96	8.56	0.18	0.39	0.66	0.59	0			23.26	20.43	31.5	-0.08	1.16	
17	126.53	8.17	e												
18	98.73	9.64	e												
19	99.78	10.55	0.72	0.75	0.75	1.00	1	3.22	3.35			32.76	0.06	2.51	
20	89.57	7.30	0.44	0.63	0.87	0.72	0	3.35	3.16			31.87	-0.01	1.03	
21	98.8	5.98													
22	95.48	8.88	1.53	0.76	0.76	1.00	1					32.08	0.09	1.94	
23	80.69	18.53	1.06	0.77	0.95	0.81	0					33.91	-0.11	2.75	
24	114.64	7.35													
25	101.39	9.42	0.79	0.68	0.79	0.85	0.33	3.29	3.26	23.26	20.43	32.50	0.00	2.05	
26	95.36	13.52								23.42	20.18				
27	90.57	16.87								23.26	20.18				
28	99.26	12.82													
29	125.83	10.57	2.56												
30	96.9	10.70	0.81	0.69	0.86	0.80	0	3.38	2.95			33.11	-0.11	2.77	
31	92.19	14.76	2.19	0.9	0.9	1.00	1	3.01	2.83			32.61	-0.11	2.87	

ผก.8(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
32	87.31	14.61	0.85	0.67	0.82	0.82	0					34	0.09	2.01	
33	111.99	12.06	2.54	0.68	0.68	1.00	2					28.46	0.13	2.25	
34	87.43	11.30	0.91	0.5	0.9	0.56	0					33.51	0.01	2.56	
35	97.02	13.36	6.31	0.67	0.67	1.00	0					30.72	0	1.97	
36	98.39	13.06	2.31	0.69	0.81	0.86	0.50	3.20	2.89	23.34	20.18	32.07	0.00	2.41	
37	116.33	16.07	4.98	0.85	0.85	1.00	0	3.27	2.55	20.18	18.11	31.74	0.03	2.16	
38	85.42	22.77					2			19.94	17.91	30.7	0.84	4	
39	88.09	23.09													
40	72.15	26.97													
41	79.04	20.23					0					33.49	0.05	1.49	
42	121.58	11.64	3.15	0.93	0.93	1.00	2	3.2	3.87			30.31	0.32	3.11	
43	105.88	14.64	20.5	0.665	0.665	1.00	2					28.5	0.41	2.41	
44	83.9	17.62													
45	89.94	22.22													
46	94.57	13.79													
47	93.69	18.90	9.54	0.82	0.82	1.00	1.20	3.24	3.21	20.06	18.01	30.95	0.33	2.63	
48	92.21	20.97	6.68	0.76	0.76	1.00	0	3.53	3.53	18.01		32.57	-0.05	2.58	
49	93.85	23.75								18.11					
50	103.79	13.99													
51	85.78	21.17													
52	84.41	23.55	8.56	0.685	0.685	1.00	0					32.22	0.11	2.63	
53	75.49	24.92													
54															
55	85.46	16.91	8.73	0.84	0.84	1.00	0	3.28	3.28			31.9	-0.09	2.7	
56	106.34	27.18													
57															
58	90.92	21.55	7.99	0.76	0.76	1.00	0.00	3.41	3.41	18.06	#DIV/0!	32.23	-0.01	2.64	
59															

ผก.8(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	ตาราง ผก.9 ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 20 ซม.ใช้กระดาษหลุมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3															
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	เวลาขาเข้า	เวลาขาออก	ระยะ S	ระยะ L	ความเร็วขาเข้า	ความเร็วขาออก	พง.ขาเข้า	พง.ขาออก	พง.วัสดุดูดกลืน	พง.มังคุดดูดกลืน
3		ซม.			กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	จูล
4	0	20	กระดาษหลุม	1	108.06	9.9275	23729	33514	3.9	17.36	1.98E+00	1.49E+00	2.12E-01	1.20E-01	1.09E-02	8.09E-02
5		20	กระดาษหลุม	1	140.48	9.9275	24218	36205	3.9	17.36	1.98E+00	1.43E+00	2.76E-01	1.43E-01	2.53E-02	1.07E-01
6		20	กระดาษหลุม	1	113.4	9.9275	24830	34003	3.9	17.36	1.98E+00	1.53E+00	2.22E-01	1.32E-01	1.29E-02	7.72E-02
7		20	กระดาษหลุม	1	101.74	9.9275	22750	31313	3.9	17.36	1.98E+00	1.52E+00	2.00E-01	1.18E-01	8.74E-03	7.31E-02
8		20	กระดาษหลุม	1	113.72	9.9275	23484	32413	3.9	17.36	1.98E+00	1.52E+00	2.23E-01	1.31E-01	1.31E-02	7.90E-02
9		20	กระดาษหลุม	2	117.77	9.9275	22445	33942	3.9	17.36	1.98E+00	1.42E+00	2.31E-01	1.18E-01	1.47E-02	9.82E-02
10		20	กระดาษหลุม	2	119.84	9.9275	21833	33698	3.9	17.36	1.98E+00	1.40E+00	2.35E-01	1.17E-01	1.55E-02	1.03E-01
11		20	กระดาษหลุม	2	96.2	9.9275	21650	33178	3.9	17.36	1.98E+00	1.40E+00	1.89E-01	9.47E-02	6.99E-03	8.71E-02
12		20	กระดาษหลุม	2	111.38	9.9275	21527	33606	3.9	17.36	1.98E+00	1.38E+00	2.19E-01	1.07E-01	1.22E-02	9.97E-02
13		20	กระดาษหลุม	2	154.69	9.9275	21289	32291	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	3.04E-01	1.55E-01	3.33E-02	1.16E-01
14				ค่าเฉลี่ย	117.73	9.93	22776	33416	3.90	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.31E-01	1.24E-01	1.54E-02	9.21E-02
15	5	20	กระดาษหลุม	1	120.92	9.9275	22995	33636	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.37E-01	1.28E-01	1.60E-02	9.37E-02
16		20	กระดาษหลุม	1	109.32	9.9275	23729	31802	3.9	17.36	1.98E+00	1.55E+00	2.14E-01	1.32E-01	1.14E-02	7.12E-02
17		20	กระดาษหลุม	1	137.78	9.9275	24708	32780	3.9	17.36	1.98E+00	1.57E+00	2.70E-01	1.69E-01	2.39E-02	7.74E-02
18		20	กระดาษหลุม	1	109.26	9.9275	23240	31557	3.9	17.36	1.98E+00	1.54E+00	2.14E-01	1.29E-01	1.14E-02	7.38E-02
19		20	กระดาษหลุม	1	111.55	9.9275	23240	33025	3.9	17.36	1.98E+00	1.48E+00	2.19E-01	1.23E-01	1.22E-02	8.37E-02
20		20	กระดาษหลุม	2	96.62	9.9275	21344	32352	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	1.90E-01	9.66E-02	7.12E-03	8.58E-02
21		20	กระดาษหลุม	2	105.08	9.9275	21955	31939	3.9	17.36	1.98E+00	1.46E+00	2.06E-01	1.12E-01	9.87E-03	8.45E-02
22		20	กระดาษหลุม	2	104.79	9.9275	22995	33759	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.06E-01	1.10E-01	9.77E-03	8.59E-02
23		20	กระดาษหลุม	2	99.04	9.9275	20793	31557	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	1.94E-01	9.89E-02	7.87E-03	8.76E-02
24		20	กระดาษหลุม	2	123.74	9.9275	21038	31557	3.9	17.36	1.98E+00	1.43E+00	2.43E-01	1.26E-01	1.72E-02	9.99E-02
25				ค่าเฉลี่ย	111.81	9.93	22604	32396	3.90	17.36	1.98E+00	1.48E+00	2.19E-01	1.22E-01	1.27E-02	8.43E-02
26	10	20	กระดาษหลุม	1	110.27	9.9275	238.51	32296	3.9	17.36	1.98E+00	7.20E-01	2.16E-01	2.85E-02	1.17E-02	1.76E-01
27		20	กระดาษหลุม	1	108.95	9.9275	24463	37633	3.9	17.36	1.98E+00	1.40E+00	2.14E-01	1.07E-01	1.12E-02	9.59E-02
28		20	กระดาษหลุม	1	113.85	9.9275	23851	32903	3.9	17.36	1.98E+00	1.52E+00	2.23E-01	1.31E-01	1.31E-02	7.89E-02
29		20	กระดาษหลุม	1	140.7	9.9275	23362	34370	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.76E-01	1.47E-01	2.54E-02	1.03E-01
30		20	กระดาษหลุม	1	108.51	9.9275	23117	32046	3.9	17.36	1.98E+00	1.51E+00	2.13E-01	1.24E-01	1.11E-02	7.76E-02

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
31		20	กระดาษหลุม	2	108.15	9.9275	21283	32001	3.9	17.36	1.98E+00	1.42E+00	2.12E-01	1.09E-01	1.10E-02	9.18E-02
32		20	กระดาษหลุม	2	102.25	9.9275	21527	30946	3.9	17.36	1.98E+00	1.47E+00	2.01E-01	1.11E-01	8.91E-03	8.10E-02
33		20	กระดาษหลุม	2	127.35	9.9275	23974	37428	3.9	17.36	1.98E+00	1.38E+00	2.50E-01	1.22E-01	1.88E-02	1.09E-01
34		20	กระดาษหลุม	2	98.57	9.9275	22995	25532	3.9	17.36	1.98E+00	1.81E+00	1.93E-01	1.62E-01	7.72E-03	2.40E-02
35		20	กระดาษหลุม	2	111.98	9.9275	22261	32536	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.20E-01	1.18E-01	1.24E-02	8.91E-02
36				ค่าเฉลี่ย	113.06	9.93	20707	32769	3.90	17.36	1.98E+00	1.41E+00	2.22E-01	1.16E-01	1.31E-02	9.27E-02
37	15	20	กระดาษหลุม	1	138.6	9.9275	23607	33392	3.9	17.36	1.98E+00	1.49E+00	2.72E-01	1.54E-01	2.43E-02	9.37E-02
38		20	กระดาษหลุม	1	110.61	9.9275	23484	35716	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	2.17E-01	1.10E-01	1.19E-02	9.51E-02
39		20	กระดาษหลุม	1	114.53	9.9275	23729	32824	3.9	17.36	1.98E+00	1.52E+00	2.25E-01	1.32E-01	1.34E-02	7.98E-02
40		20	กระดาษหลุม	1	98.8	9.9275	23790	32046	3.9	17.36	1.98E+00	1.55E+00	1.94E-01	1.18E-01	7.79E-03	6.77E-02
41		20	กระดาษหลุม	1	99.08	9.9275	23362	33759	3.9	17.36	1.98E+00	1.47E+00	1.94E-01	1.06E-01	7.88E-03	8.01E-02
42		20	กระดาษหลุม	2	137.6	9.9275	21283	34493	3.9	17.36	1.98E+00	1.35E+00	2.70E-01	1.25E-01	2.38E-02	1.21E-01
43		20	กระดาษหลุม	2	124.04	9.9275	21527	33270	3.9	17.36	1.98E+00	1.39E+00	2.43E-01	1.21E-01	1.74E-02	1.05E-01
44		20	กระดาษหลุม	2	101.84	9.9275	20793	31802	3.9	17.36	1.98E+00	1.40E+00	2.00E-01	1.01E-01	8.77E-03	9.05E-02
45		20	กระดาษหลุม	2	115.64	9.9275	22017	32597	3.9	17.36	1.98E+00	1.44E+00	2.27E-01	1.20E-01	1.38E-02	9.33E-02
46		20	กระดาษหลุม	2	109.7	9.9275	21038	32750	3.9	17.36	1.98E+00	1.39E+00	2.15E-01	1.05E-01	1.15E-02	9.82E-02
47				ค่าเฉลี่ย	115.04	9.93	22463	33265	3.90	17.36	1.98E+00	1.44E+00	2.26E-01	1.19E-01	1.41E-02	9.25E-02
48	20	20	กระดาษหลุม	1	116.67	9.9275	23117	33239	3.9	17.36	1.98E+00	1.47E+00	2.29E-01	1.26E-01	1.42E-02	8.84E-02
49		20	กระดาษหลุม	1	123.08	9.9275	23607	34217	3.9	17.36	1.98E+00	1.46E+00	2.41E-01	1.32E-01	1.69E-02	9.29E-02
50		20	กระดาษหลุม	1	120.67	9.9275	23204	33331	3.9	17.36	1.98E+00	1.47E+00	2.37E-01	1.31E-01	1.59E-02	9.00E-02
51		20	กระดาษหลุม	1	108.81	9.9275	23729	32291	3.9	17.36	1.98E+00	1.54E+00	2.13E-01	1.28E-01	1.12E-02	7.41E-02
52		20	กระดาษหลุม	1	110.41	9.9275	22567	33453	3.9	17.36	1.98E+00	1.44E+00	2.17E-01	1.14E-01	1.18E-02	9.07E-02
53		20	กระดาษหลุม	2	100.54	9.9275	21527	32444	3.9	17.36	1.98E+00	1.42E+00	1.97E-01	1.01E-01	8.35E-03	8.75E-02
54		20	กระดาษหลุม	2	106.35	9.9275	22750	32169	3.9	17.36	1.98E+00	1.49E+00	2.09E-01	1.18E-01	1.03E-02	8.02E-02
55		20	กระดาษหลุม	2	102.85	9.9275	21405	31274	3.9	17.36	1.98E+00	1.45E+00	2.02E-01	1.09E-01	9.11E-03	8.40E-02
56		20	กระดาษหลุม	2	146.03	9.9275	22628	34248	3.9	17.36	1.98E+00	1.42E+00	2.87E-01	1.46E-01	2.83E-02	1.12E-01
57		20	กระดาษหลุม	2	96.01	9.9275	23240	35227	3.9	17.36	1.98E+00	1.41E+00	1.88E-01	9.60E-02	6.93E-03	8.54E-02
58				ค่าเฉลี่ย	113.14	9.93	22777	33189	3.90	17.36	1.98E+00	1.46E+00	2.22E-01	1.20E-01	1.33E-02	8.85E-02
59		หมายเหตุ	ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากการนำมังคุดในแต่ละซ้ำมาบีบน้ำมังคุดรวมกันจึงได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 2 ชุด													

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1															
2	มวลหลังกระแทก	การสูญเสียน้ำหนัก	น้ำหนักเปลือกแข็ง	ช้ำลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อช้ำ	กรด(ไม่ช้ำ)	กรด(ช้ำ)	น้ำตาลไม่ช้ำ	น้ำตาลช้ำ	L	a	b	
3	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ				
4	104.16	3.61	1.5	0.74	0.74	1.00	1			23.18	21.13	31.66	-0.08	1.54	
5	136.44	2.88	2.73	0.84	0.84	1.00	1			22.87	20.87	30.66	0.07	1.75	
6	108.97	3.91	0.61	0.58	0.58	1.00	0					31.73	-0.16	1.24	
7	97.52	4.15	0.99	0.65	0.77	0.84	0					32.95	-0.17	2.26	
8	108.67	4.44	1.08	0.6	0.72	0.83	0					32.93	-0.13	1.19	
9	112.32	4.63	2.17	0.72	0.91	0.79	0	3.44	3.47			33.01	-0.18	1.67	
10	114.18	4.72	0.7	0.5	0.8	0.63	0	3.71	3.51			32.73	-0.04	2.05	
11	93.07	3.25	1.18	0.77	1.07	0.72	0					32.15	-0.57	3.57	
12	106.77	4.14	2.28	0.96	0.96	1.00	1					32.7	0.04	2.6	
13	146.34	5.40	2.69	0.74	1.04	0.71	2					31.58	0.17	2.94	
14	112.84	4.11	1.59	0.71	0.84	0.85	0.50	3.58	3.49	23.02	21.00	32.21	-0.11	2.08	
15	109.7	9.28	0.81	0.75	0.75	1.00	0			23.26	20.43	32.9	0.03	2.92	
16	99.96	8.56	0.18	0.39	0.66	0.59	0			23.26	20.43	31.5	-0.08	1.16	
17	126.53	8.17	e												
18	98.73	9.64	e												
19	99.78	10.55	0.72	0.75	0.75	1.00	1	3.22	3.35			32.76	0.06	2.51	
20	89.57	7.30	0.44	0.63	0.87	0.72	0	3.35	3.16			31.87	-0.01	1.03	
21	98.8	5.98													
22	95.48	8.88	1.53	0.76	0.76	1.00	1					32.08	0.09	1.94	
23	80.69	18.53	1.06	0.77	0.95	0.81	0					33.91	-0.11	2.75	
24	114.64	7.35													
25	101.39	9.42	0.79	0.68	0.79	0.85	0.33	3.29	3.26	23.26	20.43	32.50	0.00	2.05	
26	95.36	13.52								23.42	20.18				
27	90.57	16.87								23.26	20.18				
28	99.26	12.82													
29	125.83	10.57	2.56												
30	96.9	10.70	0.81	0.69	0.86	0.80	0	3.38	2.95			33.11	-0.11	2.77	

ผก.9(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
31	92.19	14.76	2.19	0.9	0.9	1.00	1	3.01	2.83			32.61	-0.11	2.87	
32	87.31	14.61	0.85	0.67	0.82	0.82	0					34	0.09	2.01	
33	111.99	12.06	2.54	0.68	0.68	1.00	2					28.46	0.13	2.25	
34	87.43	11.30	0.91	0.5	0.9	0.56	0					33.51	0.01	2.56	
35	97.02	13.36	6.31	0.67	0.67	1.00	0					30.72	0	1.97	
36	98.39	13.06	2.31	0.69	0.81	0.86	0.50	3.20	2.89	23.34	20.18	32.07	0.00	2.41	
37	116.33	16.07	4.98	0.85	0.85	1.00	0	3.27	2.55	20.18	18.11	31.74	0.03	2.16	
38	85.42	22.77					2			19.94	17.91	30.7	0.84	4	
39	88.09	23.09													
40	72.15	26.97													
41	79.04	20.23					0					33.49	0.05	1.49	
42	121.58	11.64	3.15	0.93	0.93	1.00	2	3.2	3.87			30.31	0.32	3.11	
43	105.88	14.64	20.5	0.665	0.665	1.00	2					28.5	0.41	2.41	
44	83.9	17.62													
45	89.94	22.22													
46	94.57	13.79													
47	93.69	18.90	9.54	0.82	0.82	1.00	1.20	3.24	3.21	20.06	18.01	30.95	0.33	2.63	
48	92.21	20.97	6.68	0.76	0.76	1.00	0	3.53	3.53	18.01		32.57	-0.05	2.58	
49	93.85	23.75								18.11					
50	103.79	13.99													
51	85.78	21.17													
52	84.41	23.55	8.56	0.685	0.685	1.00	0					32.22	0.11	2.63	
53	75.49	24.92													
54															
55	85.46	16.91	8.73	0.84	0.84	1.00	0	3.28	3.28			31.9	-0.09	2.7	
56	106.34	27.18													
57															
58	90.92	21.55	7.99	0.76	0.76	1.00	0.00	3.41	3.41	18.06	#DIV/0!	32.23	-0.01	2.64	
59															

ผก.9(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	ตาราง ผก.10 ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 40 ซม.ใช้กระดาษหลุมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3															
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	เวลาขาเข้า	เวลาขาออก	ระยะ S	ระยะ L	ความเร็วขาเข้า	ความเร็วขาออก	พง.ขาเข้า	พง.ขาออก	พง.วัสดุดูดกลืน	พง.มังคุดดูดกลืน
3		ซม.			กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	จูล
4	0	40	กระดาษหลุม	1	108.06	9.9275	23729	33514	3.9	38.75	2.80E+00	2.01E+00	4.24E-01	2.19E-01	7.97E-02	1.25E-01
5		40	กระดาษหลุม	1	140.48	9.9275	24218	36205	3.9	38.75	2.80E+00	1.91E+00	5.51E-01	2.56E-01	1.49E-01	1.46E-01
6		40	กระดาษหลุม	1	113.4	9.9275	24830	34003	3.9	38.75	2.80E+00	2.07E+00	4.45E-01	2.44E-01	8.97E-02	1.12E-01
7		40	กระดาษหลุม	1	101.74	9.9275	22750	31313	3.9	38.75	2.80E+00	2.06E+00	3.99E-01	2.17E-01	6.86E-02	1.14E-01
8		40	กระดาษหลุม	1	113.72	9.9275	23484	32413	3.9	38.75	2.80E+00	2.06E+00	4.46E-01	2.41E-01	9.03E-02	1.15E-01
9		40	กระดาษหลุม	2	117.77	9.9275	22445	33942	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	4.62E-01	2.10E-01	9.83E-02	1.54E-01
10		40	กระดาษหลุม	2	119.84	9.9275	21833	33698	3.9	38.75	2.80E+00	1.85E+00	4.70E-01	2.06E-01	1.03E-01	1.62E-01
11		40	กระดาษหลุม	2	96.2	9.9275	21650	33178	3.9	38.75	2.80E+00	1.87E+00	3.77E-01	1.68E-01	5.95E-02	1.50E-01
12		40	กระดาษหลุม	2	111.38	9.9275	21527	33606	3.9	38.75	2.80E+00	1.83E+00	4.37E-01	1.87E-01	8.58E-02	1.64E-01
13		40	กระดาษหลุม	2	154.69	9.9275	21289	32291	3.9	38.75	2.80E+00	1.88E+00	6.07E-01	2.75E-01	1.87E-01	1.46E-01
14				ค่าเฉลี่ย	117.73	9.93	22776	33416	3.90	38.75	2.80E+00	1.94E+00	4.62E-01	2.22E-01	1.01E-01	1.39E-01
15	5	40	กระดาษหลุม	1	120.92	9.9275	22995	33636	3.9	38.75	2.80E+00	1.95E+00	4.74E-01	2.30E-01	1.05E-01	1.40E-01
16		40	กระดาษหลุม	1	109.32	9.9275	23729	31802	3.9	38.75	2.80E+00	2.12E+00	4.29E-01	2.45E-01	8.20E-02	1.02E-01
17		40	กระดาษหลุม	1	137.78	9.9275	24708	32780	3.9	38.75	2.80E+00	2.14E+00	5.41E-01	3.14E-01	1.43E-01	8.34E-02
18		40	กระดาษหลุม	1	109.26	9.9275	23240	31557	3.9	38.75	2.80E+00	2.09E+00	4.29E-01	2.39E-01	8.19E-02	1.08E-01
19		40	กระดาษหลุม	1	111.55	9.9275	23240	33025	3.9	38.75	2.80E+00	2.00E+00	4.38E-01	2.24E-01	8.62E-02	1.28E-01
20		40	กระดาษหลุม	2	96.62	9.9275	21344	32352	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	3.79E-01	1.72E-01	6.02E-02	1.47E-01
21		40	กระดาษหลุม	2	105.08	9.9275	21955	31939	3.9	38.75	2.80E+00	1.96E+00	4.12E-01	2.02E-01	7.43E-02	1.36E-01
22		40	กระดาษหลุม	2	104.79	9.9275	22995	33759	3.9	38.75	2.80E+00	1.94E+00	4.11E-01	1.98E-01	7.38E-02	1.40E-01
23		40	กระดาษหลุม	2	99.04	9.9275	20793	31557	3.9	38.75	2.80E+00	1.88E+00	3.89E-01	1.76E-01	6.41E-02	1.49E-01
24		40	กระดาษหลุม	2	123.74	9.9275	21038	31557	3.9	38.75	2.80E+00	1.90E+00	4.86E-01	2.24E-01	1.11E-01	1.51E-01
25				ค่าเฉลี่ย	111.81	9.93	22604	32396	3.90	38.75	2.80E+00	1.99E+00	4.39E-01	2.22E-01	8.81E-02	1.28E-01
26	10	40	กระดาษหลุม	1	110.27	9.9275	238.51	32296	3.9	38.75	2.80E+00	4.96E-01	4.33E-01	1.36E-02	8.37E-02	3.35E-01
27		40	กระดาษหลุม	1	108.95	9.9275	24463	37633	3.9	38.75	2.80E+00	1.86E+00	4.28E-01	1.88E-01	8.13E-02	1.58E-01
28		40	กระดาษหลุม	1	113.85	9.9275	23851	32903	3.9	38.75	2.80E+00	2.06E+00	4.47E-01	2.41E-01	9.06E-02	1.15E-01
29		40	กระดาษหลุม	1	140.7	9.9275	23362	34370	3.9	38.75	2.80E+00	1.94E+00	5.52E-01	2.64E-01	1.50E-01	1.38E-01
30		40	กระดาษหลุม	1	108.51	9.9275	23117	32046	3.9	38.75	2.80E+00	2.05E+00	4.26E-01	2.28E-01	8.05E-02	1.17E-01

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
31		40	กระดาษหลุม	2	108.15	9.9275	21283	32001	3.9	38.75	2.80E+00	1.90E+00	4.24E-01	1.95E-01	7.98E-02	1.49E-01
32		40	กระดาษหลุม	2	102.25	9.9275	21527	30946	3.9	38.75	2.80E+00	1.98E+00	4.01E-01	2.01E-01	6.94E-02	1.31E-01
33		40	กระดาษหลุม	2	127.35	9.9275	23974	37428	3.9	38.75	2.80E+00	1.83E+00	5.00E-01	2.14E-01	1.19E-01	1.67E-01
34		40	กระดาษหลุม	2	98.57	9.9275	22995	25532	3.9	38.75	2.80E+00	2.53E+00	3.87E-01	3.16E-01	6.33E-02	7.46E-03
35		40	กระดาษหลุม	2	111.98	9.9275	22261	32536	3.9	38.75	2.80E+00	1.95E+00	4.39E-01	2.13E-01	8.70E-02	1.39E-01
36				ค่าเฉลี่ย	113.06	9.93	20707	32769	3.90	38.75	2.80E+00	1.86E+00	4.44E-01	2.07E-01	9.04E-02	1.46E-01
37	15	40	กระดาษหลุม	1	138.6	9.9275	23607	33392	3.9	38.75	2.80E+00	2.01E+00	5.44E-01	2.80E-01	1.45E-01	1.19E-01
38		40	กระดาษหลุม	1	110.61	9.9275	23484	35716	3.9	38.75	2.80E+00	1.88E+00	4.34E-01	1.95E-01	8.44E-02	1.54E-01
39		40	กระดาษหลุม	1	114.53	9.9275	23729	32824	3.9	38.75	2.80E+00	2.05E+00	4.49E-01	2.42E-01	9.19E-02	1.16E-01
40		40	กระดาษหลุม	1	98.8	9.9275	23790	32046	3.9	38.75	2.80E+00	2.11E+00	3.88E-01	2.19E-01	6.37E-02	1.05E-01
41		40	กระดาษหลุม	1	99.08	9.9275	23362	33759	3.9	38.75	2.80E+00	1.97E+00	3.89E-01	1.93E-01	6.41E-02	1.32E-01
42		40	กระดาษหลุม	2	137.6	9.9275	21283	34493	3.9	38.75	2.80E+00	1.77E+00	5.40E-01	2.16E-01	1.42E-01	1.82E-01
43		40	กระดาษหลุม	2	124.04	9.9275	21527	33270	3.9	38.75	2.80E+00	1.85E+00	4.87E-01	2.13E-01	1.11E-01	1.63E-01
44		40	กระดาษหลุม	2	101.84	9.9275	20793	31802	3.9	38.75	2.80E+00	1.87E+00	4.00E-01	1.78E-01	6.87E-02	1.53E-01
45		40	กระดาษหลุม	2	115.64	9.9275	22017	32597	3.9	38.75	2.80E+00	1.93E+00	4.54E-01	2.15E-01	9.41E-02	1.45E-01
46		40	กระดาษหลุม	2	109.7	9.9275	21038	32750	3.9	38.75	2.80E+00	1.84E+00	4.30E-01	1.86E-01	8.27E-02	1.62E-01
47				ค่าเฉลี่ย	115.04	9.93	22463	33265	3.90	38.75	2.80E+00	1.93E+00	4.51E-01	2.14E-01	9.48E-02	1.43E-01
48	20	40	กระดาษหลุม	1	116.67	9.9275	23117	33239	3.9	38.75	2.80E+00	1.98E+00	4.58E-01	2.29E-01	9.61E-02	1.33E-01
49		40	กระดาษหลุม	1	123.08	9.9275	23607	34217	3.9	38.75	2.80E+00	1.97E+00	4.83E-01	2.38E-01	1.09E-01	1.36E-01
50		40	กระดาษหลุม	1	120.67	9.9275	23204	33331	3.9	38.75	2.80E+00	1.98E+00	4.74E-01	2.37E-01	1.04E-01	1.32E-01
51		40	กระดาษหลุม	1	108.81	9.9275	23729	32291	3.9	38.75	2.80E+00	2.09E+00	4.27E-01	2.37E-01	8.10E-02	1.09E-01
52		40	กระดาษหลุม	1	110.41	9.9275	22567	33453	3.9	38.75	2.80E+00	1.92E+00	4.33E-01	2.05E-01	8.40E-02	1.45E-01
53		40	กระดาษหลุม	2	100.54	9.9275	21527	32444	3.9	38.75	2.80E+00	1.90E+00	3.95E-01	1.81E-01	6.66E-02	1.47E-01
54		40	กระดาษหลุม	2	106.35	9.9275	22750	32169	3.9	38.75	2.80E+00	2.01E+00	4.17E-01	2.15E-01	7.66E-02	1.25E-01
55		40	กระดาษหลุม	2	102.85	9.9275	21405	31274	3.9	38.75	2.80E+00	1.95E+00	4.04E-01	1.96E-01	7.05E-02	1.37E-01
56		40	กระดาษหลุม	2	146.03	9.9275	22628	34248	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	5.73E-01	2.60E-01	1.63E-01	1.49E-01
57		40	กระดาษหลุม	2	96.01	9.9275	23240	35227	3.9	38.75	2.80E+00	1.89E+00	3.77E-01	1.71E-01	5.92E-02	1.47E-01
58				ค่าเฉลี่ย	113.14	9.93	22777	33189	3.90	38.75	2.80E+00	1.96E+00	4.44E-01	2.17E-01	9.11E-02	1.36E-01
59		หมายเหตุ	ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากการนำมังคุดในแต่ละซ้ำมาบีบนำมังคุดรวมกันจึงได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 2 ชุด													

ผก.10(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1															
2	มวลหลังกระแทก	การสูญเสียน้ำหนัก	น้ำหนักเปลือกแข็ง	ช้ำลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อช้ำ	กรด(ไม่ช้ำ)	กรด(ช้ำ)	น้ำตาลไม่ช้ำ	น้ำตาลช้ำ	L	a	b	
3	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ				
4	104.16	3.61	1.5	0.74	0.74	1.00	1			23.18	21.13	31.66	-0.08	1.54	
5	136.44	2.88	2.73	0.84	0.84	1.00	1			22.87	20.87	30.66	0.07	1.75	
6	108.97	3.91	0.61	0.58	0.58	1.00	0					31.73	-0.16	1.24	
7	97.52	4.15	0.99	0.65	0.77	0.84	0					32.95	-0.17	2.26	
8	108.67	4.44	1.08	0.6	0.72	0.83	0					32.93	-0.13	1.19	
9	112.32	4.63	2.17	0.72	0.91	0.79	0	3.44	3.47			33.01	-0.18	1.67	
10	114.18	4.72	0.7	0.5	0.8	0.63	0	3.71	3.51			32.73	-0.04	2.05	
11	93.07	3.25	1.18	0.77	1.07	0.72	0					32.15	-0.57	3.57	
12	106.77	4.14	2.28	0.96	0.96	1.00	1					32.7	0.04	2.6	
13	146.34	5.40	2.69	0.74	1.04	0.71	2					31.58	0.17	2.94	
14	112.84	4.11	1.59	0.71	0.84	0.85	0.50	3.58	3.49	23.02	21.00	32.21	-0.11	2.08	
15	109.7	9.28	0.81	0.75	0.75	1.00	0			23.26	20.43	32.9	0.03	2.92	
16	99.96	8.56	0.18	0.39	0.66	0.59	0			23.26	20.43	31.5	-0.08	1.16	
17	126.53	8.17	e												
18	98.73	9.64	e												
19	99.78	10.55	0.72	0.75	0.75	1.00	1	3.22	3.35			32.76	0.06	2.51	
20	89.57	7.30	0.44	0.63	0.87	0.72	0	3.35	3.16			31.87	-0.01	1.03	
21	98.8	5.98													
22	95.48	8.88	1.53	0.76	0.76	1.00	1					32.08	0.09	1.94	
23	80.69	18.53	1.06	0.77	0.95	0.81	0					33.91	-0.11	2.75	
24	114.64	7.35													
25	101.39	9.42	0.79	0.68	0.79	0.85	0.33	3.29	3.26	23.26	20.43	32.50	0.00	2.05	
26	95.36	13.52								23.42	20.18				
27	90.57	16.87								23.26	20.18				
28	99.26	12.82													
29	125.83	10.57	2.56												
30	96.9	10.70	0.81	0.69	0.86	0.80	0	3.38	2.95			33.11	-0.11	2.77	

ผก.10(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
31	92.19	14.76	2.19	0.9	0.9	1.00	1	3.01	2.83			32.61	-0.11	2.87	
32	87.31	14.61	0.85	0.67	0.82	0.82	0					34	0.09	2.01	
33	111.99	12.06	2.54	0.68	0.68	1.00	2					28.46	0.13	2.25	
34	87.43	11.30	0.91	0.5	0.9	0.56	0					33.51	0.01	2.56	
35	97.02	13.36	6.31	0.67	0.67	1.00	0					30.72	0	1.97	
36	98.39	13.06	2.31	0.69	0.81	0.86	0.50	3.20	2.89	23.34	20.18	32.07	0.00	2.41	
37	116.33	16.07	4.98	0.85	0.85	1.00	0	3.27	2.55	20.18	18.11	31.74	0.03	2.16	
38	85.42	22.77					2			19.94	17.91	30.7	0.84	4	
39	88.09	23.09													
40	72.15	26.97													
41	79.04	20.23					0					33.49	0.05	1.49	
42	121.58	11.64	3.15	0.93	0.93	1.00	2	3.2	3.87			30.31	0.32	3.11	
43	105.88	14.64	20.5	0.665	0.665	1.00	2					28.5	0.41	2.41	
44	83.9	17.62													
45	89.94	22.22													
46	94.57	13.79													
47	93.69	18.90	9.54	0.82	0.82	1.00	1.20	3.24	3.21	20.06	18.01	30.95	0.33	2.63	
48	92.21	20.97	6.68	0.76	0.76	1.00	0	3.53	3.53	18.01		32.57	-0.05	2.58	
49	93.85	23.75								18.11					
50	103.79	13.99													
51	85.78	21.17													
52	84.41	23.55	8.56	0.685	0.685	1.00	0					32.22	0.11	2.63	
53	75.49	24.92													
54															
55	85.46	16.91	8.73	0.84	0.84	1.00	0	3.28	3.28			31.9	-0.09	2.7	
56	106.34	27.18													
57															
58	90.92	21.55	7.99	0.76	0.76	1.00	0.00	3.41	3.41	18.06	#DIV/0!	32.23	-0.01	2.64	
59															

ผก.10(ต่อ)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	ตาราง ผก.11 ข้อมูลผลการทดลองของชุดระยะตกกระแทก 60 ซม.ใช้กระดาษหลุมเป็นวัสดุรองรับในการทดลองที่ 3															
2	วันที่	ความยาวเชือก	วัสดุรองรับ	ซ้ำที่	มวล	ระยะห่างจากหิน	เวลาขาเข้า	เวลาขาออก	ระยะ S	ระยะ L	ความเร็วขาเข้า	ความเร็วขาออก	พง.ขาเข้า	พง.ขาออก	พง.วัสดุดูดกลืน	พง.มังดูดดูดกลืน
3		ซม.			กรัม	ซม.	ไมโครวินาที	ไมโครวินาที	ซม.	ซม.	ม./วินาที	ม./วินาที	จูล	จูล	จูล	จูล
4	0	60	กระดาษหลุม	1	108.06	9.9275	23729	33514	3.9	59.17	3.43E+00	2.45E+00	6.36E-01	3.23E-01	2.08E-01	1.05E-01
5		60	กระดาษหลุม	1	140.48	9.9275	24218	36205	3.9	59.17	3.43E+00	2.31E+00	8.27E-01	3.76E-01	3.74E-01	7.69E-02
6		60	กระดาษหลุม	1	113.4	9.9275	24830	34003	3.9	59.17	3.43E+00	2.52E+00	6.67E-01	3.60E-01	2.32E-01	7.55E-02
7		60	กระดาษหลุม	1	101.74	9.9275	22750	31313	3.9	59.17	3.43E+00	2.51E+00	5.99E-01	3.20E-01	1.81E-01	9.79E-02
8		60	กระดาษหลุม	1	113.72	9.9275	23484	32413	3.9	59.17	3.43E+00	2.50E+00	6.69E-01	3.56E-01	2.33E-01	8.04E-02
9		60	กระดาษหลุม	2	117.77	9.9275	22445	33942	3.9	59.17	3.43E+00	2.29E+00	6.93E-01	3.08E-01	2.52E-01	1.32E-01
10		60	กระดาษหลุม	2	119.84	9.9275	21833	33698	3.9	59.17	3.43E+00	2.24E+00	7.05E-01	3.02E-01	2.62E-01	1.41E-01
11		60	กระดาษหลุม	2	96.2	9.9275	21650	33178	3.9	59.17	3.43E+00	2.26E+00	5.66E-01	2.46E-01	1.59E-01	1.62E-01
12		60	กระดาษหลุม	2	111.38	9.9275	21527	33606	3.9	59.17	3.43E+00	2.22E+00	6.56E-01	2.74E-01	2.23E-01	1.59E-01
13		60	กระดาษหลุม	2	154.69	9.9275	21289	32291	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	9.11E-01	4.03E-01	4.62E-01	4.61E-02
14				ค่าเฉลี่ย	117.73	9.93	22776	33416	3.90	59.17	3.43E+00	2.36E+00	6.93E-01	3.27E-01	2.59E-01	1.08E-01
15	5	60	กระดาษหลุม	1	120.92	9.9275	22995	33636	3.9	59.17	3.43E+00	2.36E+00	7.12E-01	3.38E-01	2.68E-01	1.06E-01
16		60	กระดาษหลุม	1	109.32	9.9275	23729	31802	3.9	59.17	3.43E+00	2.57E+00	6.43E-01	3.62E-01	2.13E-01	6.80E-02
17		60	กระดาษหลุม	1	137.78	9.9275	24708	32780	3.9	59.17	3.43E+00	2.60E+00	8.11E-01	4.66E-01	3.58E-01	-1.26E-02
18		60	กระดาษหลุม	1	109.26	9.9275	23240	31557	3.9	59.17	3.43E+00	2.54E+00	6.43E-01	3.53E-01	2.13E-01	7.72E-02
19		60	กระดาษหลุม	1	111.55	9.9275	23240	33025	3.9	59.17	3.43E+00	2.43E+00	6.57E-01	3.30E-01	2.23E-01	1.04E-01
20		60	กระดาษหลุม	2	96.62	9.9275	21344	32352	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	5.69E-01	2.52E-01	1.61E-01	1.56E-01
21		60	กระดาษหลุม	2	105.08	9.9275	21955	31939	3.9	59.17	3.43E+00	2.38E+00	6.19E-01	2.97E-01	1.95E-01	1.27E-01
22		60	กระดาษหลุม	2	104.79	9.9275	22995	33759	3.9	59.17	3.43E+00	2.36E+00	6.17E-01	2.91E-01	1.94E-01	1.32E-01
23		60	กระดาษหลุม	2	99.04	9.9275	20793	31557	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	5.83E-01	2.58E-01	1.70E-01	1.55E-01
24		60	กระดาษหลุม	2	123.74	9.9275	21038	31557	3.9	59.17	3.43E+00	2.31E+00	7.28E-01	3.29E-01	2.82E-01	1.17E-01
25				ค่าเฉลี่ย	111.81	9.93	22604	32396	3.90	59.17	3.43E+00	2.41E+00	6.58E-01	3.27E-01	2.28E-01	1.03E-01
26	10	60	กระดาษหลุม	1	110.27	9.9275	238.51	32296	3.9	59.17	3.43E+00	4.04E-01	6.49E-01	8.98E-03	2.18E-01	4.23E-01
27		60	กระดาษหลุม	1	108.95	9.9275	24463	37633	3.9	59.17	3.43E+00	2.25E+00	6.41E-01	2.76E-01	2.12E-01	1.54E-01
28		60	กระดาษหลุม	1	113.85	9.9275	23851	32903	3.9	59.17	3.43E+00	2.50E+00	6.70E-01	3.57E-01	2.34E-01	7.98E-02
29		60	กระดาษหลุม	1	140.7	9.9275	23362	34370	3.9	59.17	3.43E+00	2.35E+00	8.28E-01	3.89E-01	3.75E-01	6.44E-02
30		60	กระดาษหลุม	1	108.51	9.9275	23117	32046	3.9	59.17	3.43E+00	2.49E+00	6.39E-01	3.37E-01	2.10E-01	9.24E-02

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
31		60	กระดาษหลุม	2	108.15	9.9275	21283	32001	3.9	59.17	3.43E+00	2.30E+00	6.37E-01	2.86E-01	2.08E-01	1.42E-01
32		60	กระดาษหลุม	2	102.25	9.9275	21527	30946	3.9	59.17	3.43E+00	2.40E+00	6.02E-01	2.96E-01	1.83E-01	1.23E-01
33		60	กระดาษหลุม	2	127.35	9.9275	23974	37428	3.9	59.17	3.43E+00	2.22E+00	7.50E-01	3.14E-01	3.01E-01	1.35E-01
34		60	กระดาษหลุม	2	98.57	9.9275	22995	25532	3.9	59.17	3.43E+00	3.10E+00	5.80E-01	4.72E-01	1.68E-01	-6.02E-02
35		60	กระดาษหลุม	2	111.98	9.9275	22261	32536	3.9	59.17	3.43E+00	2.37E+00	6.59E-01	3.13E-01	2.25E-01	1.20E-01
36				ค่าเฉลี่ย	113.06	9.93	20707	32769	3.90	59.17	3.43E+00	2.24E+00	6.65E-01	3.05E-01	2.33E-01	1.27E-01
37	15	60	กระดาษหลุม	1	138.6	9.9275	23607	33392	3.9	59.17	3.43E+00	2.44E+00	8.16E-01	4.13E-01	3.63E-01	3.97E-02
38		60	กระดาษหลุม	1	110.61	9.9275	23484	35716	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	6.51E-01	2.87E-01	2.19E-01	1.45E-01
39		60	กระดาษหลุม	1	114.53	9.9275	23729	32824	3.9	59.17	3.43E+00	2.50E+00	6.74E-01	3.57E-01	2.37E-01	8.04E-02
40		60	กระดาษหลุม	1	98.8	9.9275	23790	32046	3.9	59.17	3.43E+00	2.56E+00	5.82E-01	3.24E-01	1.69E-01	8.83E-02
41		60	กระดาษหลุม	1	99.08	9.9275	23362	33759	3.9	59.17	3.43E+00	2.39E+00	5.83E-01	2.83E-01	1.70E-01	1.29E-01
42		60	กระดาษหลุม	2	137.6	9.9275	21283	34493	3.9	59.17	3.43E+00	2.14E+00	8.10E-01	3.15E-01	3.57E-01	1.38E-01
43		60	กระดาษหลุม	2	124.04	9.9275	21527	33270	3.9	59.17	3.43E+00	2.24E+00	7.30E-01	3.12E-01	2.84E-01	1.35E-01
44		60	กระดาษหลุม	2	101.84	9.9275	20793	31802	3.9	59.17	3.43E+00	2.26E+00	5.99E-01	2.61E-01	1.81E-01	1.57E-01
45		60	กระดาษหลุม	2	115.64	9.9275	22017	32597	3.9	59.17	3.43E+00	2.34E+00	6.81E-01	3.16E-01	2.42E-01	1.23E-01
46		60	กระดาษหลุม	2	109.7	9.9275	21038	32750	3.9	59.17	3.43E+00	2.23E+00	6.46E-01	2.72E-01	2.15E-01	1.59E-01
47				ค่าเฉลี่ย	115.04	9.93	22463	33265	3.90	59.17	3.43E+00	2.34E+00	6.77E-01	3.14E-01	2.44E-01	1.19E-01
48	20	60	กระดาษหลุม	1	116.67	9.9275	23117	33239	3.9	59.17	3.43E+00	2.40E+00	6.87E-01	3.37E-01	2.47E-01	1.03E-01
49		60	กระดาษหลุม	1	123.08	9.9275	23607	34217	3.9	59.17	3.43E+00	2.39E+00	7.24E-01	3.50E-01	2.79E-01	9.57E-02
50		60	กระดาษหลุม	1	120.67	9.9275	23204	33331	3.9	59.17	3.43E+00	2.41E+00	7.10E-01	3.49E-01	2.67E-01	9.44E-02
51		60	กระดาษหลุม	1	108.81	9.9275	23729	32291	3.9	59.17	3.43E+00	2.54E+00	6.40E-01	3.50E-01	2.11E-01	7.95E-02
52		60	กระดาษหลุม	1	110.41	9.9275	22567	33453	3.9	59.17	3.43E+00	2.33E+00	6.50E-01	3.01E-01	2.18E-01	1.31E-01
53		60	กระดาษหลุม	2	100.54	9.9275	21527	32444	3.9	59.17	3.43E+00	2.30E+00	5.92E-01	2.65E-01	1.76E-01	1.51E-01
54		60	กระดาษหลุม	2	106.35	9.9275	22750	32169	3.9	59.17	3.43E+00	2.44E+00	6.26E-01	3.17E-01	2.00E-01	1.08E-01
55		60	กระดาษหลุม	2	102.85	9.9275	21405	31274	3.9	59.17	3.43E+00	2.37E+00	6.05E-01	2.88E-01	1.86E-01	1.32E-01
56		60	กระดาษหลุม	2	146.03	9.9275	22628	34248	3.9	59.17	3.43E+00	2.29E+00	8.60E-01	3.82E-01	4.07E-01	7.07E-02
57		60	กระดาษหลุม	2	96.01	9.9275	23240	35227	3.9	59.17	3.43E+00	2.28E+00	5.65E-01	2.50E-01	1.58E-01	1.56E-01
58				ค่าเฉลี่ย	113.14	9.93	22777	33189	3.90	59.17	3.43E+00	2.37E+00	6.66E-01	3.19E-01	2.35E-01	1.12E-01
59		หมายเหตุ	ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาลทั้งหมดได้จากการนำมังคุดในแต่ละซ้ำมาบีบนำมังคุดรวมกันจึงได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 2 ชุด													

ผก.11(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1															
2	มวลหลังกระแทก	การสูญเสียน้ำหนัก	น้ำหนักเปลือกแข็ง	ช้ำลึก	เปลือกหนา	สัดส่วนลึก	ระดับเนื้อช้ำ	กรด(ไม่ช้ำ)	กรด(ช้ำ)	น้ำตาลไม่ช้ำ	น้ำตาลช้ำ	L	a	b	
3	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ซม.	ซม.			ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ				
4	104.16	3.61	1.5	0.74	0.74	1.00	1			23.18	21.13	31.66	-0.08	1.54	
5	136.44	2.88	2.73	0.84	0.84	1.00	1			22.87	20.87	30.66	0.07	1.75	
6	108.97	3.91	0.61	0.58	0.58	1.00	0					31.73	-0.16	1.24	
7	97.52	4.15	0.99	0.65	0.77	0.84	0					32.95	-0.17	2.26	
8	108.67	4.44	1.08	0.6	0.72	0.83	0					32.93	-0.13	1.19	
9	112.32	4.63	2.17	0.72	0.91	0.79	0	3.44	3.47			33.01	-0.18	1.67	
10	114.18	4.72	0.7	0.5	0.8	0.63	0	3.71	3.51			32.73	-0.04	2.05	
11	93.07	3.25	1.18	0.77	1.07	0.72	0					32.15	-0.57	3.57	
12	106.77	4.14	2.28	0.96	0.96	1.00	1					32.7	0.04	2.6	
13	146.34	5.40	2.69	0.74	1.04	0.71	2					31.58	0.17	2.94	
14	112.84	4.11	1.59	0.71	0.84	0.85	0.50	3.58	3.49	23.02	21.00	32.21	-0.11	2.08	
15	109.7	9.28	0.81	0.75	0.75	1.00	0			23.26	20.43	32.9	0.03	2.92	
16	99.96	8.56	0.18	0.39	0.66	0.59	0			23.26	20.43	31.5	-0.08	1.16	
17	126.53	8.17	e												
18	98.73	9.64	e												
19	99.78	10.55	0.72	0.75	0.75	1.00	1	3.22	3.35			32.76	0.06	2.51	
20	89.57	7.30	0.44	0.63	0.87	0.72	0	3.35	3.16			31.87	-0.01	1.03	
21	98.8	5.98													
22	95.48	8.88	1.53	0.76	0.76	1.00	1					32.08	0.09	1.94	
23	80.69	18.53	1.06	0.77	0.95	0.81	0					33.91	-0.11	2.75	
24	114.64	7.35													
25	101.39	9.42	0.79	0.68	0.79	0.85	0.33	3.29	3.26	23.26	20.43	32.50	0.00	2.05	
26	95.36	13.52								23.42	20.18				
27	90.57	16.87								23.26	20.18				
28	99.26	12.82													
29	125.83	10.57	2.56												
30	96.9	10.70	0.81	0.69	0.86	0.80	0	3.38	2.95			33.11	-0.11	2.77	

ผก.11(ต่อ)

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
31	92.19	14.76	2.19	0.9	0.9	1.00	1	3.01	2.83			32.61	-0.11	2.87	
32	87.31	14.61	0.85	0.67	0.82	0.82	0					34	0.09	2.01	
33	111.99	12.06	2.54	0.68	0.68	1.00	2					28.46	0.13	2.25	
34	87.43	11.30	0.91	0.5	0.9	0.56	0					33.51	0.01	2.56	
35	97.02	13.36	6.31	0.67	0.67	1.00	0					30.72	0	1.97	
36	98.39	13.06	2.31	0.69	0.81	0.86	0.50	3.20	2.89	23.34	20.18	32.07	0.00	2.41	
37	116.33	16.07	4.98	0.85	0.85	1.00	0	3.27	2.55	20.18	18.11	31.74	0.03	2.16	
38	85.42	22.77					2			19.94	17.91	30.7	0.84	4	
39	88.09	23.09													
40	72.15	26.97													
41	79.04	20.23					0					33.49	0.05	1.49	
42	121.58	11.64	3.15	0.93	0.93	1.00	2	3.2	3.87			30.31	0.32	3.11	
43	105.88	14.64	20.5	0.665	0.665	1.00	2					28.5	0.41	2.41	
44	83.9	17.62													
45	89.94	22.22													
46	94.57	13.79													
47	93.69	18.90	9.54	0.82	0.82	1.00	1.20	3.24	3.21	20.06	18.01	30.95	0.33	2.63	
48	92.21	20.97	6.68	0.76	0.76	1.00	0	3.53	3.53	18.01		32.57	-0.05	2.58	
49	93.85	23.75								18.11					
50	103.79	13.99													
51	85.78	21.17													
52	84.41	23.55	8.56	0.685	0.685	1.00	0					32.22	0.11	2.63	
53	75.49	24.92													
54															
55	85.46	16.91	8.73	0.84	0.84	1.00	0	3.28	3.28			31.9	-0.09	2.7	
56	106.34	27.18													
57															
58	90.92	21.55	7.99	0.76	0.76	1.00	0.00	3.41	3.41	18.06	#DIV/0!	32.23	-0.01	2.64	
59															

ภาคผนวก ข.

ค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลการทดลองที่ 2 คุณสมบัติการต้านทานการเสียหายของมังคุด

ตารางที่ ผข.1 ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักของมวลขนาดต่าง ๆเมื่อถูกกระแทกที่ความเร็วต่างกัน

ระดับความเร็ว	ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก								
(ม./วินาที)	มวลเล็ก			มวลกลาง			มวลใหญ่		
0.00	4.32	a	x	3.47	a	x	3.39	a	x
1.40	4.37	b	x	4.48	b	x	3.48	a	y
1.72	4.50	b	x	5.08	d	y	3.71	b	z
1.98	5.10	c	x	4.39	b	y	3.77	b	z
2.21	5.50	d	x	4.89	cd	y	4.29	c	z
2.43	5.32	c	x	5.21	d	y	4.35	c	z
2.62	4.99	b	x	4.48	b	x	3.69	ab	y
2.80	5.42	d	x	4.80	c	y	3.91	b	z

a,b,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

x,y,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.2 น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกัน

ระดับความเร็ว	น้ำหนักช้ำ(กรัม)								
(ม./วินาที)	มวลเล็ก			มวลกลาง			มวลใหญ่		
0.00	0.00	a	x	0.00	a	x	0.00	a	x
1.40	1.04	b	x	1.72	b	y	1.97	b	z
1.72	1.43	c	x	1.85	b	x	2.51	c	y
1.98	1.44	c	x	1.72	b	x	2.87	d	y
2.21	1.44	c	x	2.23	c	y	3.19	e	z
2.43	2.40	d	x	2.98	d	x	4.17	f	y
2.62	2.64	de	x	4.12	e	y	5.58	g	z
2.80	3.17	e	x	4.64	f	y	6.08	h	z

a,b,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

x,y,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.3 สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อถูกกระแทกที่ความเร็วต่างกัน

ระดับความเร็ว	สัดส่วนลึกของเปลือกแข็ง								
(ม./วินาที)	มวลเล็ก			มวลกลาง			มวลใหญ่		
0.00	0.00	a	x	0.00	a	x	0.00	a	x
1.40	0.79	b	x	0.87	c	y	0.87	b	y
1.72	0.81	b	x	0.89	b	y	0.94	c	z
1.98	0.82	b	x	0.89	cd	y	0.97	d	z
2.21	0.86	c	x	0.91	d	y	0.98	d	z
2.43	0.94	c	x	0.95	d	y	1.00	d	z
2.62	0.95	d	x	0.98	d	y	1.00	d	y
2.80	0.98	d	x	1.00	d	x	1.00	d	x

a,b,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

x,y,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.4 ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดเมื่อถูกกระแทกที่ระดับความเร็วต่างกัน

ระดับความเร็ว	ระดับการช้ำของเนื้อ								
(ม./วินาที)	มวลเล็ก			มวลกลาง			มวลใหญ่		
0.00	0.00	a	x	0.00	a	x	0.00	a	x
1.40	0.09	a	x	0.09	a	x	0.17	a	x
1.72	0.00	ab	x	0.29	b	y	0.70	b	z
1.98	0.25	b	x	0.29	b	x	1.00	c	y
2.21	0.31	b	x	0.64	b	x	1.67	d	y
2.43	1.21	c	x	1.31	c	y	1.67	d	z
2.62	1.21	c	x	1.95	d	y	2.44	e	z
2.80	1.83	d	x	2.08	e	x	3.50	f	y

a,b,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

x,y,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.5 พลังงานกระแทกเมื่อขนาดของมวลมังคุดต่างกันที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกัน

ระดับความเร็ว	พลังงานกระแทก(จูล)					
(ม./วินาที)	มวลเล็ก		มวลกลาง		มวลใหญ่	
0.00	0.00	a	0.00	a	0.00	a
1.40	0.07	b	0.09	b	0.11	b
1.72	0.10	b	0.13	c	0.17	c
1.98	0.14	c	0.18	d	0.22	d
2.21	0.17	d	0.22	e	0.27	e
2.43	0.21	e	0.26	f	0.33	f
2.62	0.24	f	0.32	g	0.39	g
2.80	0.29	g	0.35	h	0.47	h

a,b,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.6 พลังงานที่มังคุดดูดกลืนที่ระดับความเร็วกระแทกต่างกัน

ระดับความเร็ว	พลังงานดูดกลืนเข้าสู่มังคุด								
(ม./วินาที)	มวลเล็ก			มวลกลาง			มวลใหญ่		
0.00	0.00	a	x	0.00	a	x	0.00	a	x
1.40	0.02	b	x	0.02	b	xy	0.01	b	y
1.72	0.06	c	x	0.08	c	y	0.09	c	z
1.98	0.09	d	x	0.12	d	y	0.14	d	z
2.21	0.12	e	x	0.16	e	y	0.19	e	z
2.43	0.16	f	x	0.20	f	y	0.24	f	z
2.62	0.18	g	x	0.25	g	y	0.31	g	z
2.80	0.23	h	x	0.27	h	y	0.36	h	z

a,b,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

x,y,... ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.7 การสูญเสียน้ำหนักของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล)	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	0.19	10.76	14.66	21.08	25.84	0.04	10.76	14.66	21.08	25.84	0.04	10.76	14.66	21.08	25.84
0.218	5.01	9.19	14.40	17.29	23.24	1.58	9.42	13.06	18.90	21.55	3.27	9.10	16.62	17.15	22.96
0.397	4.50	9.41	16.83	18.54	21.09	2.46	9.10	13.04	20.37	22.15	4.80	9.64	16.04	19.08	23.80
0.615	4.69	10.35	15.53	21.43	24.48	5.00	9.42	14.24	21.00	24.01	7.09	9.48	17.48	20.20	24.17

ตารางที่ ผข.8 น้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล)	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
0.218	3.29 b	3.40 b	4.09 b	34.99 b	nd	1.59 b	0.79 b	2.31 b	9.54 b	7.99 b	3.26 b	3.63 b	3.46 b	11.45 b	23.94 b
0.397	5.62 c	5.74 c	6.53 d	nd	1.00	2.43 c	3.46 c	3.75 b	32.33 c	38.93 c	4.70 c	4.56 c	5.74 b	35.67 c	nd
0.615	6.72 d	5.42 c	5.67 c	nd	2.00	4.83 d	3.30 c	4.79 c	0.00	nd	6.88 d	6.23 d	8.22 c	nd	nd

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.9 สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล)	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
0.218	0.93 b	0.95 b	1.00 b	1.00 b	nd	0.85 b	0.85 b	0.86 b	1.00 b	1.00 b	1.00 b	0.99 b	1.00 b	1.00 b	1.00 b
0.397	1.00 c	1.00 c	1.00 b	1.00 b	nd	0.96 c	0.97 c	0.97 c	1.00 b	nd	1.00 b	1.00 b	1.00 b	1.00 b	nd
0.615	1.00 c	1.00 c	1.00 b	nd	nd	1.00 d	1.00 d	1.00 d	1.00 b	nd	1.00 b	1.00 b	1.00 b	1.00 b	nd

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.10 ระดับการช้ำของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันเมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
0.218	1.40 b	1.40 b	2.00 b	2.33 b	nd	0.50 b	0.33 b	0.50 b	1.20 b	nd	1.60 b	1.67 b	1.71 b	1.83 b	2.00 b
0.397	2.40 c	2.60 c	2.80 c	3.00 c	nd	0.70 b	2.10 c	2.29 c	2.50 c	3.33 b	2.60 c	2.90 c	3.00 c	3.67 c	nd
0.615	3.20 d	3.20 d	3.25 c	nd	nd	2.60 c	2.75 d	2.80 d	4.00 d	nd	3.10 d	3.57 d	3.75 d	4.00 d	nd

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.11 ค่า L(ความขาว)ของเนื้อมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	32.50 a	31.62 a	30.91 a	31.63 a	31.30	32.50 a	31.62 a	30.91 a	31.63 a	31.30 a	32.50 a	31.62 a	30.91 a	31.63 a	31.30 a
0.218	30.73 b	30.91 b	29.78 b	30.34 b	nd	32.21 b	32.50 b	32.07 b	30.95 b	32.23 b	31.19 b	29.87 b	30.91 b	30.36 b	29.13 b
0.397	28.69 c	27.55 c	28.05 c	27.31 c	nd	31.00 c	30.69 c	29.43 c	28.80 c	27.24 c	30.07 b	28.08 c	28.38 c	28.81 c	nd
0.615	28.94 c	28.34 c	28.85 d	nd	nd	29.45 d	27.72 d	28.34 d	26.58 d	nd	27.35 c	28.18 c	27.72 d	23.70 d	nd

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.12 ค่า a(สีแดง)ของเนื้อมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	-0.11	0.06	-0.02	-0.01	0.02	-0.11	0.06	-0.02	-0.01	0.02	-0.11	0.06	-0.02	-0.01	0.02
0.218	0.15	0.23	0.40	-0.01	nd	-0.11	0.00	0.00	0.33	-0.01	0.21	0.24	0.18	0.29	0.59
0.397	0.36	0.48	0.58	1.09	nd	0.05	0.59	0.52	0.63	0.74	0.31	0.56	0.44	0.72	nd
0.615	0.87	1.02	0.87	nd	nd	0.75	0.68	0.80	0.87	nd	1.04	1.05	1.09	2.88	nd

ตารางที่ ผข.13 ค่า b(สีเหลือง)ของเนื้อมังคุดที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล)	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	2.11	2.10	2.12	2.12	2.11	2.11	2.10	2.12	2.12	2.11	2.11	2.10	2.12	2.12	2.11
0.218	2.33	2.23	2.89	3.01	nd	2.08	2.05	2.41	2.63	2.64	2.08	2.10	2.23	2.49	2.66
0.397	2.94	3.06	3.76	4.14	nd	1.94	2.13	2.59	2.75	3.04	2.52	2.65	2.71	2.80	nd
0.615	2.96	3.19	4.21	nd	nd	2.33	2.44	3.31	3.60	nd	3.10	3.28	3.29	4.42	nd

ตารางที่ ผข.14 ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้ำที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล)	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	3.28	3.22	2.71	2.96	2.61	3.28	3.22	2.71	2.96	2.61	3.28	3.22	2.71	2.96	2.61
0.218	3.30	3.27	2.89	3.57	3.44	3.58	3.29	3.20	3.24	3.41	3.72	3.14	3.32	3.46	2.86
0.397	3.38	3.33	3.12	3.32	nd	3.53	3.50	3.24	3.49	3.20	3.57	3.23	3.39	3.51	nd
0.615	3.06	2.90	2.69	nd	nd	2.97	2.88	2.99	1.85	nd	3.15	2.80	2.77	3.16	nd

ตารางที่ ผข.15 ปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนช้ำที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล)	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	3.56	3.22 a	3.21 a	2.96	2.61	3.56	3.22 a	3.21 a	2.96	2.61	3.56	3.22 a	3.21 a	2.96	2.61
0.218	3.10	3.10 a	2.61 b	2.52	2.47	3.49	3.26 b	2.89 b	3.21	3.41	3.50	2.88 b	2.91 b	2.94	2.86
0.397	3.60	2.65 b	2.62 b	2.27	nd	3.05	3.42 c	2.76 b	2.99	2.69	2.99	2.59 c	2.88 b	2.84	nd
0.615	2.60	2.55 b	2.02 c	nd	nd	2.54	2.78 d	2.21 c	2.14	nd	2.56	2.29 d	2.13 c	2.91	nd

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.16 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนไม่ช้ำที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล)	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	22.99 a	22.41 a	23.86 a	21.61 a	19.50	22.99 a	22.41 a	23.86 a	21.61 a	19.50 a	22.99 a	22.41 a	23.86 a	21.61 a	19.50 a
0.218	26.38 b	22.37 b	23.31 b	20.74 b	nd	23.02 b	23.26 b	23.34 b	20.06 b	18.06 b	25.09 b	21.83 b	20.84 b	18.71 b	17.91 b
0.397	22.12 c	21.61 c	21.82 c	21.00 c	nd	22.72 c	23.18 b	22.48 c	22.63 c	21.75 c	22.37 c	21.79 b	25.05 c	26.86 c	nd
0.615	21.10 d	21.82 c	25.67 d	nd	nd	23.34 b	22.60 c	23.93 b	24.57	nd	19.59 d	20.37 c	25.10 c	23.55 d	nd

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ตารางที่ ผข.17 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อมังคุดส่วนช้ำที่ได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน เมื่อมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บต่างกัน

พลังงาน (จูล)	วัสดุรองรับ														
	ไม่มีวัสดุรองรับ					แผ่นโฟม					กระดาษหลุม				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่10	วันที่15	วันที่20
ชุดควบคุม	22.99 a	22.41 a	23.86 a	21.61 a	19.50	22.99 a	22.41 a	23.86 a	21.61 a	19.50 a	22.99 a	22.41 a	23.86 a	21.61 a	19.50 a
0.218	22.52 b	20.74 b	21.27 b	21.47 b	nd	21.00 b	20.43 b	20.18 b	18.01 b	nd	23.69 b	20.06 b	20.49 b	17.68 b	13.48 b
0.397	20.62 c	19.50 c	19.28 c	18.06 c	nd	20.71 c	20.33 c	20.06 c	19.48 c	19.42 a	18.61 c	20.34 c	24.72 c	25.61 c	nd
0.615	19.74 c	18.57 d	21.34 d	nd	nd	18.51 d	20.00 d	25.05 d	23.76 d	nd	19.74 d	18.72 d	27.80 d	24.10 d	18.56 c

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน($p<0.05$)

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลการทดลองที่ 2

ตาราง ผค.1 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2.00	1.88	0.94	5.67	**	3.19	5.08
Trt.	24.00	185.03	7.71	46.43	**	1.74	2.20
Trt. vs che	1.00	0.16	0.16	0.99	ns	4.04	7.19
Among Trt	23.00	184.86	8.04	48.40	**	1.75	2.22
A	7.00	167.14	23.88	143.79	**	2.21	3.04
B	2.00	13.34	6.67	40.17	**	3.19	5.08
AB	14.00	4.38	0.31	1.89	ns	1.90	2.48
Error	48.00	7.97	0.17				
Total	74.00	194.88					
%CV	9.06						

ตาราง ผค.2 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2.00	1.40	0.70	3.18	ns	3.19	5.08
Trt.	24.00	179.66	7.49	34.07	**	1.74	2.20
Trt. vs che	1.00	16.98	16.98	77.29	**	4.04	7.19
Among Trt	23.00	162.68	7.07	32.19	**	1.75	2.22
A	7.00	130.15	18.59	84.61	**	2.21	3.04
B	2.00	22.68	11.34	51.59	**	3.19	5.08
AB	14.00	9.85	0.70	3.20	**	1.90	2.48
Error	48.00	10.55	0.22				
Total	74.00	191.61					
%CV	17.69						

ตาราง ผค.3 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของสัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2.00	0.02	0.01	1.59	ns	3.19	5.08
Trt.	24.00	8.80	0.37	74.18	**	1.74	2.20
Trt. vs che	1.00	1.87	1.87	376.76	**	4.04	7.19
Among Trt	23.00	6.94	0.30	60.86	**	1.75	2.22
A	7.00	6.84	0.98	197.77	**	2.21	3.04
B	2.00	0.05	0.02	4.70	*	3.19	5.08
AB	14.00	0.04	0.00	0.64	ns	1.90	2.48
Error	48.00	0.24	0.00				
Total	74.00	9.05					
%CV	8.01						

ตาราง ผค.4 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าระดับการซ้ำของเนื้อมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2.00	1.38	0.69	6.44	**	3.19	5.08
Trt.	24.00	56.12	2.34	21.81	**	1.74	2.20
Trt. vs che	1.00	2.44	2.44	22.80	**	4.04	7.19
Among Trt	23.00	53.68	2.33	21.77	**	1.75	2.22
A	7.00	41.92	5.99	55.85	**	2.21	3.04
B	2.00	7.96	3.98	37.11	**	3.19	5.08
AB	14.00	3.80	0.27	2.53	**	1.90	2.48
Error	48.00	5.15	0.11				
Total	74.00	62.65					
%CV	32.58						

ตาราง ผค.5 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าพลังงานดูดกลืนของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2.00	0.01	0.00	27.25	**	3.19	5.08
Trt.	24.00	0.83	0.03	314.68	**	1.74	2.20
Trt. vs che	1.00	0.05	0.05	496.12	**	4.04	7.19
Among Trt	23.00	0.77	0.03	306.79	**	1.75	2.22
A	7.00	0.69	0.10	897.11	**	2.21	3.04
B	2.00	0.05	0.03	231.47	**	3.19	5.08
AB	14.00	0.03	0.00	22.40	**	1.90	2.48
Error	48.00	0.01	0.00				
Total	74.00	0.84					
%CV	6.98						

ตาราง ผค.6 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าความหนาของเปลือกมังคุด

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2.00	0.02	0.01	2.99	ns	3.19	5.08
Trt.	24.00	6.11	0.25	65.33	**	1.74	2.20
Trt. vs che	1.00	0.03	0.03	8.32	**	4.04	7.19
Among Trt	23.00	6.07	0.26	67.80	**	1.75	2.22
A	7.00	5.87	0.84	215.17	**	2.21	3.04
B	2.00	0.13	0.07	16.72	**	3.19	5.08
AB	14.00	0.08	0.01	1.42	ns	1.90	2.48
Error	48.00	0.19	0.00				
Total	74.00	6.32					
%CV	7.33						

การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าเฉลี่ยของข้อมูลผลการทดลองที่ 3

ตาราง ผด.7 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าพลังงานที่มังคุดดูดกลืน(จูล) เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0	0	1.060545	ns	5.12	10.56
Trt.	9	0.59	0.07	543.4119	**	3.18	5.35
Trt. vs check	1	0.16	0.16	1369.235	**	5.12	10.56
Among Trt.	8	0.42	0.05	440.184	**	3.23	5.47
A	2	0.39	0.2	1631.213	**	4.26	8.02
B	2	0.03	0.01	122.0697	**	4.26	8.02
AB	4	0	0	3.726684	*	3.63	4.42
Error	9	0	0				
Total	19	0.59					
%CV	4.03						

ตาราง ผด.8 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	9.7	4.85	4.650049	*	3.19	5.08
Trt.	9	14	1.55	1.48968	ns	1.74	2.20
Trt. vs check	1	1.53	1.53	1.46569	ns	4.04	7.19
Among Trt.	8	12.5	1.56	1.492679	ns	1.75	2.22
A	2	7.18	3.59	3.442611	**	2.21	3.04
B	2	0.23	0.11	0.108517	ns	3.19	5.08
AB	4	5.05	1.26	1.209793	ns	1.90	2.48
Error	18	18.8	1.04				
Total	29	42.4					
%CV	21.1						

ตาราง ผด.9 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่ ร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	2.46	1.23	0.610439	ns	3.19	5.08
Trt.	9	5.68	0.63	0.313069	ns	1.74	2.20
Trt. vs check	1	2.37	2.37	1.175044	ns	4.04	7.19
Among Trt.	8	3.31	0.41	0.205323	ns	1.75	2.22
A	2	1.53	0.77	0.379575	ns	2.21	3.04
B	2	0.29	0.14	0.071316	ns	3.19	5.08
AB	4	1.49	0.37	0.1852	ns	1.90	2.48
Error	18	36.3	2.02				
Total	29	44.4					
%CV	14.9						

ตาราง ผค.10 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	12.1	6.05	0.940835	ns	3.19	5.08
Trt.	9	68.3	7.59	1.180989	ns	1.74	2.20
Trt. vs check	1	0.41	0.41	0.063858	ns	4.04	7.19
Among Trt.	8	67.9	8.49	1.32063	ns	1.75	2.22
A	2	6.48	3.24	0.503878	ns	2.21	3.04
B	2	51.4	25.7	3.998233	*	3.19	5.08
AB	4	10	2.51	0.390204	ns	1.90	2.48
Error	18	116	6.43				
Total	29	196					
%CV	16.7						

ตาราง ผค.11 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	20.5	10.3	1.370545	ns	3.19	5.08
Trt.	9	96.6	10.7	1.432573	ns	1.74	2.20
Trt. vs check	1	11.6	11.6	1.548267	ns	4.04	7.19
Among Trt.	8	85	10.6	1.418111	ns	1.75	2.22
A	2	57	28.5	3.803042	**	2.21	3.04
B	2	14.3	7.13	0.95169	ns	3.19	5.08
AB	4	13.7	3.44	0.458855	ns	1.90	2.48
Error	18	135	7.49				
Total	29	252					
%CV	14.2						

ตาราง ผค.12 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเร้อยละของการสูญเสียน้ำหนัก
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 20 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	26.7	13.4	0.971624	ns	3.19	5.08
Trt.	9	114	12.7	0.922851	ns	1.74	2.20
Trt. vs check	1	29.8	29.8	2.164773	ns	4.04	7.19
Among Trt.	8	84.4	10.6	0.76761	ns	1.75	2.22
A	2	10.1	5.06	0.368016	ns	2.21	3.04
B	2	36.1	18	1.31158	ns	3.19	5.08
AB	4	38.2	9.56	0.695423	ns	1.90	2.48
Error	18	247	13.7				
Total	29	388					
%CV	16.3						

ตาราง ผค.13 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	4.84	2.42	1.468348	ns	3.19	5.08
Trt.	9	136	15.1	9.145262	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	52.1	52.1	31.64911	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	83.5	10.4	6.332282	**	1.75	2.22
A	2	55.3	27.6	16.77921	**	2.21	3.04
B	2	25.1	12.6	7.618861	**	3.19	5.08
AB	4	3.07	0.77	0.465527	ns	1.90	2.48
Error	18	29.7	1.65				
Total	29	170					
%CV	32.5						

ตาราง ผค.14 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	3.57	1.79	1.821679	ns	3.19	5.08
Trt.	9	111	12.4	12.63386	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	46.1	46.1	46.98871	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	65.4	8.18	8.3395	**	1.75	2.22
A	2	31.8	15.9	16.20201	**	2.21	3.04
B	2	29.6	14.8	15.11604	**	3.19	5.08
AB	4	4	1	1.019977	ns	1.90	2.48
Error	18	17.6	0.98				
Total	29	133					
%CV	26.6						

ตาราง ผค.15 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	17.5	8.74	1.442893	ns	3.19	5.08
Trt.	9	153	17	2.81381	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	74.2	74.2	12.2622	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	79.1	9.89	1.632762	ns	1.75	2.22
A	2	37.3	18.7	3.083398	**	2.21	3.04
B	2	24.9	12.5	2.057985	ns	3.19	5.08
AB	4	16.8	4.21	0.694832	ns	1.90	2.48
Error	18	109	6.05				
Total	29	280					
%CV	52.1						

ตาราง ผค.16 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	94.4	47.2	0.76976	ns	3.88	6.93
Trt.	6	1105	184	3.002169	*	3.00	4.82
Trt. vs check	1	292	292	4.758334	*	4.75	9.33
Among Trt.	5	813	163	2.650937	ns	3.11	5.06
A	1	169	169	2.762432	ns	4.75	9.33
B	2	386	193	3.150533	ns	3.88	6.93
AB	2	257	129	2.095592	ns	3.88	6.93
Error	12	736	61.3				
Total	20	1935					
%CV	85.8						

ตาราง ผค.17 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของน้ำหนักเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 20 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	21.5	10.7	0.992182	ns	3.88	6.93
Trt.	6	6949	1158	107.0298	**	3.00	4.82
Trt. vs check	1	3094	3094	285.9476	**	4.75	9.33
Among Trt.	5	3855	771	71.2462	**	3.11	5.06
A	1	2204	2204	203.7218	**	4.75	9.33
B	2	1343	671	62.03373	**	3.88	6.93
AB	2	308	154	14.2209	**	3.88	6.93
Error	12	130	10.8				
Total	20	7100					
%CV	11.1						

ตาราง ผค.18 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของสัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุด เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0	0	0.011284	ns	3.19	5.08
Trt.	9	2.6	0.29	90.66835	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	2.55	2.55	799.0677	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	0.05	0.01	2.118429	*	1.75	2.22
A	2	0.02	0.01	3.554289	**	2.21	3.04
B	2	0.02	0.01	2.710423	ns	3.19	5.08
AB	4	0.01	0	1.104501	ns	1.90	2.48
Error	18	0.06	0				
Total	29	2.66					
%CV	6.46						

ตาราง ผค.19 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุด
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0	0	0.994559	ns	3.19	5.08
Trt.	9	2.62	0.29	288.7583	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	2.56	2.56	2543.932	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	0.06	0.01	6.861588	**	1.75	2.22
A	2	0.02	0.01	11.08619	**	2.21	3.04
B	2	0.02	0.01	8.095623	**	3.19	5.08
AB	4	0.02	0	4.132268	**	1.90	2.48
Error	18	0.02	0				
Total	29	2.64					
%CV	3.62						

ตาราง ผค.20 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ สัดส่วนลึกของเปลือกแข็งของมังคุด
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0	0	0.353414	ns	3.19	5.08
Trt.	9	2.65	0.29	224.4902	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	2.62	2.62	1992.407	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	0.04	0	3.5005	**	1.75	2.22
A	2	0.01	0	3.015561	*	2.21	3.04
B	2	0.01	0.01	4.95532	*	3.19	5.08
AB	4	0.02	0	3.015561	**	1.90	2.48
Error	18	0.02	0				
Total	29	2.68					
%CV	4.09						

หมายเหตุ สัดส่วนลึกวันที่ 15 และ 20 ข้อมูลมีค่าเท่ากับ 1 ทุกค่า จึงไม่ต้องวิเคราะห์ผลทางสถิ

ตาราง ผค.21 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ ระดับการช้ำของเนื้อ
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.16	0.08	0.221636	ns	3.19	5.08
Trt.	9	35	3.89	11.09499	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	11.2	11.2	31.92612	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	23.8	2.98	8.491095	**	1.75	2.22
A	2	14	7.02	20.0066	**	2.21	3.04
B	2	8.17	4.08	11.63588	**	3.19	5.08
AB	4	1.63	0.41	1.16095	ns	1.90	2.48
Error	18	6.32	0.35				
Total	29	41.5					
%CV	32.3						

ตาราง ผด.22 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของระดับการช้ำของเนื้อเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.4	0.2	0.967463	ns	3.19	5.08
Trt.	9	38.6	4.29	20.86209	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	14.4	14.4	70.2041	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	24.2	3.02	14.69434	**	1.75	2.22
A	2	19	9.5	46.21199	**	2.21	3.04
B	2	4.61	2.3	11.20761	**	3.19	5.08
AB	4	0.56	0.14	0.678889	ns	1.90	2.48
Error	18	3.7	0.21				
Total	29	42.7					
%CV	21.8						

ตาราง ผด.23 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของระดับการช้ำของเนื้อเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	1.5	0.75	2.027174	ns	3.19	5.08
Trt.	9	42.1	4.68	12.63806	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	15.7	15.7	42.39078	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	26.4	3.3	8.918966	**	1.75	2.22
A	2	21.4	10.7	28.84773	**	2.21	3.04
B	2	4.53	2.26	6.113698	**	3.19	5.08
AB	4	0.53	0.13	0.357217	ns	1.90	2.48
Error	18	6.66	0.37				
Total	29	50.3					
%CV	28						

ตาราง ผด.24 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของระดับการช้ำของเนื้อเมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.07	0.03	0.101124	ns	3.19	5.08
Trt.	9	51.9	5.76	17.48315	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	24.9	24.9	75.55056	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	27	3.37	10.22472	**	1.75	2.22
A	2	23.4	11.7	35.50562	**	2.21	3.04
B	2	2.07	1.04	3.146067	ns	3.19	5.08
AB	4	1.48	0.37	1.123596	ns	1.90	2.48
Error	18	5.93	0.33				
Total	29	57.9					
%CV	21						

ตาราง ผค.25 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของระดับการช้ำของเนื้อ
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 20 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.1	0.05	1	ns	3.88	6.93
Trt.	6	36.3	6.05	127	**	3.00	4.82
Trt. vs check	1	24	24	504.1667	**	4.75	9.33
Among Trt.	5	12.3	2.46	51.56667	**	3.11	5.06
A	1	9.39	9.39	197.1667	**	4.75	9.33
B	2	2.11	1.06	22.16667	**	3.88	6.93
AB	2	0.78	0.39	8.166667	**	3.88	6.93
Error	12	0.57	0.05				
Total	20	37					
%CV	8.33						

ตาราง ผค.26 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของL
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	3.82	1.91	1.122287	ns	3.19	5.08
Trt.	9	74.7	8.3	4.877502	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	18.5	18.5	10.84622	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	56.2	7.03	4.131412	**	1.75	2.22
A	2	34.6	17.3	10.17651	**	2.21	3.04
B	2	13.7	6.83	4.011532	*	3.19	5.08
AB	4	7.96	1.99	1.168801	ns	1.90	2.48
Error	18	30.6	1.7				
Total	29	109					
%CV	4.33						

ตาราง ผค.27 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของL
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	10.9	5.45	1.548442	ns	3.19	5.08
Trt.	9	99.9	11.1	3.153944	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	18.2	18.2	5.164427	*	4.04	7.19
Among Trt.	8	81.7	10.2	2.902634	**	1.75	2.22
A	2	50.5	25.2	7.169974	**	2.21	3.04
B	2	9.07	4.54	1.28929	ns	3.19	5.08
AB	4	22.2	5.54	1.575637	ns	1.90	2.48
Error	18	63.3	3.52				
Total	29	174					
%CV	6.38						

ตาราง ผค.28 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ L
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	20.6	10.3	3.502135	*	3.19	5.08
Trt.	9	74.4	8.26	2.813372	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	10.5	10.5	3.586307	ns	4.04	7.19
Among Trt.	8	63.8	7.98	2.716755	**	1.75	2.22
A	2	42.1	21	7.161478	**	2.21	3.04
B	2	10.1	5.03	1.713626	ns	3.19	5.08
AB	4	11.7	2.92	0.995959	ns	1.90	2.48
Error	18	52.9	2.94				
Total	29	148					
%CV	5.84						

ตาราง ผค.29 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ L
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	1.88	0.94	0.354044	ns	3.19	5.08
Trt.	9	98.3	10.9	4.108699	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	23.4	23.4	8.797025	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	74.9	9.36	3.522659	**	1.75	2.22
A	2	59.8	29.9	11.25495	**	2.21	3.04
B	2	2.9	1.45	0.546253	ns	3.19	5.08
AB	4	12.2	3.04	1.144716	ns	1.90	2.48
Error	18	47.9	2.66				
Total	29	148					
%CV	5.66						

ตาราง ผค.30 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ L
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 20 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	8.6	4.3	2.239663	ns	3.88	6.93
Trt.	6	356	59.3	30.89395	**	3.00	4.82
Trt. vs check	1	52.3	52.3	27.22942	**	4.75	9.33
Among Trt.	5	304	60.7	31.62685	**	3.11	5.06
A	1	205	205	106.7761	**	4.75	9.33
B	2	84.9	42.4	22.09867	**	3.88	6.93
AB	2	13.8	6.88	3.580441	ns	3.88	6.93
Error	12	23	1.92				
Total	20	388					
%CV	5.05						

ตาราง ผค.31 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเ a
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.26	0.13	1.498564	ns	3.19	5.08
Trt.	9	4.7	0.52	6.06256	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	0.68	0.68	7.860172	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	4.02	0.5	5.837859	**	1.75	2.22
A	2	3.55	1.77	20.5938	**	2.21	3.04
B	2	0.4	0.2	2.302177	ns	3.19	5.08
AB	4	0.08	0.02	0.227729	ns	1.90	2.48
Error	18	1.55	0.09				
Total	29	6.51					
%CV	81.6						

ตาราง ผค.32 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเ a
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.14	0.07	0.603586	ns	3.19	5.08
Trt.	9	3.6	0.4	3.552116	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	0.72	0.72	6.390479	*	4.04	7.19
Among Trt.	8	2.88	0.36	3.19732	**	1.75	2.22
A	2	2.58	1.29	11.47219	**	2.21	3.04
B	2	0.15	0.07	0.663561	ns	3.19	5.08
AB	4	0.15	0.04	0.326766	ns	1.90	2.48
Error	18	2.03	0.11				
Total	29	5.76					
%CV	65.8						

ตาราง ผค.33 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเ a
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.09	0.04	0.459448	ns	3.19	5.08
Trt.	9	3.61	0.4	4.183802	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	0.85	0.85	8.816719	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	2.77	0.35	3.604687	**	1.75	2.22
A	2	2.29	1.15	11.94433	**	2.21	3.04
B	2	0.12	0.06	0.62371	ns	3.19	5.08
AB	4	0.36	0.09	0.925353	ns	1.90	2.48
Error	18	1.73	0.1				
Total	29	5.43					
%CV	60.7						

ตาราง ผด.34 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ a
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.18	0.09	0.486111	ns	3.19	5.08
Trt.	9	31.2	3.47	18.97361	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	3.06	3.06	16.74529	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	28.2	3.52	19.25215	**	1.75	2.22
A	2	18.5	9.25	50.61206	**	2.21	3.04
B	2	4.62	2.31	12.63152	**	3.19	5.08
AB	4	5.03	1.26	6.882512	**	1.90	2.48
Error	18	3.29	0.18				
Total	29	34.7					
%CV	43.9						

ตาราง ผด.35 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ a
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 20 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.17	0.09	0.933623	ns	3.88	6.93
Trt.	6	2.8	0.47	4.996744	**	3.00	4.82
Trt. vs check	1	0.82	0.82	8.768414	*	4.75	9.33
Among Trt.	5	1.98	0.4	4.24241	*	3.11	5.06
A	1	1.37	1.37	14.68693	**	4.75	9.33
B	2	0.5	0.25	2.690099	ns	3.88	6.93
AB	2	0.11	0.05	0.572459	ns	3.88	6.93
Error	12	1.12	0.09				
Total	20	4.1					
%CV	62.9						

ตาราง ผด.36 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ b
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0	0	0.001292	ns	3.19	5.08
Trt.	9	5.25	0.58	3.063527	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	0.43	0.43	2.236351	ns	4.04	7.19
Among Trt.	8	4.82	0.6	3.166924	**	1.75	2.22
A	2	1.99	1	5.232218	**	2.21	3.04
B	2	2.14	1.07	5.621617	**	3.19	5.08
AB	4	0.69	0.17	0.90693	ns	1.90	2.48
Error	18	3.43	0.19				
Total	29	8.68					
%CV	17.9						

ตาราง ผค.37 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเb
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.38	0.19	0.538475	ns	3.19	5.08
Trt.	9	6.24	0.69	1.991806	*	1.74	2.20
Trt. vs check	1	0.61	0.61	1.743914	ns	4.04	7.19
Among Trt.	8	5.64	0.7	2.022792	*	1.75	2.22
A	2	2.72	1.36	3.911424	**	2.21	3.04
B	2	2.17	1.09	3.118939	ns	3.19	5.08
AB	4	0.74	0.18	0.530403	ns	1.90	2.48
Error	18	6.27	0.35				
Total	29	12.9					
%CV	23.3						

ตาราง ผค.38 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเb
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2.00	0.59	0.29	1.38	ns	3.19	5.08
Trt.	9	14.2	1.58	7.430614	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	1.37	1.37	6.453121	*	4.04	7.19
Among Trt.	8	12.9	1.61	7.552801	**	1.75	2.22
A	2	6.76	3.38	15.86671	**	2.21	3.04
B	2	5.72	2.86	13.43656	**	3.19	5.08
AB	4	0.39	0.1	0.453969	ns	1.90	2.48
Error	18	3.83	0.21				
Total	29	18.7					
%CV	15.7						

ตาราง ผค.39 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเb
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.36	0.18	1.150004	ns	3.19	5.08
Trt.	9	33.1	3.68	23.43293	**	1.74	2.20
Trt. vs check	1	5.2	5.2	33.12921	**	4.04	7.19
Among Trt.	8	27.9	3.49	22.22089	**	1.75	2.22
A	2	16.6	8.31	52.90866	**	2.21	3.04
B	2	9.03	4.52	28.76354	**	3.19	5.08
AB	4	2.26	0.57	3.605681	**	1.90	2.48
Error	18	2.83	0.16				
Total	29	36.3					
%CV	11.8						

ตาราง ผค.40 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ b
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกัน ที่อายุการเก็บ 20 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	2	0.06	0.03	0.08619	ns	3.88	6.93
Trt.	6	13.9	2.31	6.858157	**	3.00	4.82
Trt. vs check	1	2.89	2.89	8.569261	*	4.75	9.33
Among Trt.	5	11	2.2	6.515937	**	3.11	5.06
A	1	3.78	3.78	11.21135	**	4.75	9.33
B	2	5.81	2.91	8.617624	**	3.88	6.93
AB	2	1.39	0.7	2.066543	ns	3.88	6.93
Error	12	4.05	0.34				
Total	20	18					
%CV	18.4						

ตาราง ผค.41 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	1.40	1.40	4.90	ns	5.12	10.56
Trt.	9	1.09	0.12	0.42	ns	3.18	5.35
Trt. vs check	1	0.01	0.01	0.04	ns	5.12	10.56
Among Trt.	8	1.07	0.13	0.47	ns	3.23	5.47
A	2	0.82	0.41	1.43	ns	4.26	8.02
B	2	0.16	0.08	0.28	ns	4.26	8.02
AB	4	0.09	0.02	0.08	ns	3.63	6.42
Error	9	2.58	0.29				
Total	19	5.07					
%CV	23.9						

ตาราง ผค.42 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ
เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.09	0.09	0.81	ns	5.12	10.56
Trt.	9	0.86	0.10	0.85	ns	3.18	5.35
Trt. vs check	1	0.00	0.00	0.01	ns	5.12	10.56
Among Trt.	8	0.86	0.11	0.96	ns	3.23	5.47
A	2	0.33	0.17	1.50	ns	4.26	8.02
B	2	0.24	0.12	1.06	ns	4.26	8.02
AB	4	0.29	0.07	0.65	ns	3.63	6.42
Error	9	1.00	0.11				
Total	19	1.95					
%CV	15.6						

ตาราง ผค.43 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.09	0.09	2.13	ns	5.12	10.56
Trt.	9	0.99	0.11	2.62	ns	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	0.04	0.04	0.89	ns	5.12	10.56
Among Trt.	8	0.96	0.12	2.83	ns	3.23	5.47
A	2	0.60	0.30	7.07	*	4.26	8.02
B	2	0.25	0.12	2.94	ns	4.26	8.02
AB	4	0.11	0.03	0.66	ns	3.63	6.42
Error	9	0.38	0.04				
Total	19	1.46					
%CV	10						

ตาราง ผค.44 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	1.17	1.17	3.75	ns	5.99	13.74
Trt.	6	0.92	0.15	0.49	ns	4.28	8.47
Trt. vs checl	1	0.18	0.18	0.58	ns	5.99	13.74
Among Trt.	5	0.73	0.15	0.47	ns	4.39	8.75
A	1	0.01	0.01	0.02	ns	5.99	13.74
B	2	0.48	0.24	0.76	ns	5.14	10.92
AB	2	0.25	0.13	0.40	ns	5.14	10.92
Error	6	1.87	0.31				
Total	13	3.96					
%CV	25.9						

ตาราง ผค.45 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.36	0.36	1.77	ns	5.12	10.56
Trt.	9	3.55	0.39	1.95	ns	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	0.41	0.41	2.02	ns	5.12	10.56
Among Trt.	8	3.14	0.39	1.95	ns	3.23	5.47
A	2	2.67	1.34	6.62	*	4.26	8.02
B	2	0.16	0.08	0.38	ns	4.26	8.02
AB	4	0.31	0.08	0.39	ns	3.63	6.42
Error	9	1.82	0.20				
Total	19	5.72					
%CV	21.5						

ตาราง ผด.46 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.22	0.22	5.08	ns	5.12	10.56
Trt.	9	2.40	0.27	6.21	**	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	0.27	0.27	6.24	*	5.12	10.56
Among Trt.	8	2.13	0.27	6.20	**	3.23	5.47
A	2	0.89	0.45	10.40	**	4.26	8.02
B	2	1.00	0.50	11.61	**	4.26	8.02
AB	4	0.24	0.06	1.40	ns	3.63	6.42
Error	9	0.39	0.04				
Total	19	3.01					
%CV	10.8						

ตาราง ผด.47 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.01	0.01	0.12	ns	5.12	10.56
Trt.	9	2.74	0.30	3.77	*	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	0.77	0.77	9.50	*	5.12	10.56
Among Trt.	8	1.97	0.25	3.06	ns	3.23	5.47
A	2	1.76	0.88	10.91	**	4.26	8.02
B	2	0.18	0.09	1.12	ns	4.26	8.02
AB	4	0.03	0.01	0.11	ns	3.63	6.42
Error	9	0.73	0.08				
Total	19	3.47					
%CV	16.2						

ตาราง ผด.48 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของปริมาณกรดทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.00	0.00	0.01	ns	5.99	13.74
Trt.	6	0.67	0.11	0.21	ns	4.28	8.47
Trt. vs checl	1	0.00	0.00	0.00	ns	5.99	13.74
Among Trt.	5	0.67	0.13	0.25	ns	4.39	8.75
A	1	0.04	0.04	0.08	ns	5.99	13.74
B	2	0.13	0.07	0.12	ns	5.14	10.92
AB	2	0.49	0.25	0.45	ns	5.14	10.92
Error	6	3.27	0.54				
Total	13	3.94					
%CV	37.5						

ตาราง ผค.49 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.01	0.01	0.10	ns	5.12	10.56
Trt.	9	28.30	3.14	33.89	**	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	0.90	0.90	9.73	*	5.12	10.56
Among Trt.	8	27.40	3.43	36.91	**	3.23	5.47
A	2	9.25	4.63	49.84	**	4.26	8.02
B	2	8.33	4.17	44.89	**	4.26	8.02
AB	4	9.82	2.45	26.45	**	3.63	6.42
Error	9	0.84	0.09				
Total	19	29.15					
%CV	2.04						

ตาราง ผค.50 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.06	0.06	0.22	ns	5.12	10.56
Trt.	9	15.33	1.70	6.61	**	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	1.73	1.73	6.72	*	5.12	10.56
Among Trt.	8	13.60	1.70	6.60	**	3.23	5.47
A	2	0.35	0.17	0.68	ns	4.26	8.02
B	2	2.62	1.31	5.08	*	4.26	8.02
AB	4	10.63	2.66	10.32	**	3.63	6.42
Error	9	2.32	0.26				
Total	19	17.70					
%CV	3.54						

ตาราง ผค.51 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.37	0.37	2.23	ns	5.12	10.56
Trt.	9	81.52	9.06	53.97	**	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	40.63	40.63	242.10	**	5.12	10.56
Among Trt.	8	40.89	5.11	30.45	**	3.23	5.47
A	2	20.50	10.25	61.07	**	4.26	8.02
B	2	0.20	0.10	0.61	ns	4.26	8.02
AB	4	20.19	5.05	30.07	**	3.63	6.42
Error	9	1.51	0.17				
Total	19	83.40					
%CV	2.67						

ตาราง ผค.52 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนไม่ช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 15วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.04	0.04	2.22	ns	5.99	13.74
Trt.	6	125.49	20.92	1296.23	**	4.28	8.47
Trt. vs checl	1	79.08	79.08	4900.74	**	5.99	13.74
Among Trt.	5	46.42	9.28	575.33	**	4.39	8.75
A	1	24.65	24.65	1527.56	**	5.99	13.74
B	2	18.06	9.03	559.59	**	5.14	10.92
AB	2	3.71	1.86	114.97	**	5.14	10.92
Error	6	0.10	0.02				
Total	13	125.62					
%CV	0.76						

ตาราง ผค.53 วิเคราะห์ ความแปรปรวนขะ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.28	0.28	2.27	ns	5.12	10.56
Trt.	9	78.41	8.71	69.61	**	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	8.15	8.15	65.09	**	5.12	10.56
Among Trt.	8	70.26	8.78	70.17	**	3.23	5.47
A	2	42.00	21.00	167.77	**	4.26	8.02
B	2	15.29	7.64	61.07	**	4.26	8.02
AB	4	12.98	3.25	25.93	**	3.63	6.42
Error	9	1.13	0.13				
Total	19	79.82					
%CV	2.52						

ตาราง ผค.54 วิเคราะห์ ความแปรปรวนขะ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.08	0.08	2.43	ns	5.12	10.56
Trt.	9	25.83	2.87	88.61	**	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	10.45	10.45	322.53	**	5.12	10.56
Among Trt.	8	15.39	1.92	59.37	**	3.23	5.47
A	2	9.20	4.60	142.01	**	4.26	8.02
B	2	4.27	2.14	65.97	**	4.26	8.02
AB	4	1.91	0.48	14.75	**	3.63	6.42
Error	9	0.29	0.03				
Total	19	26.20					
%CV	1.33						

ตาราง ผด.55 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.04	0.04	1.29	ns	5.12	10.56
Trt.	9	413.85	45.98	1473.74	**	3.18	5.35
Trt. vs checl	1	15.90	15.90	509.62	**	5.12	10.56
Among Trt.	8	397.95	49.74	1594.25	**	3.23	5.47
A	2	149.64	74.82	2398.02	**	4.26	8.02
B	2	76.38	38.19	1223.93	**	4.26	8.02
AB	4	171.92	42.98	1377.53	**	3.63	6.42
Error	9	0.28	0.03				
Total	19	414.17					
%CV	1.24						

ตาราง ผด.56 วิเคราะห์ ความแปรปรวนของ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในเนื้อส่วนช้ำ เมื่อได้รับพลังงานกระแทกต่างกันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Rep	1	0.00	0.00	0.00	ns	5.99	13.74
Trt.	6	89.54	14.92	40.09	**	4.28	8.47
Trt. vs checl	1	52.57	52.57	141.21	**	5.99	13.74
Among Trt.	5	36.97	7.39	19.86	**	4.39	8.75
A	1	20.44	20.44	54.91	**	5.99	13.74
B	2	3.02	1.51	4.06	ns	5.14	10.92
AB	2	13.51	6.76	18.15	**	5.14	10.92
Error	6	2.23	0.37				
Total	13	91.78					
%CV	3.83						

ตาราง ผค.57 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความยากง่ายในการปอกเปลือกของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	38.70	4.837	1.495	ns	2.36	3.36
Treatment	3	9.707	3.236	0.761	ns	3.01	4.72
Error	24	148.8	4.253				
TOTAL	35	197.3					
%CV	0.615						

ตาราง ผค.58 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความยากง่ายในการปอกเปลือกของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	24.75	3.094	0.4	ns	2.36	3.36
Treatment	3	23.22	7.739	2.17	ns	3.01	4.72
Error	24	124.8	3.566				
TOTAL	35	172.8					
%CV	0.568						

ตาราง ผค.59 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความยากง่ายในการปอกเปลือกของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	9.56	1.195	15.87	**	2.59	3.89
Treatment	2	0.151	0.075	0.235	ns	3.63	6.32
Error	16	8.344	0.321				
TOTAL	26	18.05					
%CV	0.332						

ตาราง ผค.60 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความยากง่ายในการปอกเปลือกของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 15 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	8.85	1.106	0.347	ns	3.44	6.03
Treatment	1	3.184	3.184	10.85	ns	161	4052
Error	8	4.986	0.293				
TOTAL	17	17.02					
%CV	0.31						

ตาราง ผด.61 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความเข้มสีของเนื้อของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	74.59	9.323	6.944	**	2.14	2.9
Treatment	6	8.056	1.343	1.383	ns	2.3	3.2
Error	48	60.21	0.971				
TOTAL	62	142.9					
%CV	0.41						

ตาราง ผด.62 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความเข้มสีของเนื้อของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	146.07	18.26	4.129	**	2.14	2.9
Treatment	6	26.53	4.422	1.862	ns	2.3	3.2
Error	48	147.2	2.375				
TOTAL	62	319.8					
%CV	0.497						

ตาราง ผด.63 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความเข้มสีของเนื้อของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	34.60	4.325	48.45	**	2.14	2.9
Treatment	6	0.536	0.089	0.097	ns	2.3	3.2
Error	48	57.29	0.924				
TOTAL	62	92.42					
%CV	0.464						

ตาราง ผด.64 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความสดของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	530.66	66.33	3.342	**	2.14	2.9
Treatment	6	119.1	19.85	2.756	*	2.3	3.2
Error	48	446.5	7.201				
TOTAL	62	1096					
%CV	0.345						

ตาราง ผด.65 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความสด ของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	285.97	35.75	0.775	ns	2.14	2.9
Treatment	6	276.8	46.13	9.241	**	2.3	3.2
Error	48	309.5	4.992				
TOTAL	62	872.3					
%CV	0.321						

ตาราง ผด.66 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความสด ของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	123.43	15.43	0.25	ns	2.14	2.9
Treatment	6	370	61.67	23.49	**	2.3	3.2
Error	48	162.8	2.626				
TOTAL	62	656.2					
%CV	0.209						

ตาราง ผด.67 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความหวาน ของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	129.51	16.19	1.19	ns	2.14	2.9
Treatment	6	81.65	13.61	4.088	**	2.3	3.2
Error	48	206.4	3.329				
TOTAL	62	417.6					
%CV	0.402						

ตาราง ผด.68 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความหวาน ของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	69.86	8.733	0.574	ns	2.14	2.9
Treatment	6	91.3	15.22	7.465	**	2.3	3.2
Error	48	126.4	2.038				
TOTAL	62	287.5					
%CV	0.348						

ตาราง ผด.69 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความหวาน ของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	46.11	5.764	0.406	ns	2.14	2.9
Treatment	6	85.14	14.19	13.45	**	2.3	3.2
Error	48	65.39	1.055				
TOTAL	62	196.6					
%CV	0.25						

ตาราง ผด.70 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความเปรี้ยว ของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	93.15	11.64	1.587	ns	2.14	2.9
Treatment	6	44.03	7.338	3.643	**	2.3	3.2
Error	48	124.9	2.014				
TOTAL	62	262.1					
%CV	0.404						

ตาราง ผด.71 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความเปรี้ยว ของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	43.03	5.378	0.536	ns	2.14	2.9
Treatment	6	60.16	10.03	9.626	**	2.3	3.2
Error	48	64.58	1.042				
TOTAL	62	167.8					
%CV	0.321						

ตาราง ผด.72 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ ความเปรี้ยว ของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	22.15	2.768	0.416	ns	2.14	2.9
Treatment	6	39.9	6.649	11.43	**	2.3	3.2
Error	48	36.08	0.582				
TOTAL	62	98.12					
%CV	0.268						

ตาราง ผด.73 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ การยอมรับของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 0 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	256.00	32	1.541	ns	2.22	3.06
Treatment	3	62.28	20.76	3.975	*	2.87	4.4
Error	24	182.8	5.223				
TOTAL	35	501.1					
%CV	0.331						

ตาราง ผด.74 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ การยอมรับของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 5 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	154.89	19.36	0.534	ns	2.22	3.06
Treatment	3	108.7	36.23	8.067	**	2.87	4.4
Error	24	157.2	4.492				
TOTAL	35	420.8					
%CV	0.35						

ตาราง ผด.75 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทดสอบชิมเรื่อ การยอมรับของมังคุดเมื่อได้รับพลังงานกระแทกเท่ากันขณะมีและไม่มีวัสดุรองรับ ที่อายุการเก็บ 10 วัน

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F-test	F(0.05)	F(0.01)
Replication	8	46.73	5.842	0.327	ns	2.32	3.29
Treatment	2	35.78	17.89	4.734	*	3.37	5.53
Error	16	98.25	3.779				
TOTAL	26	180.8					
%CV	0.385						

แบบทดสอบชิม

ผลิตภัณฑ์ มังคุดสด

คำแนะนำ

1. ผู้ทดสอบชิมควรตรวจสอบหมายเลขในแบบทดสอบชิมให้ตรงกับหมายเลขมังคุดที่ได้รับ
2. ควรทำการทดสอบมังคุดครั้งละ 1 ผล
3. ก่อนและหลังการทดสอบชิมรสของมังคุด ควรกลั้วปากด้วยน้ำเปล่า

การให้คะแนนให้ขีดเส้นในแนวตั้ง(|) บนเส้นที่ให้ไว้โดยให้เขียนสัญลักษณ์กำกับบนขีดนั้น

N = เนื้อมังคุดส่วนไม่ช้ำ B = เนื้อมังคุดส่วนช้ำ

ดังตัวอย่างต่อไปนี้

	N		B
สีของเนื้อ	|	..... |	..... |

ชุดที่.....
ครั้งที่.....

ผู้ทดสอบชิมชื่อ.....วันที่.....

หมายเลขมังคุด ....

ความยากง่ายในการปอกเปลือก (ตรวจสอบทั้งผลไม่ต้องแยกส่วนช้ำหรือไม่ช้ำ)

| ..... |

ง่าย ยาก

สีเข้มของเนื้อ

| ..... | ..... |

ขาว สีครีม เข้ม

ความสดของเนื้อ

| ..... |

น้อย มาก

(มังคุดสด)

รสหวาน

| ..... | ..... |

น้อย Std มาก

รสเปรี้ยว

| ..... | ..... |

น้อย Std มาก

การยอมรับรวม (ประเมินทั้งผลโดยไม่ต้องแยกส่วนช้ำหรือไม่ช้ำ)

| ..... |

น้อย มาก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวชลทิศา พีระประสมพงศ์

วันเดือนปีเกิด 5 พฤษภาคม 2512

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2533

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

สถานที่ทำงาน	ตำแหน่ง	ระยะเวลา
บ.แมนเอโฟรสเซนฟูดส์ จำกัด	ดิวซีซุปเปอร์ไวซ์เซอร์ ฝ่ายควบคุมคุณภาพ	1 ปี

ทุนการศึกษา

ทุนบัณฑิตศึกษาภายในประเทศของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(สวทช.)