1628

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาความแข็งแรงของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด

(Study on some physical properties of biodegradable tray from corn pericarps)

โดย

นางสาวฐิฏิมา ช้างทอง

นางสาวพรรณี ประสารชัยมนตรี

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 20 / พ.ค. / 40 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

..... (ผศ.ดร. ระเพียร ทาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 30 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2540

14933

21 มี.ค. 2541

ปพ. ว 324 ก 2539

- 8 มี.ค. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14933

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาความแข็งแรงของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด

(Study on some physical properties of biodegradable tray from corn pericarps)

T096661

นางสาวฐิฏิมา ช้างทอง
นางสาวพรรณี ประสารชัยมนตรี

ปพ.
ส3290ก
2540

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96661
วัน,เดือน,ปี..... 4 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐิฏิมา ช้างทอง และ พรรณี ประสารชัยมนตรี. 2540 : การศึกษาความแข็งแรงของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด (Study on some physical properties of biodegradable tray from corn pericarps). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา , 87 หน้า.

การศึกษาความแข็งแรงของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความแข็งแรงของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดหลังการขึ้นรูปที่มีปัจจัยในการผลิตที่แตกต่างกัน โดยนำเปลือกข้าวโพดมาทำแห้ง ตัดเปลือกข้าวโพดที่แห้งแล้วให้มีขนาด 4 x 5 ซม. นำมาขึ้นรูปถาดจำนวน 16 แผ่น ต่อ 1 ชั้น จำนวนชั้นของเปลือกข้าวโพดจะมี 3 ชั้น และ 4 ชั้น โดยผลิตถาดเป็น 2 ลาย คือ ลายสลับธรรมดา และลายสลับตาหมากรุก แล้วนำไปขึ้นรูปถาดด้วยเครื่องขึ้นรูปอย่างง่ายที่อุณหภูมิ 40 $^{\circ}$ ซ , 50° ซ , 60° ซ และ 70° ซ ตามลำดับ โดยให้น้ำหนักกดลงบนถาดแม่พิมพ์ด้วยน้ำหนักคงที่ 10 กก. ตัดแต่งถาดที่ได้ จากนั้นนำถาดที่ได้ไปศึกษาปริมาณความชื้น ความต้านทานแรงทิ่มทะลุ และความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป โดยถาดที่มีความแข็งแรงสามารถดูได้จากถาดที่มีความต้านทานแรงทิ่มทะลุ และความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปมากที่สุด ในขณะที่ปริมาณความชื้นต่ำ จากการทดลองพบว่า ถาดจากเปลือกข้าวโพดที่ขึ้นรูปแบบลายหมากรุก 4 ชั้นที่อุณหภูมิ 50° ซ จะมีความแข็งแรงมากที่สุด ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 (r = 0.7553) ในขณะที่ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุและค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปมีค่าลดลง (r = -0.1154 และ r = -0.1456 ตามลำดับ) จำนวนชั้นมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 (r = 0.4584) เมื่อจำนวนชั้นเพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุและค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

ฐิฏิมา ช้างทอง
.....
พรรณี ประสารชัยมนตรี

.....
รศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา

20 มีนาคม 40
.....

ลายมือชื่อนักศึกษา | ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา | วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่อง " การศึกษาความแข็งแรงของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด " ผู้จัดทำของกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. วุฒิชัย นาครักษา เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ซึ่งมีส่วนอย่างมากในการทำให้ปัญหาพิเศษเรื่องนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณ ดร. กิตติชัย บรรจง เป็นอย่างสูงที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT นอกจากนี้ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ระจิตร จุชากรณ์ และ อาจารย์สนธิสุข ธีระชัยชยุติ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นกรรมการสอบปัญหาพิเศษนี้ ทั้งนี้ที่จะขาดเสียไม่ได้ ก็คือ น้อง ๆ ทุกคนที่มีส่วนทำให้ปัญหาพิเศษเรื่องนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณกำลังใจและทุก ๆ อย่างที่เพื่อน ๆ มีให้แก่กันตลอดมา

ฐิฏิมา ช้างทอง
พรรณี ประสารชัยมนตรี
กุมภาพันธ์ 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 ข้าวโพดฝักอ่อน	3
2.2 บรรจุภัณฑ์ถาด	3
2.3 คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของถาดที่สำคัญ	7
2.4 แนวทางงานวิจัยบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายได้ในประเทศไทย	8
3. วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	10
3.1 วัตถุดิบ	10
3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	10
3.3 อุปกรณ์	10
3.4 วิธีทดลอง	11
4. ผลการทดลอง	15
4.1 ปริมาณความชื้นของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด	15
4.2 ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด	17
4.3 ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป	19
4.4 ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุและค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดโฟมเสียรูป	21
4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	22
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	23
5.1 สรุปผลการทดลอง	23
5.2 ข้อเสนอแนะ	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	27
ภาคผนวก ก	28
ภาคผนวก ข	29
ภาคผนวก ค	32
ประวัติผู้เขียน	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ค่าความชื้นของถาดจากเปลือกข้าวโพด	15
2. ค่าความต้านทานแรงที่มทะลุของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด	17
3. ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป	19
4. ค่าความต้านทานแรงที่มทะลุและค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดโฟมเสียรูป	21
5. แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความชื้นของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดที่ขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ	29
2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดที่ขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ	30
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดที่ขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.	แสดงการผลิตถาดโดยยึดถือมาตรฐาน Gastronorm	4
2.	แสดงรูปทรงของบรรจุภัณฑ์	6
3.	แสดงเครื่องขึ้นรูปถาด	10
4.	แสดงเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT	11
5.	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (%) กับอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูปถาด	16
6.	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุ (kgf/cm^2.) กับอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูปถาด	18
7.	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป (kgf/cm^2.) กับอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูปถาด	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปภาคผนวกที่	หน้า
1. แสดงการขึ้นรูปถาดด้วยเครื่องขึ้นรูปถาดอย่างง่าย	32
2. แสดงถาดที่เสร็จสมบูรณ์	32
3. แสดงการทดสอบความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT	33
4. แสดงการทดสอบความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT	33
5. กราฟแสดงความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT (ครั้งที่ 1)	34
6. กราฟแสดงความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT (ครั้งที่ 2)	51
7. กราฟแสดงความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT (ครั้งที่ 1)	68
8. กราฟแสดงความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT (ครั้งที่ 2)	73
9. กราฟแสดงความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดโฟมด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT	78
10. กราฟแสดงความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดโฟมเสียรูปด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันเรากำลังเผชิญกับปัญหาสภาพแวดล้อมถูกทำลาย สาเหตุหนึ่ง คือ เรื่องของขยะซึ่งมีปริมาณมากจนเกินกำลังที่จะกำจัด จากการศึกษาพบว่าส่วนประกอบของขยะมูลฝอยในประเทศไทยเมื่อปีที่ผ่าน ๆ มา ประกอบด้วย โลหะ 1.43 % , กระดาษ 10.08 %, พลาสติก 4.35 % , ไม้ 2.19 % , ผัก 70.61 % , แก้ว 2.39 % และอื่น ๆ 6.24 % แต่ปัจจุบันส่วนประกอบได้เปลี่ยนไปโดยสิ้นเชิง ประกอบด้วยกระดาษ 20 % , พลาสติก 16 % , ไม้ 10 %, ผ้า 8 % , ยา 1 % , เศษอาหาร 20 % และอื่น ๆ 17 % โดยน้ำหนัก เมื่อ 14 ปีที่แล้วมีปริมาณของวัสดุต่าง ๆ ไม่มากนัก แต่มีผักเหลือทิ้งถึง 70 % แต่ปัจจุบันวัสดุต่าง ๆ เช่น กระดาษ, พลาสติกและไม้รวมกันสูงถึง 45 % (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2534) โดยเฉพาะขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ซึ่งการกำจัดทำได้ยากและทำลายสิ่งแวดล้อม เช่น โฟม ได้ถูกนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุอย่างกว้างขวางทั้งการบรรจุอาหารและผักผลไม้ ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นสิ่งหนึ่งที่ส่งออกโดยใช้โฟมเป็นภาชนะบรรจุ แต่ตลาดต่างประเทศเริ่มไม่ยอมรับสินค้าที่ใช้โฟมเป็นภาชนะบรรจุ

ในประเทศไทยสามารถปลูกข้าวโพดได้ดีทุกภาค จังหวัดที่ผลิตข้าวโพดมากในแต่ละภาคเรียงตามปริมาณการผลิตจากมากไปน้อย ดังนี้

ภาคกลาง : เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครสวรรค์ สระบุรี พิษณุโลก พิจิตร สุโขทัย และปราจีนบุรี

ภาคเหนือ : แพร่ น่าน เชียงราย และเชียงใหม่

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : นครราชสีมา ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ขอนแก่น และชัยภูมิ

ภาคใต้ : สงขลา สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช (คณะวิทยาศาสตร์ , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

พื้นที่ที่ใช้เพาะปลูกข้าวโพดในประเทศไทยปีการผลิต 2537 / 38 มีประมาณ 8.8 ล้านไร่ ซึ่งมีปริมาณการผลิต 4 ล้านตัน (กองประชาสัมพันธ์ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร , 2538)

การนำเปลือกข้าวโพดซึ่งเป็นของเสียจากโรงงาน ตลาดสดที่ทำการซื้อขายข้าวโพดมาผลิตถาดจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี ดังนั้นการนำถาดดังกล่าวมาบรรจุข้าวโพดฝักอ่อนส่งขายต่างประเทศจึงเป็นการลดปัญหาการกำจัดของเสีย เป็นการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอย่างคุ้มค่าและเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ข้าวโพดฝักอ่อน

ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชผักที่ได้รับความนิยมอย่างมากในหมู่ผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ ทั้งภาครัฐและเอกชนต่างให้ความสนใจและได้พยายามดำเนินการเพื่อสนับสนุนให้ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชอุตสาหกรรมที่ช่วยสร้างเสริมรายได้ให้กับประเทศชาติ ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 พ.ศ. 2530 - 2534 (ชัชวาลและคณะ , 2532) ก็ได้ระบุให้ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชประเภทหนึ่งในกลุ่มพืชอุตสาหกรรมที่จะต้องเร่งรัดการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ในปัจจุบันประเทศไทยสามารถส่งข้าวโพดฝักอ่อนไปขายตลาดต่างประเทศได้ปีละหลายร้อยล้านบาท โดยที่รายได้ส่วนใหญ่มาจากข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง ในปี พ.ศ. 2538

มีข้าวโพดหลายพันธุ์ที่เหมาะกับการบริโภคขณะยังอ่อนที่สามารถปลูกได้ในประเทศไทย เช่น ข้าวโพดหวาน , ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ , ข้าวโพดพันธุ์ดีเอ็มอาร์ , ข้าวโพดพันธุ์รังสิต 1 ฯลฯ

ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชที่มีระยะเวลาในการปลูกค่อนข้างสั้น คือ จะเริ่มเก็บฝักได้เมื่ออายุประมาณ 45 วัน และใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวประมาณ 10 วัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ใช้ปลูก ช่วงเวลาตั้งแต่วันปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวฝักอ่อนหมดจะใช้เวลาประมาณ 60 วัน ฉะนั้นในท้องถิ่นที่มีการชลประทานตลอดปี เกษตรกรจะสามารถปลูกข้าวโพดฝักอ่อนได้ปีละประมาณ 4-5 ครั้ง โดยจะเริ่มปลูกจากฤดูฝนซึ่งเป็นฤดูที่มีการปลูกกันมากที่สุด

<u>ข้าวโพดหวาน</u>

1. พันธุ์หวานธรรมดา เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “ข้าวโพดพันธุ์เกษตร” โดยทั่วไปมีคุณสมบัติ คือ เป็นพันธุ์ที่ให้ฝักดกและฝักอ่อนหรือแกนสวย แต่มีข้อเสียคือไม่ต้านแดดและสภาพแวดล้อม อ่อนแอต่อโรคราน้ำค้างเป็นพิเศษ ราคาจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ประมาณ 20 บาทต่อกิโลกรัม

2. พันธุ์หวานพิเศษ โดยทั่วไป เรียกว่า “ ข้าวโพดพันธุ์ซุปเปอร์ ” หรือ “ ซุปเปอร์สวิท ” เป็นพันธุ์ที่ให้ฝักดก ผลผลิตสูง ฝักและแกนอ่อนมีขนาดรูปร่างและสีสวย ลักษณะที่ดีของข้าวโพดพันธุ์นี้ คือ แม้ว่าไหมจะโผล่พ้นฝักอ่อนยาวเกินกว่า 3-4 cm ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับเก็บเป็นข้าวโพดฝักอ่อนก็ตาม ก็ยังให้ฝักที่มีแกนอ่อนสวยและได้ขนาดเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ

แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

พันธุ์สุวรรณ-1 มีการเจริญเติบโตและแก่เร็ว อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 47 วัน เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงพอสมควร และสามารถทนทานต่อโรคราน้ำค้างได้ดีกว่าพันธุ์ไทยดีเอ็มอาร์-6 เมล็ดพันธุ์จำหน่ายในราคาประมาณ 10 บาท/กิโลกรัม

พันธุ์สุวรรณ-2 มีการเจริญเติบโตของฝักรวดเร็ว โดยเฉพาะทางด้านความกว้าง หรือเส้นผ่าศูนย์กลางของฝักมักจะไม่เกิน 1.5 cm ซึ่งเป็นขนาดที่ได้มาตรฐาน ฝักอ่อนหรือแกนอ่อนมีความสม่ำเสมอมากกว่าพันธุ์สุวรรณ-1 ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างดี มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ประมาณ 45 วัน

ข้าวโพดพันธุ์ไทยดีเอ็มอาร์-6 เกษตรกรนิยมปลูกเนื่องจากมีการเจริญเติบโตและแข็งแรงดี ขนาดลำต้นไม่สูงมากนัก สะดวกในการถอดหรือดึงยอดช่อดอกตัวผู้ได้ง่าย เมล็ดพันธุ์มีราคาถูก ราคาจำหน่ายในท้องตลาดประมาณ 6 บาท/กิโลกรัม ให้ฝักดกจนมีขนาดฝักอ่อนดีตรงตามความต้องการของตลาด ปกติจะมีอายุการเก็บเกี่ยวที่สั้นประมาณ 45-50 วัน หลังจากการปลูก

ข้าวโพดพันธุ์รังสิต 1 เป็นข้าวโพดไร่ลูกผสม 3 สายพันธุ์ จากพันธุ์ UPCA Var 1x Cup. FC DMR(F)C_2XD 745 ของสาขาข้าวโพดข้าวฟ่าง กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร ลักษณะประจำพันธุ์เป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง เป็นพันธุ์ผสมเปิด ลำต้นสีเขียว สูงประมาณ 160-190 cm ในลักษณะเรียวสีเขียวเข้ม อายุการเก็บเกี่ยว 47-48 วันหลังปลูก (มุกดา, 2539)

2.2 บรรจุภัณฑ์อาด

ถาดเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถผลิตจากวัสดุต่าง ๆ ได้หลายชนิด ถาดที่ทำจากอะลูมิเนียมและพลาสติกขึ้นรูปด้วยความร้อนมักเป็นรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่อำนวยความสะดวกในการบริโภค ส่วนใหญ่ใช้บรรจุอาหารปรุงสำเร็จ เช่น พิซซ่า ขนมพาย เป็นต้น โดยที่อาหารนั้นผ่านการแช่แข็งภายในภาชนะบรรจุ และเมื่อรับประทานสามารถนำมาอุ่นทั้งภาชนะบรรจุได้ และถาดที่ทำจากเยื่อกระดาษส่วนใหญ่แล้วจะให้เป็นบรรจุภัณฑ์ขายปลีกสำหรับสินค้าประเภทไข่สด เนื้อสด ผักและผลไม้สด และใช้เพื่อการขนส่งไข่และผลไม้สด

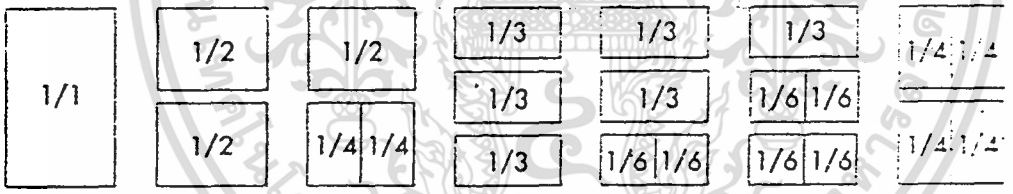
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถาดแบ่งออกตามวัสดุที่ใช้ผลิตได้ 3 ชนิด คือ

1. ถาดอะลูมิเนียม
2. ถาดจากพลาสติกขึ้นรูปด้วยความร้อน
3. ถาดจากเยื่อกระดาษขึ้นรูป

2.2.1 ถาดอะลูมิเนียม

ผลิตจากแผ่นเปลวอะลูมิเนียม ความหนาของอะลูมิเนียมที่ใช้อยู่ในช่วงระหว่าง 50 ถึง 100 ไมครอน (1 ไมครอนเท่ากับ 0.001 มม.) การเลือกใช้ความหนาขึ้นอยู่กับขนาดเป็นหลัก ถาดรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าและทรงกลมเป็นรูปทรงที่มีการใช้งานเป็นส่วนใหญ่และไม่มีการกำหนดขนาดมาตรฐานสากลที่แน่นอนไว้ อย่างไรก็ตามสำหรับการจำหน่ายสินค้าระดับอุตสาหกรรมในกลุ่มประเทศยุโรปจะมีช่วงขนาดมาตรฐานที่เรียกว่า Gastronorm ซึ่งมีขนาดพื้นฐานเท่ากับ 530 x 325 มม. โดยกำหนดให้เป็น GN 1/1 และมีการผลิตถาดโดยยึดถือขนาดมาตรฐานนี้เป็นขนาดมาตรฐานดังแสดงรูปในรูปที่ 1 มาตรฐาน Gastronorm ถูกกำหนดขึ้นจากขนาดซึ่งครอบคลุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจำหน่ายอาหาร เช่น เตาอบ รถเข็น โต๊ะชั้นวางอาหาร เป็นต้น (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย ,2538)



ตัวอย่างขนาดและการแบ่งสัดส่วนถาดตามมิติมาตรฐาน Gastronorm

รูปที่ 1 แสดงการผลิตถาดโดยยึดถือมาตรฐาน Gastronorm

โดยสรุปแล้วข้อดีของแผ่นเปลวอะลูมิเนียม คือ เป็นวัสดุที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปให้ใช้สัมผัสอาหารได้โดยตรง แต่มีข้อจำกัดคือ ราคาที่ค่อนข้างแพง

2.2.2 ถาดจากพลาสติกขึ้นรูปด้วยความร้อน

บรรจุภัณฑ์พลาสติกขึ้นรูปด้วยความร้อน สามารถผลิตด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรก เป็นการหลอมและอัดรีดพลาสติกผ่านหัวแบบจนได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติกซึ่งจะถูกม้วนแล้วผ่านกระบวนการให้ความร้อนจนอ่อนตัวแผ่นพลาสติกจะถูกยืด อัดลงแบบ และทำให้เย็นตัวลงตามลำดับ จากนั้นถาดจะถูกตัดส่วนขอบออก ส่วนที่ไม่ต้องการสามารถผ่านกลับมาเข้าในขั้นตอนแรกอีก และในขั้นตอนที่ 3 จะเป็นกระบวนการพิมพ์บนถาดที่ขึ้นรูปเสร็จแล้ว

เนื่องจากการขึ้นรูปด้วยความร้อนจำเป็นต้องใช้แม่พิมพ์เสมอ การผลิตบ่อย ๆ เป็นเวลาต่อเนื่องนานและจำนวนมากจำเป็นต้องใช้แม่พิมพ์โลหะ เพื่อความทนทานแต่ราคาแพงมาก ในขณะที่การผลิตปริมาณน้อย ๆ สามารถใช้แม่พิมพ์ที่ทำจากไม้ อะลูมิเนียม ปูนปลาสเตอร์ หรือเรซินหล่อ ซึ่งจะมีราคาถูกกว่าแต่จะมีอายุการใช้งานสั้น

วัสดุที่มีการนำมาใช้ทำบรรจุภัณฑ์พลาสติกขึ้นรูปด้วยความร้อนทั่วไป ได้แก่

1. โพลีสไตรีนชนิดทนต่อแรงตกกระแทกสูง (high impact polystyrene หรือ PS-HI) เป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับใช้เป็นถาดสามารถใช้กับสินค้าอาหารส่วนใหญ่ ยกเว้นไขมันบางชนิด

2. โฟมโพลีสไตรีน (Fomed Polystyrene) เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบามากและเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี แต่โฟมชนิดนี้มีความเปราะแตกง่าย ซึ่งทำให้มีข้อจำกัดของรูปทรงในการผลิต

3. โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchoirde หรือ PVC) PVC มีความเหนียว ใสมาก และสามารถตกแต่งสีได้ง่าย ทนทานต่อสารเคมีค่อนข้างสูงและมีคุณสมบัติในการเป็นตัวกั้นการซึมผ่านที่ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกไขมัน แต่ความนิยมในการใช้ PVC ในปัจจุบันเริ่มลดน้อยลงในหลายประเทศ เนื่องจากความตื่นตัวด้านสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้บรรจุภัณฑ์จึงควรตรวจสอบข้อจำกัดและการยอมรับของตลาดเป้าหมายที่ส่งสินค้าไปขายก่อนการเลือกใช้ PVC ทำบรรจุภัณฑ์

4. โพลีโพรพีลีน (Polypropylene หรือ PP) สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูง (120-140 $^{\circ}C$) และโคโพลิเมอร์ของ PP เองยังสามารถใช้งานที่อุณหภูมิเยือกแข็ง เป็นตัวกั้นการซึมผ่านของน้ำดีมาก กั้นการซึมผ่านของกาซออกซิเจนในระดับที่ดีและทนทานต่อสารเคมี แต่ในกระบวนการผลิตการอัดรีดและขึ้นรูปด้วยความร้อนของ PP ทำได้ช้าจึงทำให้มีต้นทุนสูงเมื่อเทียบกับ PS-HI

5. คริสตัลไลซ์โพลีเอสเทอร์ (Crystallized Polyester หรือ PET-C) ใช้งานได้ในช่วงกว้างตั้งแต่อุณหภูมิเยือกแข็งจนถึงอุณหภูมิสูงมาก ๆ ได้ ประมาณ 200 $^{\circ}C$ และสามารถใช้กับเตาไมโครเวฟได้

ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ประเภทผักผลไม้สด ถาดพลาสติกจะยอมให้มีการซึมผ่านของกาซและไอน้ำได้บางส่วนอีกด้วย

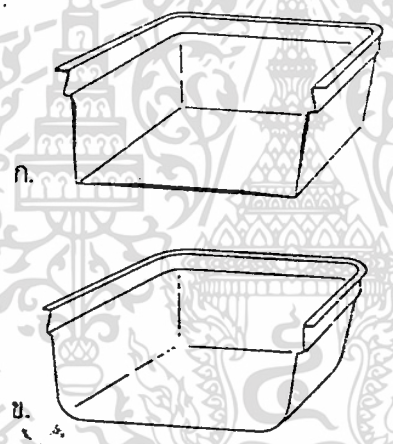
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีการใช้งานพลาสติกต่างชนิดร่วมกัน เพื่อขยายขอบเขตการผลิตถาดพลาสติกขึ้นรูปด้วยความร้อนให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อให้ได้วัสดุที่มีคุณสมบัติตามต้องการ โดยมีต้นทุนเหมาะสม

การวางแผนเพื่อจัดทำถาดพลาสติกขึ้นรูปด้วยความร้อนมีข้อแนะนำดังนี้

1. ควรเลือกรูปทรงเป็นกรวย (conical) คือ ก้นแคบ ปากกว้าง เพื่อที่จะสามารถถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ง่าย สามารถเรียงซ้อนถาดโดยไม่เปลืองเนื้อที่ระหว่างการจัดเก็บและขนส่ง ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ลงมากเมื่อเทียบกับรูปทรงกระบอก (cylindrical)

2. รูปทรงของบรรจุภัณฑ์ ไม่ควรมีส่วนที่เป็นมุมแหลมเนื่องจากในขบวนการผลิตส่วนที่เป็นมุมแหลมจะมีความหนาน้อยกว่าส่วนอื่น ๆ เนื่องจากการยืดตัวมาก ทำให้บรรจุภัณฑ์จะแตกหักที่จุดดังกล่าวได้ง่าย ดังรูป 2



ควรหลีกเลี่ยงรูปทรงที่มีมุมแหลม (ก.) ควรใช้รูปทรงมน ซึ่งวัสดุจะมีความหนาสม่ำเสมอ (ข.)

รูปที่ 2 แสดงรูปทรงของบรรจุภัณฑ์

3. พลาสติกที่ใช้เป็นวัสดุในการทำถาดจะต้องมีความเหมาะสมกับสินค้าที่บรรจุ

2.2.3 ถาดเยื่อกระดาษขึ้นรูป (Trays of moulded pulp)

นิยมใช้เป็นวัสดุกันกระแทกในการบรรจุไข่ เนื้อสด ผักและผลไม้ วัตถุดิบที่ใช้ทำจากเส้นใยของต้นไม้และเส้นใยจากกระดาษที่หมุนเวียนใช้ใหม่ บรรจุภัณฑ์ชนิดนี้มีน้ำหนักเบามากเมื่อเทียบกับผนังที่ค่อนข้างหนาซึ่งอาจหนาถึง 2 มม. เมื่อนำมาใช้งานจึงไม่เพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าใช้จ่ายในการขนส่งมากนัก มีความสามารถในการดูดซับแรงกระแทกได้ดีและมีความแข็งแรงขณะเรียงซ้อนสูงเหมาะกับสินค้าอาหารที่บอบบาง

แต่ในการผลิตในปริมาณน้อย ๆ จะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยมีราคาสูง เนื่องจากตัวแม่พิมพ์มีราคาแพงถึงแม้ว่าราคาวัตถุดิบค่อนข้างต่ำ ต้องมีการผลิตในปริมาณสูง ๆ เช่น หากมีการสั่งผลิตถาดเยื่อกระดาษในปริมาณ 10,000 ชิ้นขึ้นไป ต้นทุนต่อหน่วยของถาดจะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (สุพจน์ , 1993)

2.3 คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของถาดที่สำคัญ

ปริมาณความชื้น (moisture content) หมายถึง ปริมาณของน้ำในเปลือกข้าวโพดเป็นร้อยละของน้ำหนักเดิม คุณสมบัตินี้มีความสัมพันธ์กับการประกบ การเคลือบ การตัด การทากาว และกรรมวิธีอื่น ๆ ในการทำเป็นภาชนะบรรจุ วิธีการทดสอบอาศัยหลักการอบชิ้นทดสอบจนมีน้ำหนักคงที่ มาตรฐานที่ใช้ได้แก่ ISO 278 , ASTM D 466 และ TAPPI T 412

ความหนา (thickness) หมายถึง ระยะทางตั้งฉากระหว่างผิวหน้าทั้งสองของเปลือกข้าวโพดเป็นไมครอนหรือมิลลิเมตร ความหนานี้บางครั้งก็เรียกว่า คาลิเปอร์(caliper) จะมีส่วนสัมพันธ์กับคุณสมบัติที่เกี่ยวกับความเหนียวในการโค้งงอและความแข็งตึง กรรมวิธีต่าง ๆ ในการแปรรูปเป็นภาชนะบรรจุ เช่น การตัด เป็นต้น เครื่องมือที่ใช้วัดความหนาของเปลือกข้าวโพดคือ ไมโครมิเตอร์ (micrometer) และเวอร์เนีย มาตรฐานที่ใช้ได้แก่ ASTM D 645 และ TAPPI T 411

ความต้านทานแรงทิ่มทะลุ (punctuer resistance) หมายถึง ความสามารถของเปลือกข้าวโพดต้านแรงทิ่มทะลุมีหน่วยเป็นจูล (J) คุณสมบัตินี้มีความสัมพันธ์กับความเหนียวและการต้านแรงฉีกขาดของเปลือกข้าวโพด เพราะเป็นค่าของความต้านทานต่อช็อคทางกล (mechanical shock) จากภายนอกโดยตรง นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงในการเรียงซ้อนของถาดข้าวโพดดีกว่าค่าความต้านแรงดันทะลุ เครื่องมือที่ใช้ คือ KMITL Food Texture Measuring Instrument มาตรฐานที่ใช้คือ มอก.550 , ISO 3036 , ASTM D 781 และ TAPPI 803

ความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป (compression strength) หมายถึง ความสามารถของภาชนะบรรจุในการต้านแรงกดที่กระทำบนภาชนะบรรจุด้วยอัตราเร็วอย่างสม่ำเสมอจนภาชนะนั้นเสียรูป มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) หรือกิโลกรัมแรง (kgf) ถึงแม้ว่าการทดสอบนี้จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งแรงของภาชนะบรรจุเมื่อเรียงซ้อนกันก็ตาม แต่ค่าที่ได้ก็ไม่ได้บอกถึงน้ำหนักในการเรียงซ้อนจริง ๆ เพราะในทางปฏิบัติจำเป็นต้องมีตัวคูณเพื่อความปลอดภัย (safety factor) ที่เกี่ยวข้อง อันได้แก่ ความชื้นในสภาวะอากาศ ระยะเวลาในการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบในการเรียงซ้อน ลักษณะในการขนถ่ายอย่างไรก็ดีคุณสมบัตินี้นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบและกำหนดคุณภาพของภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่ง เครื่องมือที่ใช้คือ KMITL Food Texture Measuring Instrument มาตรฐานที่ใช้ได้แก่ ISO 2872 และ ASTM D 642 (อมรรัตน์ , 2532)

2.4 แนวทางงานวิจัยบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายได้ในประเทศไทย

จากการที่ต่างประเทศเริ่มไม่ยอมรับสินค้าที่ใช้โฟมเป็นภาชนะบรรจุ จึงมีวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ภาชนะบรรจุที่ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ ภาชนะบรรจุที่ผลิตจากธรรมชาติ เช่น Biopore ซึ่งเป็นผลงานของบริษัทแห่งหนึ่งในประเทศเยอรมัน นำเข้ามาในประเทศไทย โดยบริษัทบุญรอด บริวเวอรี่ จำกัด ขั้นตอนและวิธีการผลิต Biopore นั้นไม่เป็นที่เปิดเผย งานวิจัยเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายได้ในประเทศไทยปรากฏอยู่บ้าง คือ ผลงานวิจัยของงามทิพย์ (2536) ได้ศึกษากระบวนการผลิตถาดบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายได้จากใบตอง โดยการนำใบตองมาทำแห้งทากาวเชื่อมแต่ละชั้นของใบตอง โดยใช้ใบตองทั้งหมด 7 ชั้น กาวที่ใช้เชื่อมเป็นกาวที่สังเคราะห์จากแป้ง จากนั้นนำมาขึ้นรูปโดยการอัดด้วยความร้อนและแรงดัน เมื่อขึ้นรูปแล้วจะเคลือบผิวของบรรจุภัณฑ์ด้วยไขคาร์นูบา และไขรำข้าว บรรจุภัณฑ์ที่ได้จะมีอายุการเก็บประมาณ 6 เดือน สามารถบรรจุอาหารเหลวและมีน้ำหนักได้ โครงการนี้ประสบความสำเร็จอย่างงดงามและเป็นแนวทางสำหรับงานวิจัยบรรจุภัณฑ์ย่อยสลายในโครงการอื่น ๆ

นอกจากนี้ มุกดา (2539) ได้ศึกษากระบวนการผลิตถาดย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด โดยเริ่มหาข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมวัตถุดิบ ประเภทของกาว จำนวนชั้นที่เหมาะสม จากนั้นจึงขึ้นรูปและเคลือบด้วยไข จากผลการทดลองพบว่า ถาดจากเปลือกข้าวโพดที่ทำขึ้นสามารถทำงานได้จริง มีความแข็งแรงกว่าถาดโฟมแต่มีน้ำหนักมากกว่า และการปิดด้วยฟิล์มพลาสติกหลังการบรรจุต้องอาศัยสกอตเทปเพื่อให้ฟิล์มพลาสติกติดแน่นกับถาด

เปลือกข้าวโพดไม่เพียงแต่นำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุเท่านั้นยังสามารถนำมาทำสิ่งประดิษฐ์ที่มีความสวยงามได้หลายอย่าง เช่น ดอกไม้ ตุ๊กตา และเครื่องแขวนต่าง ๆ เป็นอาชีพเสริมรายได้อีกด้วย ดังจะเห็นได้จากผลงานของคุณขจีจรัส (2534) และคณะ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เนื่องจากเปลือกข้าวโพดมีลักษณะผิวสัมผัสคล้ายกระดาษย่นเป็นแผ่นใหญ่มีส่วนประกอบทางเคมีคล้ายใยฝ้าย เปลือกข้าวโพดมีขนาดใหญ่และไม่แก่เกินไปจึงมีความเหมาะสมสำหรับใช้ทำประดิษฐ์ดังกล่าว

ปัญหาพิเศษเรื่องนี้ได้ประยุกต์วิธีของนางสาวมุกดา มาใช้โดยใช้เครื่องขึ้นรูปที่ทำขึ้นแบบง่าย ๆ โดยนำข้อมูลในเรื่องของจำนวนชั้นของเปลือกข้าวโพดที่ใช้ การวางลาย มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาและเพิ่มเติมในส่วนของอุณหภูมิที่ใช้ในการขึ้นรูป เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตถาดที่มีความชื้นต่ำและมีความแข็งแรงสูงเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตถาดต่อไป

2.5 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาความแข็งแรงของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดหลังจากการขึ้นรูปเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

เปลือกข้าวโพดที่ได้จากตลาดสดสามแยกปักธงชัย จ. นครราชสีมา , ตลาดหัวตะเข้และตลาดบางขุนเทียน ซึ่งเป็นข้าวโพดที่ปลูกในปี 2539

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

กาวลาเทกซ์ยี่ห้อ Robin ผลิตในประเทศเยอรมัน เป็นสารละลายของน้ำยางธรรมชาติ มีคุณสมบัติติดกับวัตถุได้ดีมากจะติดแน่นมากเมื่อใช้ติดกระดาษ หนังและผ้า แต่ต้องใช้เวลาบ้างเพื่อรอให้กาวแห้งจึงจะติดแน่น โดยทั่วไปยางจากธรรมชาติจะมีความเหนียวมากและมีความแข็งแรงสูง คุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งของกาวลาเทกซ์ คือ ไร้กลิ่น

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 เครื่องขึ้นรูปถาด

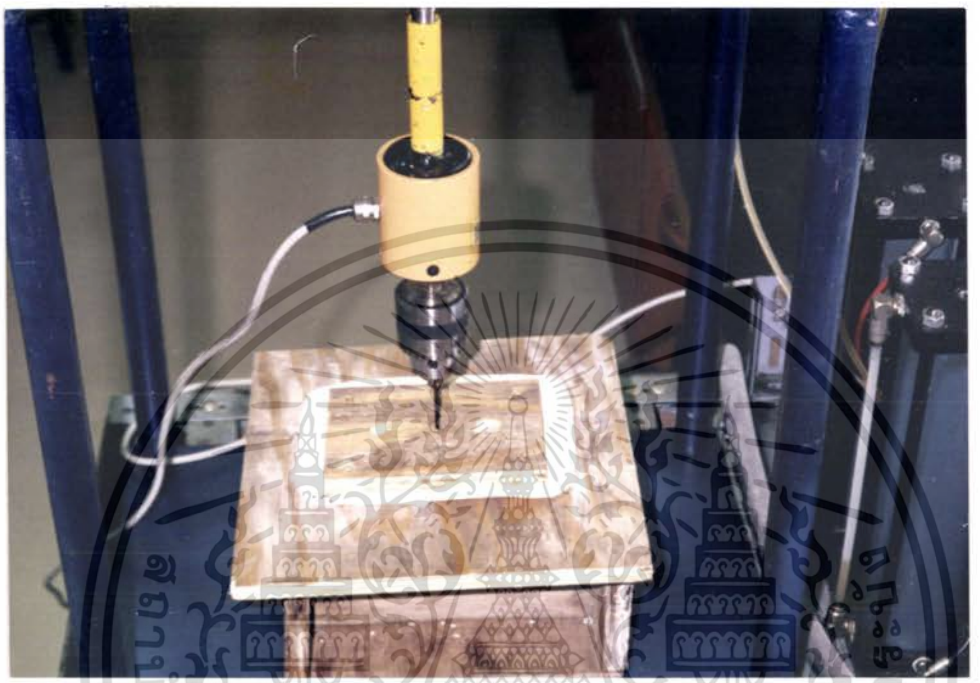
เป็นเครื่องที่ให้ความร้อนแก่ถาดในการขึ้นรูปโดยสามารถปรับค่าของอุณหภูมิได้ 4 ค่า คือ 40°ซ, 50°ซ, 60°ซ และ 70°ซ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 แสดงเครื่องขึ้นรูปถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 เครื่อง KMITL Food Texture Measuring Instrument

เป็นเครื่องที่ใช้วัดความต้านทานแรงทิ่มทะลุ , และความต้านทานแรงกดที่ทำให้ฉาดเสียรูป แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงเครื่อง KMITL Food Texture Measuring Instrument

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การวางแผนการทดลอง เป็นแบบแฟคทอเรียล ปัจจัย (factor)ในการทดลองมีดังนี้

ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิที่ใช้ในการขึ้นรูป แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

40 °ซ , 50 °ซ, 60 °ซ , และ 70°ซ

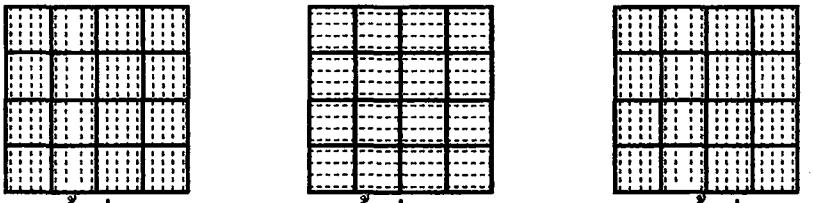
ปัจจัยที่ 2 จำนวนชั้นของเปลือกข้าวโพดที่ใช้ในการทำฉาด แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ 3 ชั้น , 4 ชั้น

ปัจจัยที่ 3 ลายของเปลือกข้าวโพด แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

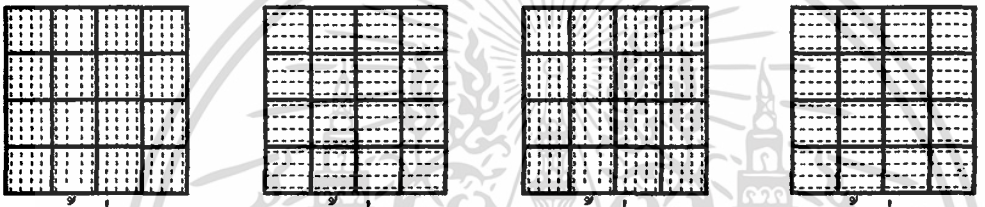
- ลายสลับธรรมดาดังรูป

แบบ 3 ชั้น



ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3

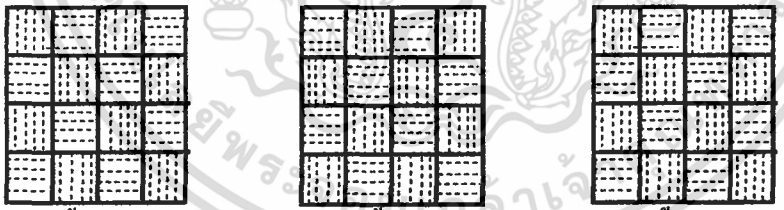
แบบ 4 ชั้น



ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3 ชั้นที่ 4

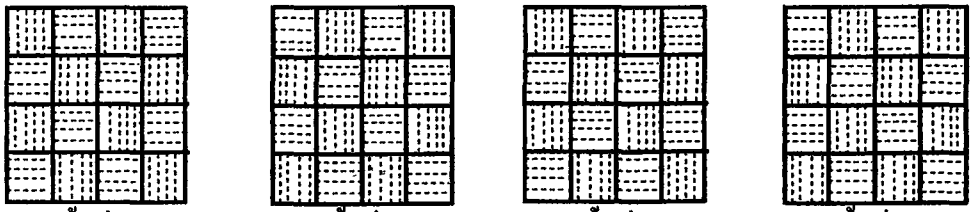
- ลายตาหมากรุด

แบบ 3 ชั้น



ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 ชั้นที่ 4

แบบ 4 ชั้น



ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3 ชั้นที่ 4

ดังนั้น treatment combination ในการทดลองนี้มีเท่ากับ 4X2X2 =16 treatment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยได้กำหนดรหัส (code) ของแต่ละ treatment ดังนี้

ABCD ได้แก่ AB คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการขึ้นรูปถาด ได้แก่ 40 °ซ , 50 °ซ , 60 °ซ และ 70 °ซ ตามลำดับ

C คือ จำนวนชั้นของถาด ได้แก่ 3 และ 4 ชั้นตามลำดับ

D คือ ลายของถาด โดยที่ 1 คือลายสลับธรรมดา

2 คือลายหมากรุก

ตัวอย่างเช่น

4031 หมายถึง ถาดที่ขึ้นรูปโดยใช้อุณหภูมิ 40 °ซ มีจำนวน 3 ชั้น และเป็นลายสลับธรรมดา

3.4.2 กระบวนการผลิตถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด

การเตรียมเปลือกข้าวโพด

1. คัดเลือกเปลือกที่สะอาดไม่ขึ้นรา ควรแยกเปลือกชั้นนอก ชั้นกลาง และชั้นในออกเป็นกลุ่ม เปลือกข้าวโพดที่ใช้ในการผลิตถาดจะใช้เปลือกข้าวโพดชั้นกลาง ซึ่งมีลักษณะที่ไม่แข็งหรืออ่อนจนเกินไป

2. ตากแห้งเปลือกข้าวโพดที่คัดเลือกแล้วให้แห้งสนิทก่อนเก็บไว้ใช้ได้นาน ๆ ถ้าเก็บขึ้นจะทำให้ขึ้นรา การตากแห้งใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน (ขจีรัส และคณะ , 2534)

กระบวนการผลิตถาด

เปลือกข้าวโพดที่แห้งแล้วตัดให้มีขนาด 4 x 5 ซม

↓

ติดเปลือกข้าวโพดจำนวน 16 ชิ้น / 1 ชั้น ให้มีลายตามที่กำหนด

โดยใช้กาวลาเทกซ์เป็นตัวประสาน

↓

ขึ้นรูปด้วยเครื่องขึ้นรูปถาดที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

(40 °ซ, 50°ซ, 60°ซ และ 70 °ซ)

พร้อมกับกดทับด้วยแรงกดที่คงที่ 10 กก.

↓

ตัดแต่งขอบถาดให้เรียบร้อย

↓

ถาดที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การตรวจสอบความแข็งแรงของฉาก

นำฉากที่เสร็จสมบูรณ์แล้วมาทดสอบคุณสมบัติของฉากดังนี้

3.4.3.1 ความชื้นของฉากจากเปลือกข้าวโพด โดยใช้วิธี AOAC 925.10 (AOAC , 1990)

3.4.3.2 ความต้านทานแรงทิ่มทะลุ โดยใช้เครื่อง KMITL Food Texture Measuring Instrument

3.4.3.3 ความต้านทานแรงกดที่ทำให้ฉากเสียรูป โดยใช้เครื่อง KMITL Food Texture Measuring Instrument

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ปริมาณความชื้นของฉาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด

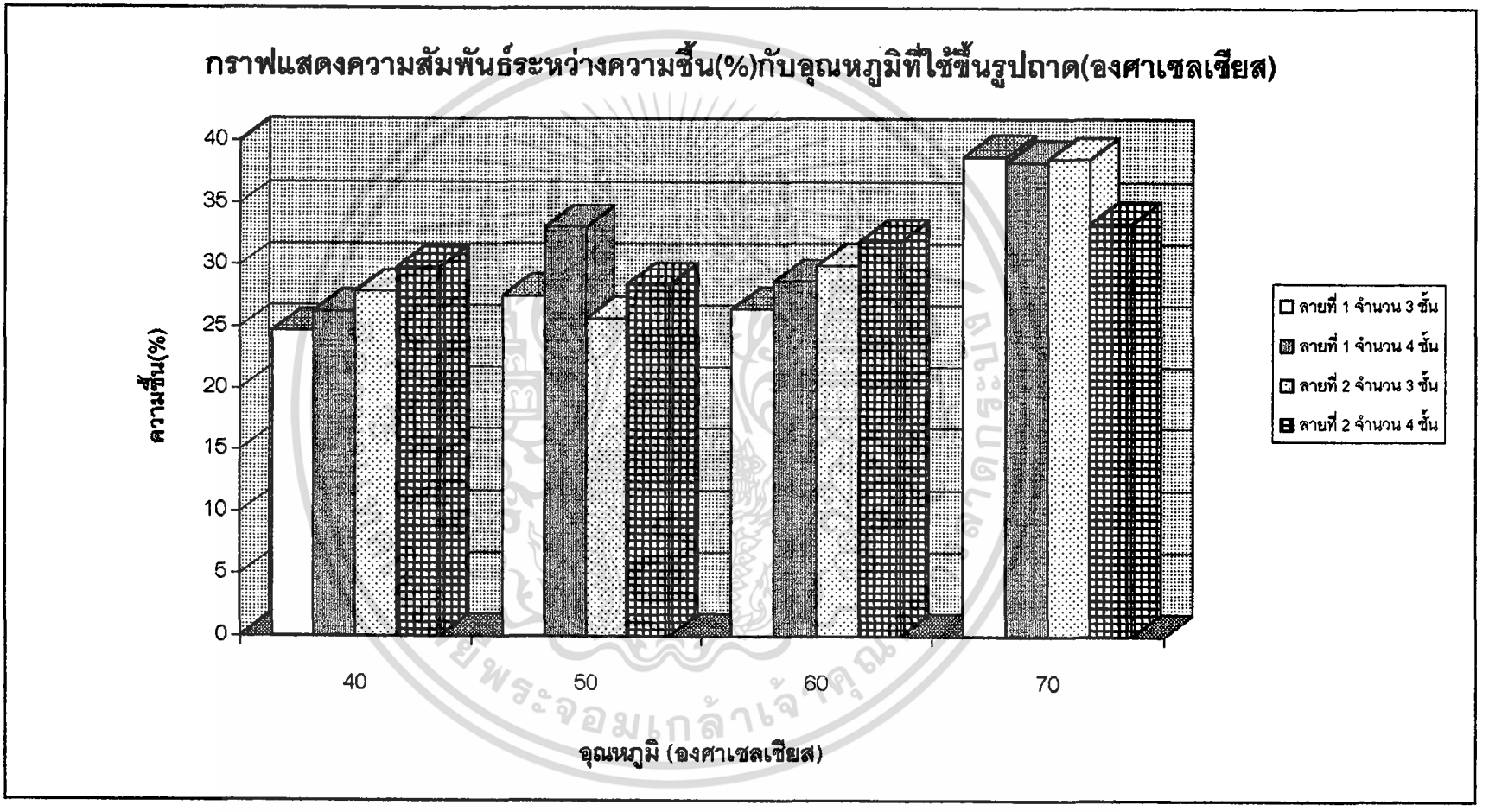
ตารางที่ 1 แสดงค่าความชื้นของฉาดจากเปลือกข้าวโพด

ลาย	จำนวนชั้น	ปริมาณความชื้น (%) ของฉาดที่ขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ			
		40°C	50°C	60°C	70°C
1	3	24.64_{a}	27.51_{b}	26.43_{b}	38.74_{c}
	4	26.25_{a}	33.07_{b}	28.68_{a}	38.32_{c}
2	3	27.87_{a}	25.66_{b}	29.98_{c}	38.57_{d}
	4	29.81_{a}	28.40_{a}	31.90_{ab}	33.40_{b}

* อักษรที่ต่างกันของแต่ละแถวในแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 ด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้น(%)กับอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูปถาด(องศาเซลเซียส)



4.2 ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุของฉาด

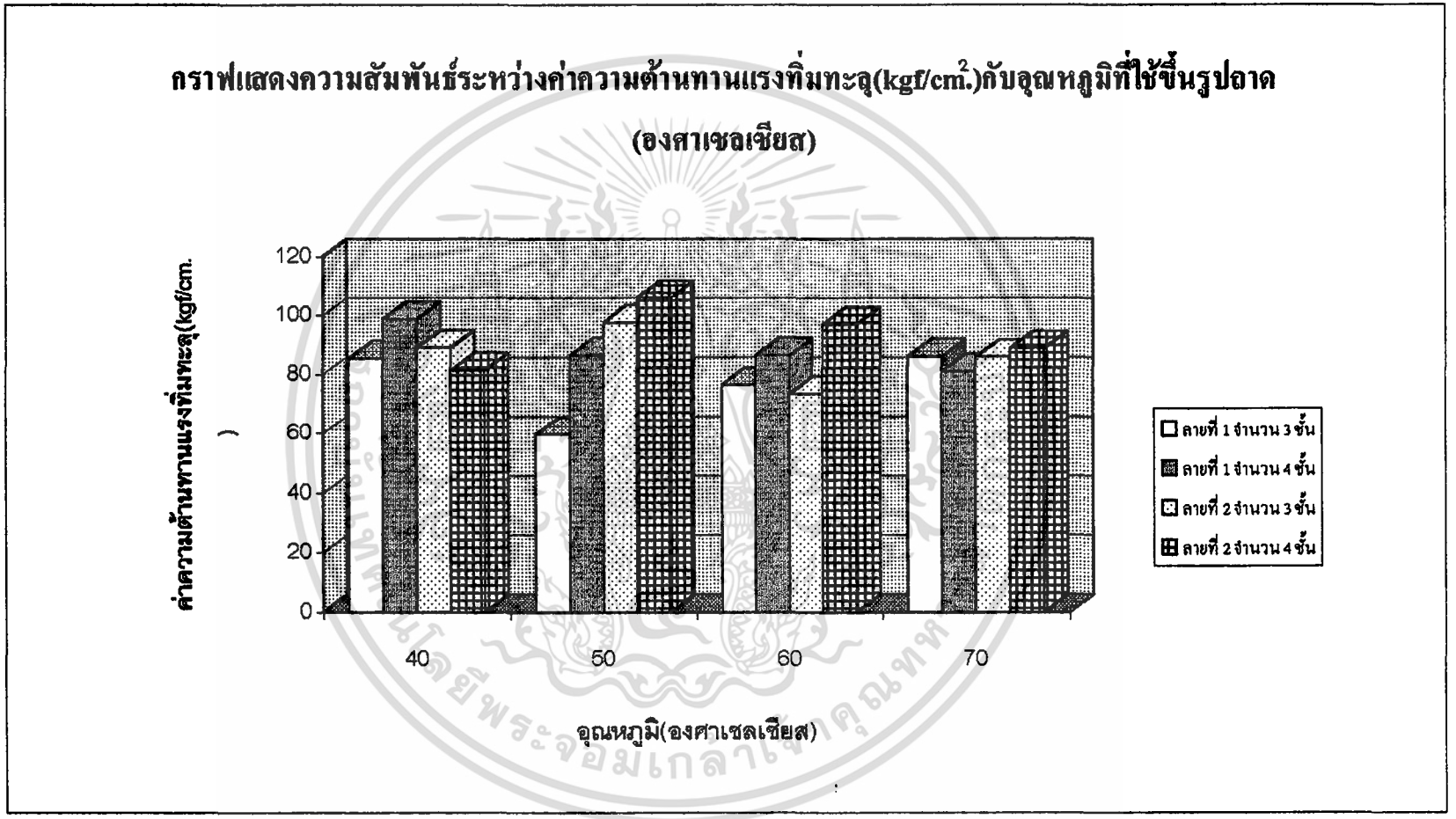
ตารางที่ 2 แสดงค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุของฉาดจากเปลือกข้าวโพด

ลาย	จำนวนชั้น	ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุของฉาดที่ขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ (kgf/cm^2.)			
		40°C	50°C	60°C	70°C
1	3	85.4819_a	59.6889_b	76.4313_c	86.1063_d
	4	98.6639_a	86.3833_b	86.4660_c	80.9739_d
2	3	89.0903_a	97.3965_b	73.4729_c	86.0014_d
	4	81.3458_a	105.8750_b	96.9069_a	88.7611_a

* อักษรที่ต่างกันของแต่ละแถวในแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 ด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
9666

รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานแรงทิ่มทะลุ (kgf/cm^2.) กับอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูปถาด(องศาเซลเซียส)



4.3 ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป

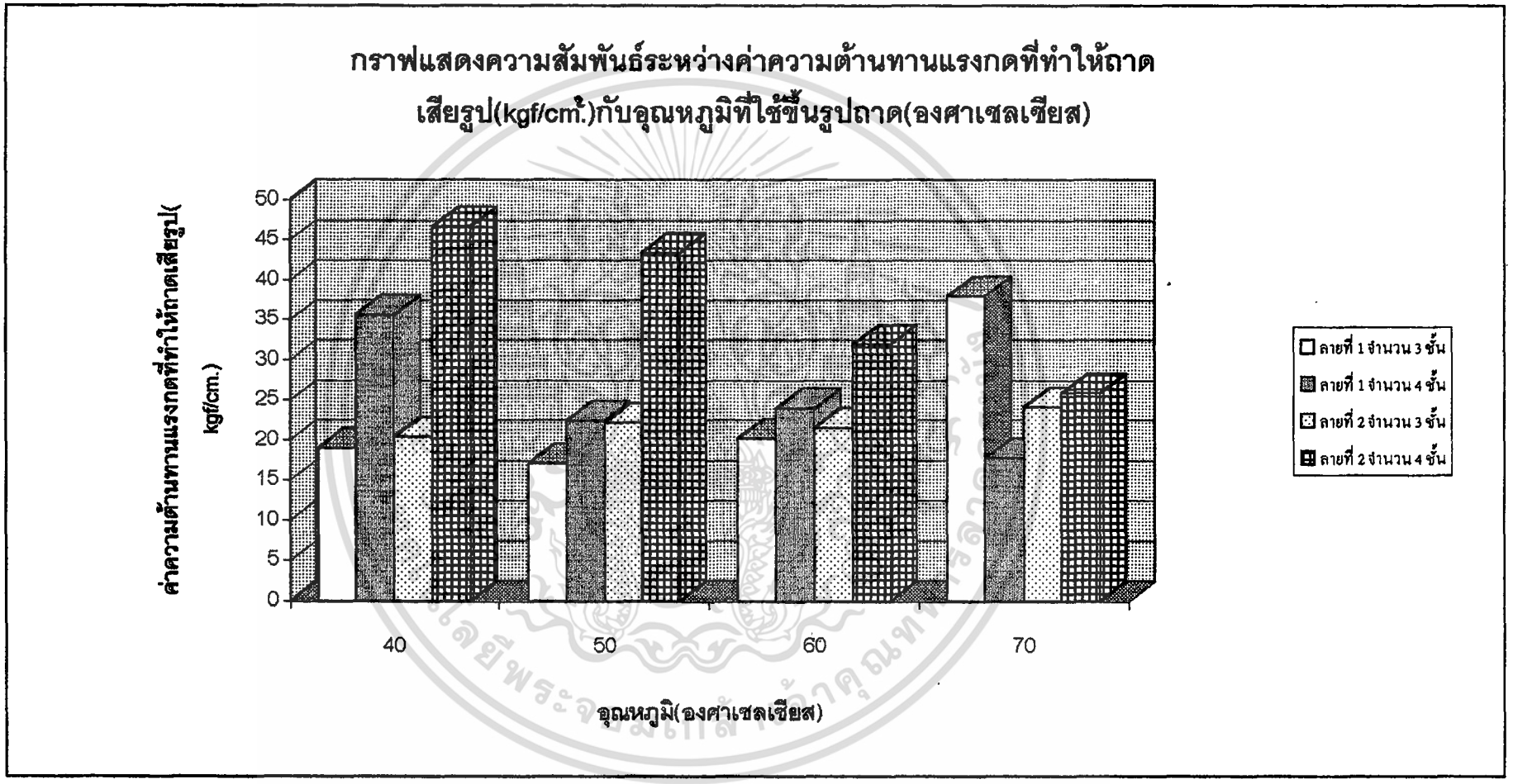
ตารางที่ 3 แสดงค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป

ลาย	จำนวนชั้น	ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดที่ขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ เสียรูป (kgf / cm^2)			
		$40^{\circ}C$	$50^{\circ}C$	$60^{\circ}C$	$70^{\circ}C$
1	3	18.9993_a	17.0698_b	20.1660_c	37.9506_d
	4	35.6064_a	22.4208_b	23.0547_b	17.2483_c
2	3	21.2638_a	22.1514_a	21.5340_a	24.1368_b
	4	45.7684_a	43.4139_b	31.9458_c	29.5910_d

* อักษรที่ต่างกันของแต่ละแถวในแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05 ด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป(kgf/cm^2)กับอุณหภูมิที่ใช้ขึ้นรูปถาด(องศาเซลเซียส)



14933

4.4 ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุและความต้านทานแรงกดที่ทำให้ฉาดโฟมเสียรูป

ตารางที่ 4 แสดงค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุและความต้านทานแรงกดที่ทำให้ฉาดโฟมเสียรูป

คุณสมบัติของฉาด / ฉาดโฟม	ความต้านทานแรงทิ่มทะลุ (kgf / cm)					ความต้านทานแรงกดที่ทำให้ฉาดเสียรูป (kgf / cm)
	1	2	3	4	ค่าเฉลี่ย	
1	16.5764	20.7944	16.660	18.2813	18.0799	23.5771
2	20.4354	17.4736	22.8590	18.3708	19.7847	23.3972
3	23.4875	28.6931	32.5528	27.0788	27.9528	22.7694
4	19.0889	26.0007	17.3840	22.9486	21.3556	23.1285
5	23.8465	22.4104	26.8215	18.4611	22.8847	20.2563
				ค่าเฉลี่ยโดยรวม	22.0118	22.6257

ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุของฉาดโฟมอยู่ในช่วง 16.5764 - 32.5528 kgf /cm^2 มีค่าเฉลี่ย = 22.0118 kgf /cm^2

ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ฉาดเสียรูปอยู่ในช่วง 20.2563 - 23.5771 kgf / cm^2 มีค่าเฉลี่ย = 22.6257 kgf / cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ฉาดกระบัง

4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ปัจจัยในการทดลอง / คุณสมบัติของฉาด	อุณหภูมิ	จำนวนชั้น
ความชื้น (%)	0.7553**	0.1431
ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุ (kgf/cm^2)	-0.1154	0.3408
ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ฉาดเสียรูป (kgf/cm^2)	-0.1456	0.4584**

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ถาดที่ใช้ลายเส้นของเปลือกข้าวโพดวางในลายต่างกันพบว่า

ในลายหมากรุก ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปจะมีค่ามากกว่าลายสลับธรรมดา แต่ปริมาณความชื้นและค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2. ถาดจากเปลือกข้าวโพดที่ใช้จำนวนชั้นในการขึ้นรูปต่างกันพบว่า

ในลายสลับธรรมดา ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุแบบ 4 ชั้นจะมากกว่าแบบ 3 ชั้น แต่ความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปและปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

. ในลายหมากรุก ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุและความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปแบบ 4 ชั้นจะมากกว่า แบบ 3 ชั้น แต่ปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3. ถาดจากเปลือกข้าวโพดที่ใช้อุณหภูมิในการขึ้นรูปต่างกันพบว่า

<u>ในลายสลับธรรมดาแบบ 3 ชั้น</u> ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 70°ซ , 40 °ซ , 60°ซ และ 50 °ซ ตามลำดับ

ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 70°ซ , 60 °ซ , 40°ซ และ 50 °ซ ตามลำดับ

ปริมาณความชื้นของถาดเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 70°ซ , 50 °ซ , 60°ซ และ 40 °ซ ตามลำดับ

<u>ในลายสลับธรรมดาแบบ 4 ชั้น</u> ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 40°ซ , 60 °ซ , 50°ซ และ 70 °ซ ตามลำดับ

ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 40°ซ, 60 °ซ, 50°ซ และ 70 °ซ ตามลำดับ

ปริมาณความชื้นของถาดเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 70°ซ ,50 °ซ , 60°ซ และ 40 °ซ ตามลำดับ

<u>ในลายหมากรุก แบบ 3 ชั้น</u> ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุ เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 50°ซ , 40 °ซ , 70°ซ และ 60 °ซ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 70°ซ , 50 ° , 60°ซ และ 40 °ซ ตามลำดับ

ปริมาณความชื้นเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 70°ซ , 60 °ซ , 40°ซ และ 50 °ซ ตามลำดับ

<u>ในลายหมากรุกแบบ 4 ชั้น</u> ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 50°ซ , 60 °ซ , 70°ซ และ 40 °ซ ตามลำดับ

ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 40°ซ , 50°ซ , 60°ซ และ 70 °ซ ตามลำดับ

ปริมาณความชื้นเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ 70°ซ , 60°ซ , 40°ซ และ 50 °ซ ตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ในการทดลองพบว่า

เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานแรงทิ่มทะลุและค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปจะลดลง โดยมีค่า r = -0.1154 และ -0.1456 ตามลำดับ ส่วนปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้น โดยมีค่า r = 0.7553

เมื่อจำนวนชั้นเพิ่มขึ้น ความต้านทานแรงทิ่มทะลุ , ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปและปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้น โดยมีค่า r = 0.3408 , 0.4584 และ 0.1431 ตามลำดับ

5. ค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดจากเปลือกข้าวโพดมีค่าสูงสุด 107.7444 kgf /cm^2 ค่าต่ำสุด 57.2132 kgf/cm^2. มีค่าเฉลี่ย 86.1903 kgf/cm^2.

ในขณะที่ถาดโฟมมีค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุสูงสุด 27.9528 kgf/cm^2. ค่าต่ำสุด 18.0799 kgf/cm^2. ค่าเฉลี่ย 22.0118 kgf/cm^2.

ค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปของถาดจากเปลือกข้าวโพดมีค่าสูงสุด 46.6660 kgf/cm^2. ค่าต่ำสุด 16.4861 kgf/cm^2. ค่าเฉลี่ย 27.0240 kgf/cm^2.

ในขณะที่ถาดโฟมมีค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูปมีค่าสูงสุด 23.5771 kgf/cm^2 ค่าต่ำสุด 20.2563 kgf/cm^2 ค่าเฉลี่ย 22.6257 kgf/cm^2

จะเห็นได้ว่าถาดจากเปลือกข้าวโพดมีความแข็งแรง , ความเหนียวมากกว่าถาดโฟม

6. ถาดที่แข็งแรงที่สุดจากการทดลอง คือ ถาดที่วางลายเส้นของเปลือกข้าวโพดเป็นลายหมากรุก จำนวน 4 ชั้น โดยใช้อุณหภูมิขึ้นรูปที่ 50 °ซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะต่อการศึกษาในขั้นต่อไป

1. หาแรงหรือน้ำหนักที่กดลงบนถาดซึ่งเป็นแม่พิมพ์เพื่อหาค่าแรงที่เหมาะสมที่จะทำให้ได้ถาดที่มีความแข็งแรงมากขึ้น

2. หาข้อมูล รายละเอียดของเส้นใยเปลือกข้าวโพดแต่ละพันธุ์

3. พัฒนารูปแบบของกระบวนการผลิตถาดให้เป็นอุตสาหกรรมมากขึ้น

4. พยายามควบคุมกระบวนการผลิตถาดแต่ละใบให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมปริมาณความชื้นของถาด เครื่องขึ้นรูปถาดอย่างง่ายที่ใช้ในการขึ้นรูปถาดนั้นควรจะมีการพัฒนารูปแบบของเครื่อง โดยให้มีช่องเปิดหรือรูระบายให้ไอน้ำที่เกิดจากการขึ้นรูปถาดระเหยออกไปได้

5. ควบคุมระบบในการดำเนินการทดลองให้มีความแปรปรวนเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ให้น้อยที่สุด เช่น เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปถาดแต่ละใบและระยะเวลาในการรอเพื่อนำถาดที่ขึ้นรูปได้ไปทำการวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ควรจะมีระยะเวลาที่เท่ากัน

6. การวิเคราะห์ความแข็งแรงของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด ควรที่จะศึกษาถึงความแข็งแรงของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดในสภาวะที่พร้อมที่จะนำถาดไปใช้ประโยชน์ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ขจีจรัส ภิรมย์ธรรมศิริ , มาลี จันทจรูญพงษ์ และพรรณี วงศ์ไกรทองศรี. 2534.ผลิตภัณฑ์จากเปลือกข้าวโพด. กสิกร 64(1) : 75-80.

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2530. ข้าวโพด , สารานุกรมไทยสำหรับประชาชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว , หน้า 51-70 . กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัชวาล วิจารณ์ ,สักขี แสนสุภา ,ฉวี สีบุปผา และอัญชลี กมลรัตนกุล. 2532 . ความสัมพันธ์ของการบรรจุหีบห่อต่ออายุการเก็บของข้าวโพดฝักอ่อน. รายงานการวิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ,หน้า 2-25. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

มุกดา มุงคลาดุง. 2539. การศึกษากระบวนการผลิตถาดย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด , ปัญหาพิเศษปริญญาบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง . 2538.บรรจุภัณฑ์ถาดและถ้วย.การบรรจุภัณฑ์ 3(2):510.

อมรรัตน์ สวัสดิทัต . 2534 . การสัมมนาเรื่องบรรจุภัณฑ์กับสิ่งแวดล้อมปัญหาที่น่าขบคิด,หน้า 44-55. กรุงเทพมหานคร:ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

อมรรัตน์ สวัสดิทัต ,อัญชลี กมลรัตนกุล และมยุรี ภาคลำเจียก. 2532. คู่มือการใช้กระดาษเพื่อการหีบห่อ. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.หน้า 93.

AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists ,16 th ed.Washington, D.C. : Association of Official Chemist , Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หาความชื้น

การวิเคราะห์หาความชื้น (AOAC 1990)

1. อบ Aluminum can ที่ 130° ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน โดยใช้เครื่องชั่งละเอียด (4 ตำแหน่ง)

2. ใส่ตัวอย่างลงใน disiccator ประมาณ 2-5 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียด (4 ตำแหน่ง) ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

3. นำไปอบในตู้อบ (hot air oven) โดยเปิดฝา aluminum can ที่อุณหภูมิประมาณ 130 ± 3 ° ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝา aluminum can นำมาทำให้เย็นใน disiccator ก่อนนำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (บางครั้งอาจต้องนำตัวอย่างกลับไปอบต่อจนมีน้ำหนักคงที่หรือแตกต่างประมาณ 0.003-0.005 กรัมเท่านั้น)

5. คำนวณ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{[\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}]}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความชื้น ของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดที่ขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
A	3	494.44	164.81	174.14**	3.24	5.29
B	1	13.73	13.73	14.92**	4.49	8.53
C	1	0.46	0.46	0.5NS	4.49	8.53
A*B	3	51.64	17.21	18.71**	3.24	5.29
A*C	3	79.79	26.60	28.91**	3.24	5.29
B*C	1	7.16	7.16	7.78*	4.49	8.53
A*B*C	3	8.28	2.76	3NS	3.24	5.29
ERROR	16	14.66	0.92			
TOTAL	31	670.16	21.62			

หมายเหตุ : A คือ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
B คือ จำนวนชั้น
C คือ ลาย

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยค่าความต้านทานแรงทิ่มทะลุ ของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดที่ขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
A	3	128.8989	42.9663	0.3589^{NS}	3.24	5.29
B	1	642.6793	642.6739	5.3682^{*}	4.49	8.53
C	1	430.0386	430.0386	3.5920^{NS}	4.49	8.53
A*B	3	553.5122	184.5041	1.5411^{NS}	3.24	5.29
A*C	3	1357.4256	452.4752	3.7794^{NS}	3.24	5.29
B*C	1	39.8847	39.8847	0.3331^{NS}	4.49	8.53
A*B*C	3	465.8077	155.2692	1.2969^{NS}	3.24	5.29
ERROR	16	1915.5233	119.7202			
TOTAL	31	5533.7703				

หมายเหตุ : A คือ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

B คือ จำนวนชั้น

C คือ ลาย

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยค่าความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดเสียรูป ของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดที่ขึ้นรูปที่อุณหภูมิต่าง ๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
A	3	162.45	54.15	141.57**	3.24	5.29
B	1	539.81	539.81	1411.27**	4.49	8.53
C	1	280.28	280.28	732.76**	4.49	8.53
A*B	3	861.53	287.18	750.80**	3.24	5.29
A*C	3	191.36	63.79	166.77**	3.24	5.29
B*C	1	412.21	412.21	1077.67**	4.49	8.53
A*B*C	3	115.45	38.48	100.60**	3.24	5.29
ERROR	16	6.12	0.3825			
TOTAL	31	2569.21	82.88			

หมายเหตุ : A คือ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

B คือ จำนวนชั้น

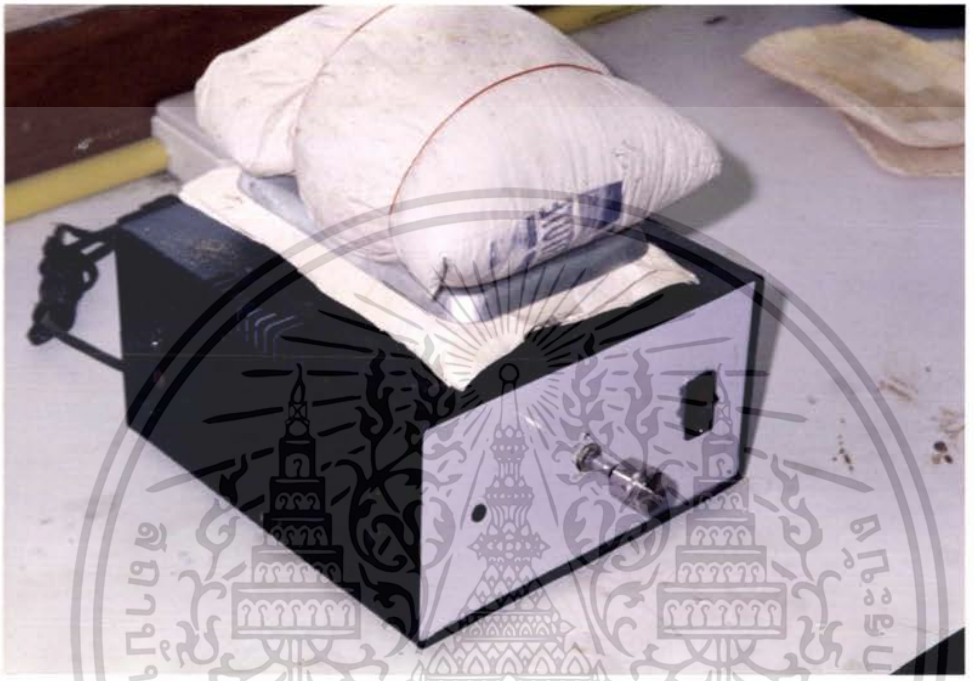
C คือ ลาย

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

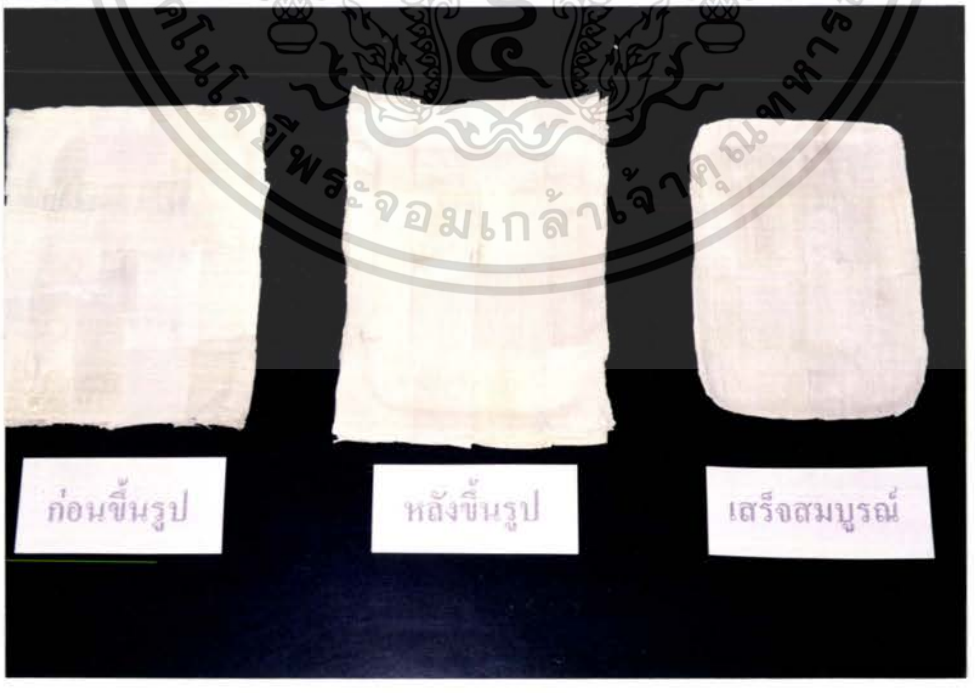
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ภาพแสดงอุปกรณ์ เครื่องมือ ขั้นตอนการทดลองและกราฟจากการทดลอง

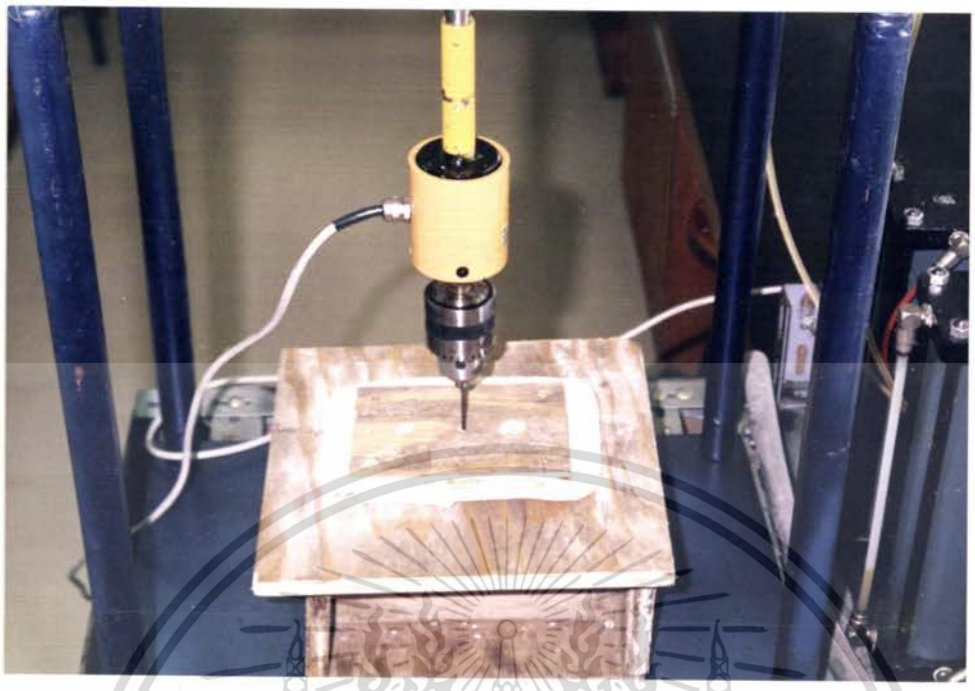


รูปภาคผนวกที่ 1 แสดงการขึ้นรูปฉาดด้วยเครื่องขึ้นรูปฉาดอย่างง่าย



รูปภาคผนวกที่ 2 แสดงฉาดที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



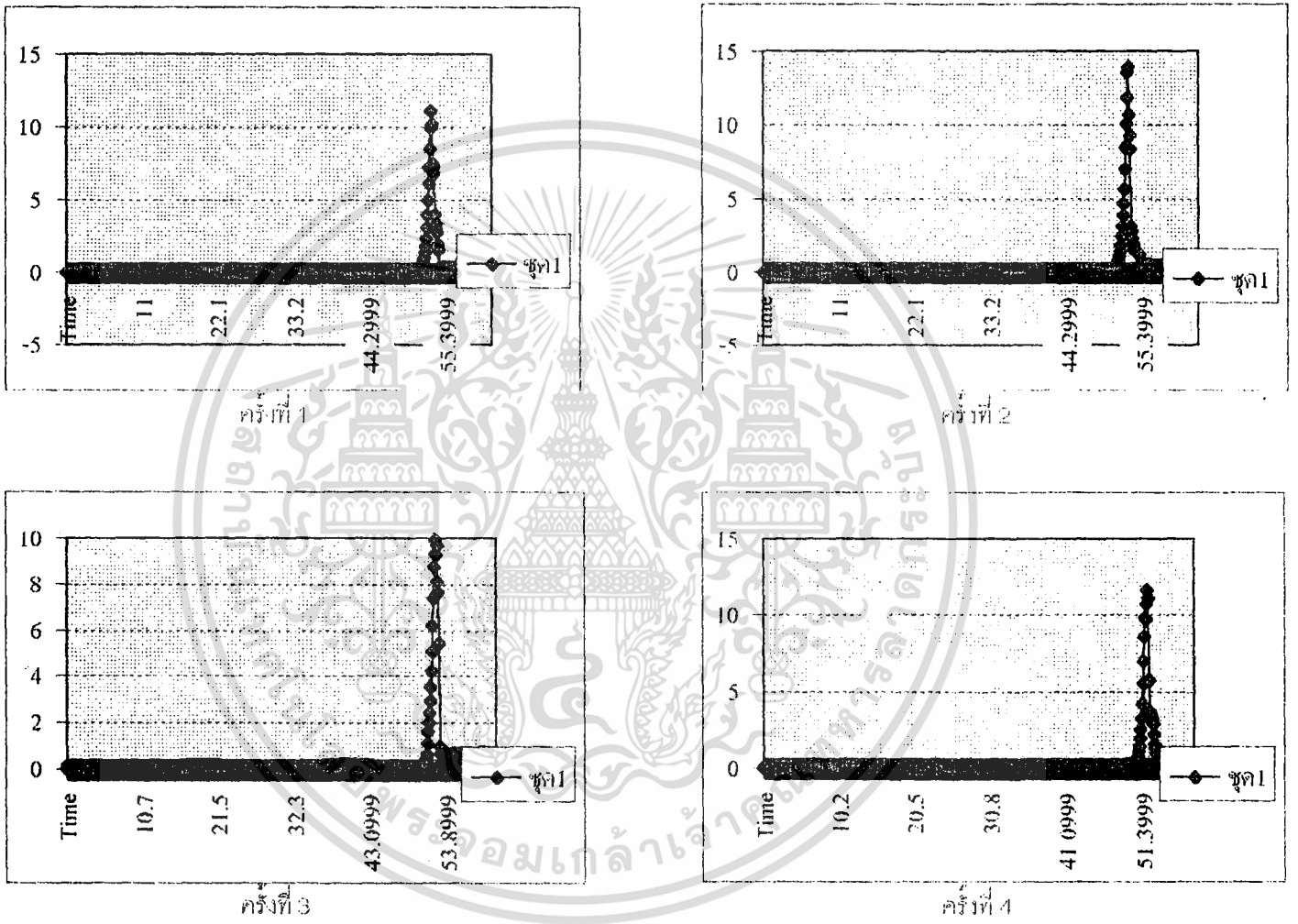
รูปภาคผนวกที่ 3 แสดงการทดสอบความต้านทานแรงทิ่มทะลุด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT

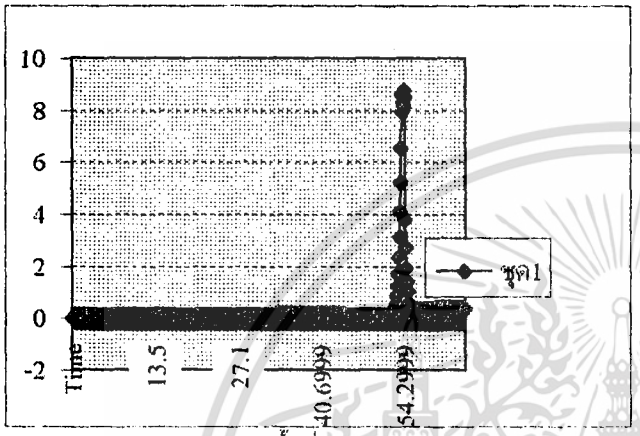
รูปภาคผนวกที่ 4 แสดงการทดสอบความต้านทานแรงกดที่ทำให้ฉาดเสียรูปด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

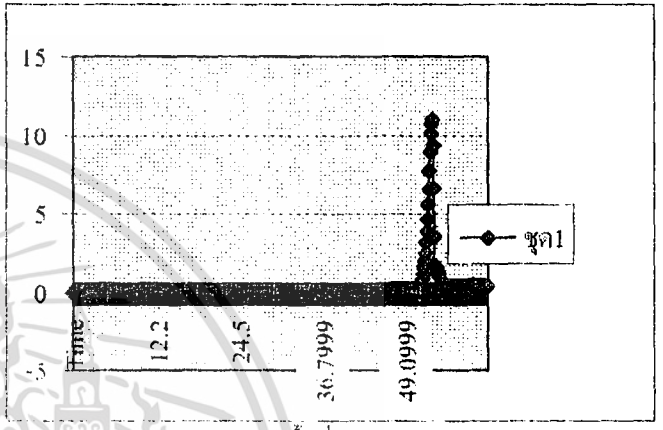
รูปภาคผนวกที่ 5 แสดงกราฟความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด ด้วยเครื่อง KMITL FOOD MEASURING INSTRUMENT (ครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

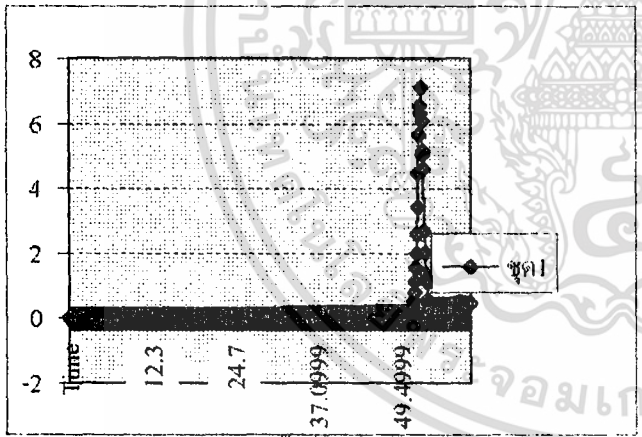

15
10
5
0
-5
Time
11
22.1
33.2
44.2999
55.3999
ชุด1
ครั้งที่ 1
15
10
5
0
Time
11
22.1
33.2
44.2999
55.3999
ชุด1
ครั้งที่ 2
10
8
6
4
2
0
Time
10.7
21.5
32.3
43.0999
53.8999
ชุด1
ครั้งที่ 3
15
10
5
0
Time
10.2
20.5
30.8
41.0999
51.3999
ชุด1
ครั้งที่ 4



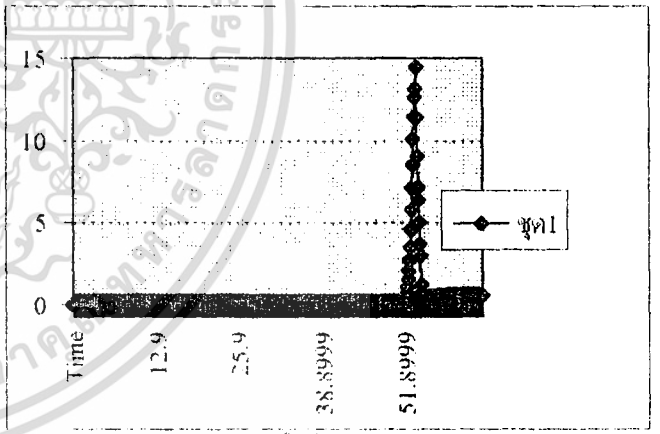
ครั้งที่ 1



ครั้งที่ 2



ครั้งที่ 3



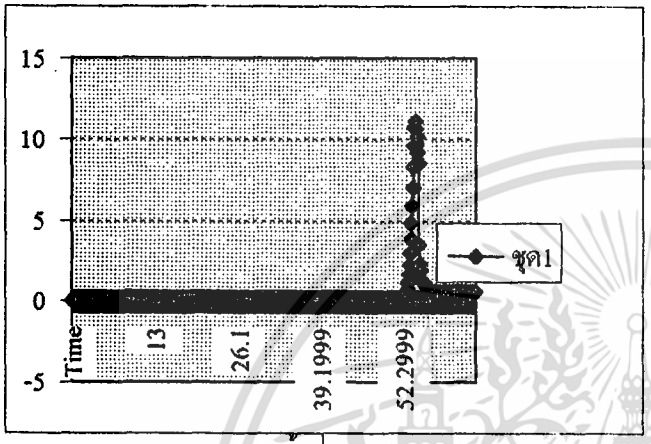
ครั้งที่ 4

ครั้งที่ 1

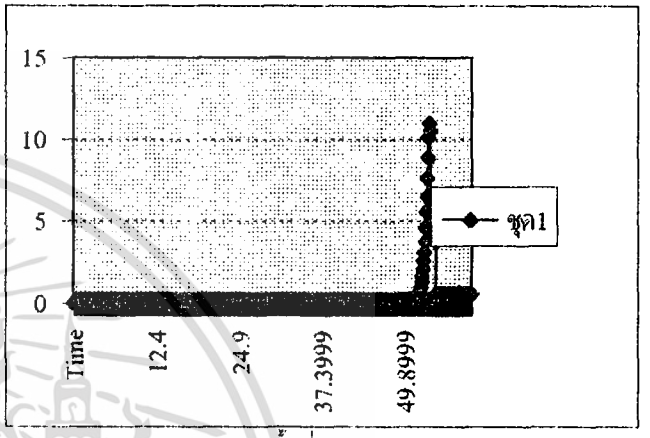
ครั้งที่ 2

ครั้งที่ 3

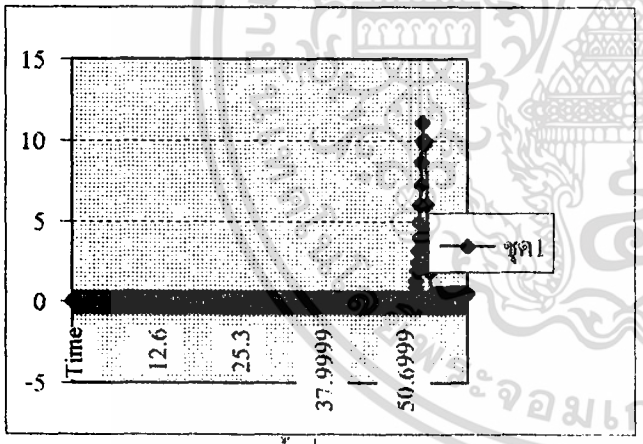
ครั้งที่ 4



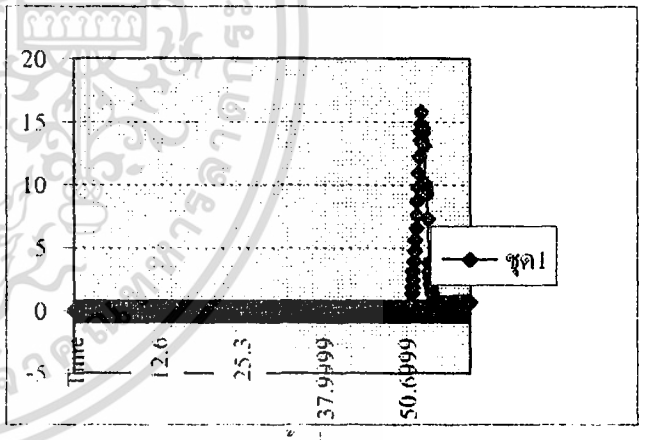
ครั้งที่ 1



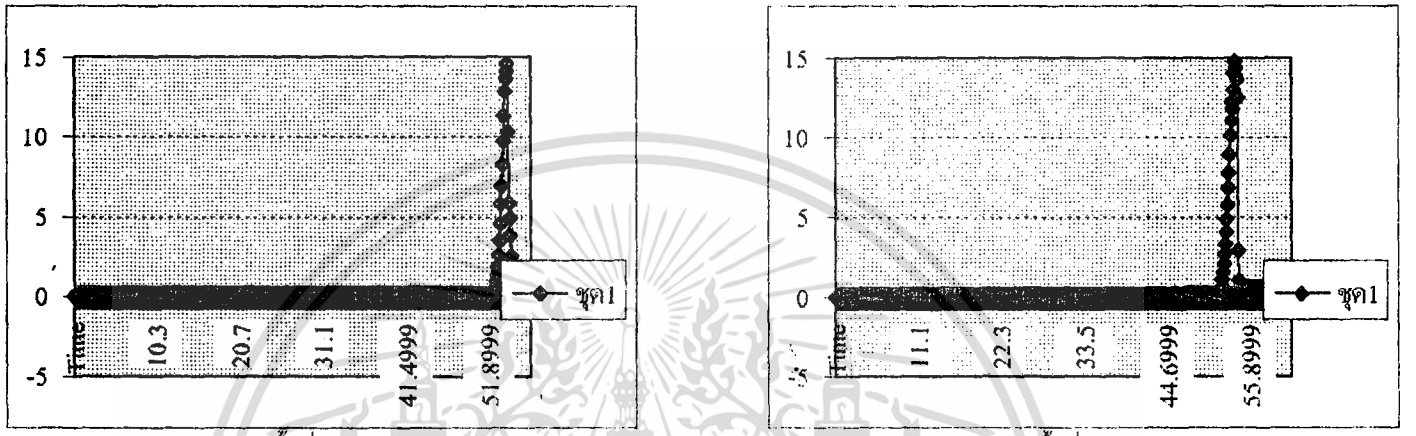
ครั้งที่ 2



ครั้งที่ 3

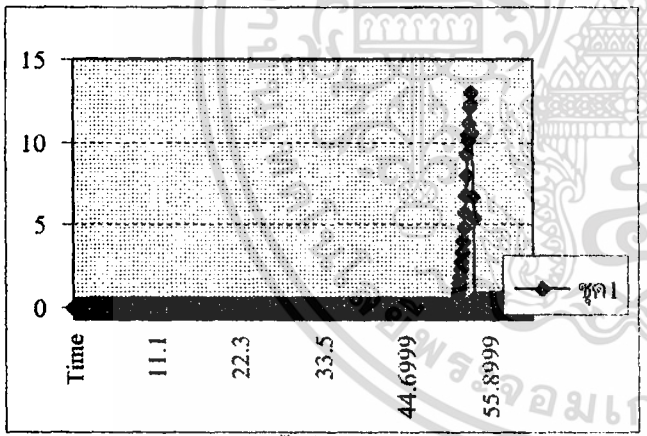


ครั้งที่ 4

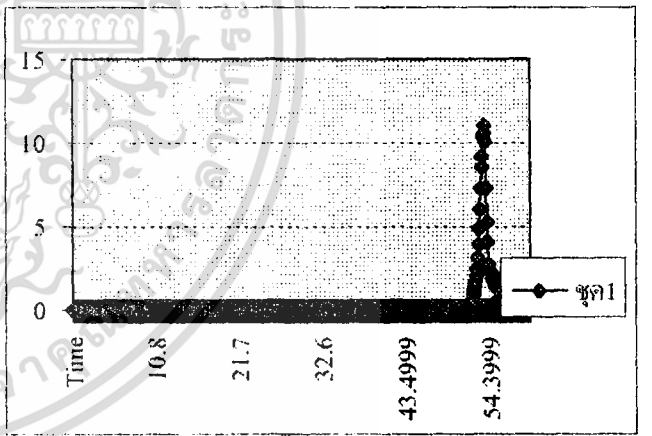


ครั้งที่ 1

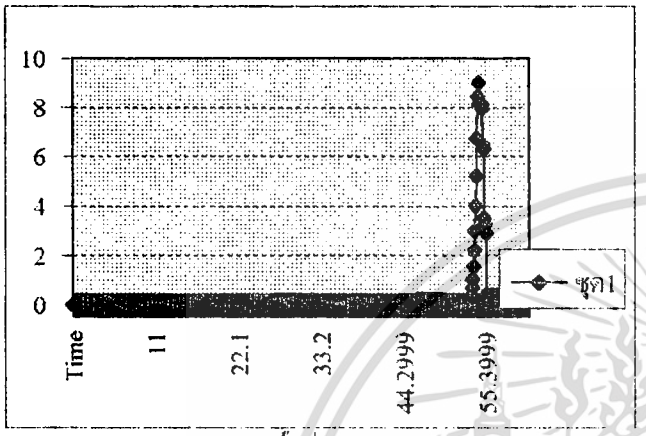
ครั้งที่ 2



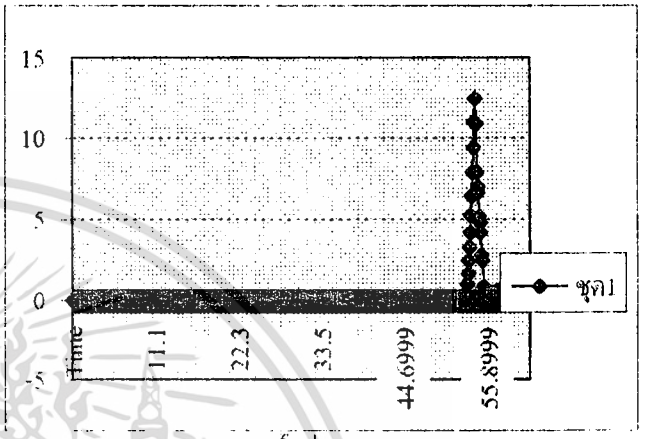
ครั้งที่ 3



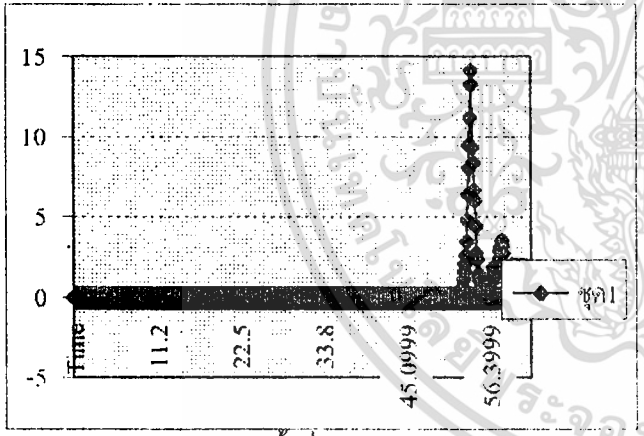
ครั้งที่ 4



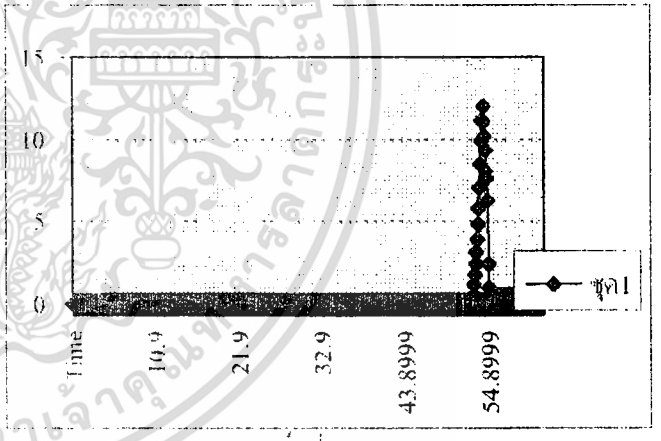
ครั้งที่ 1



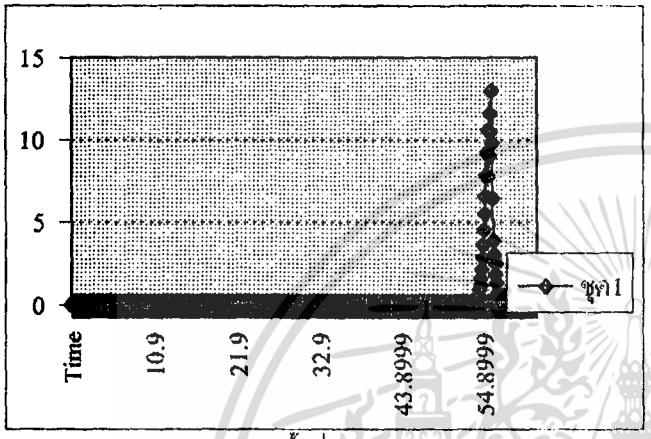
ครั้งที่ 2



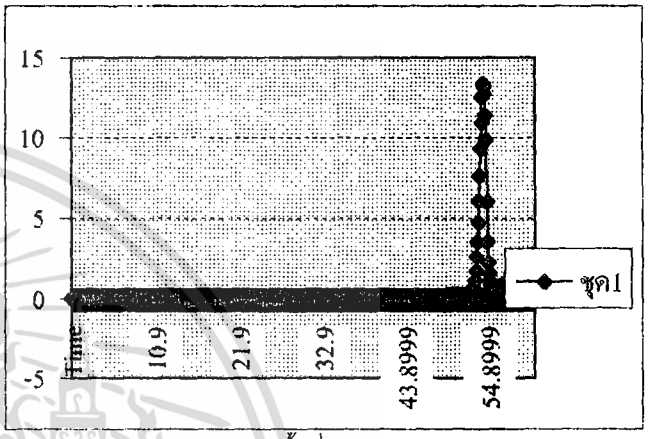
ครั้งที่ 3



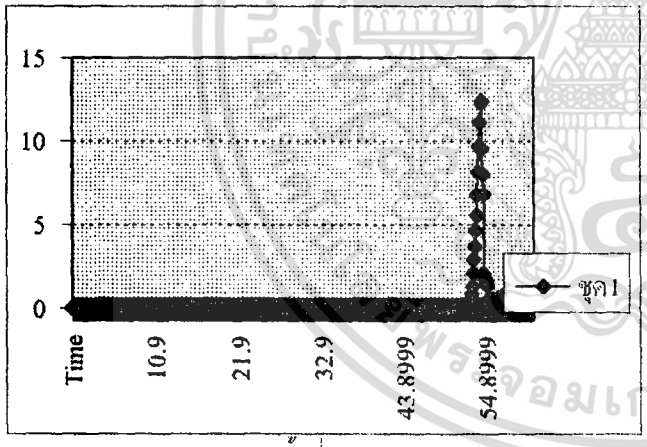
ครั้งที่ 4



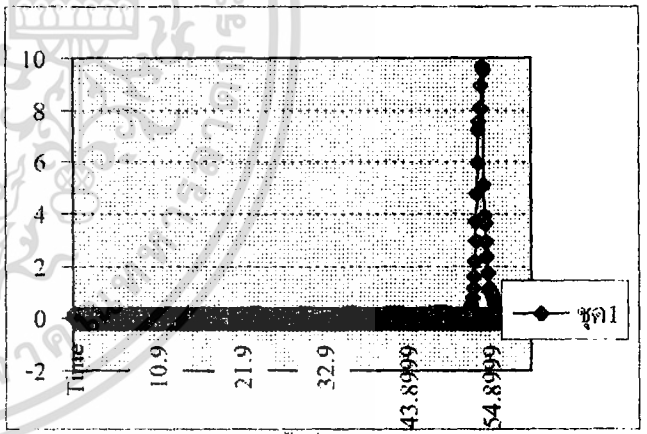
ครั้งที่ 1



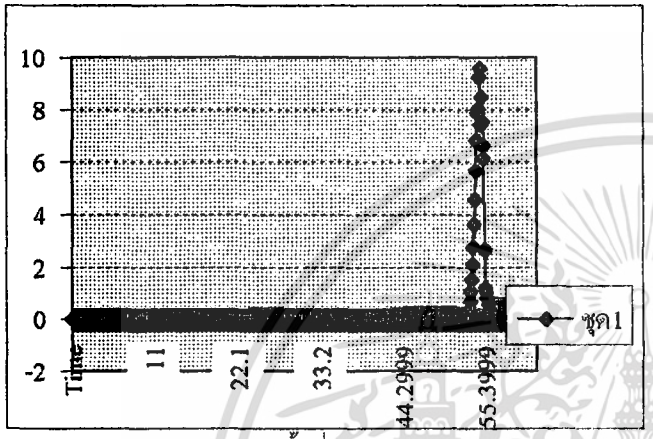
ครั้งที่ 2



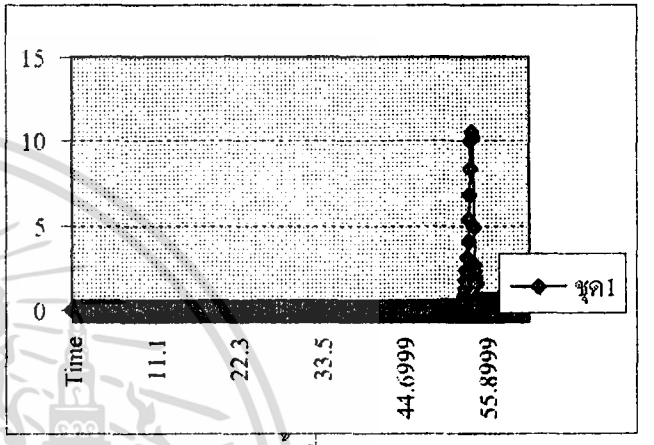
ครั้งที่ 3



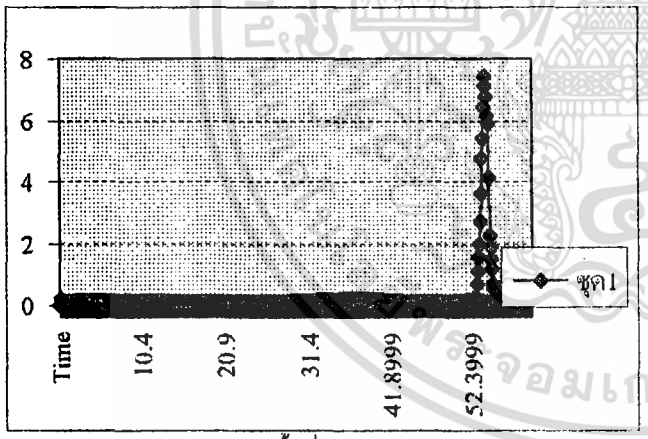
ครั้งที่ 4



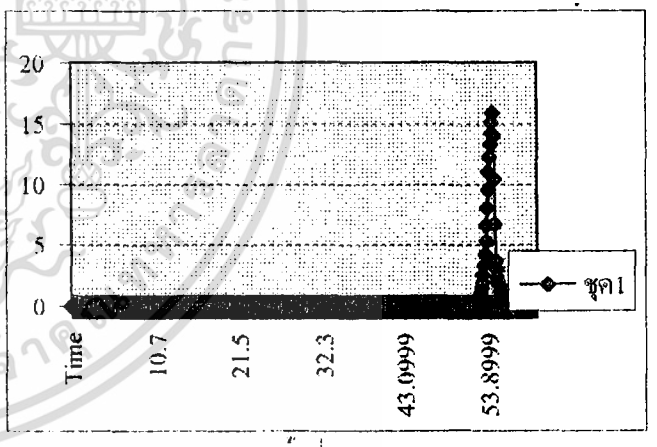
ครั้งที่ 1



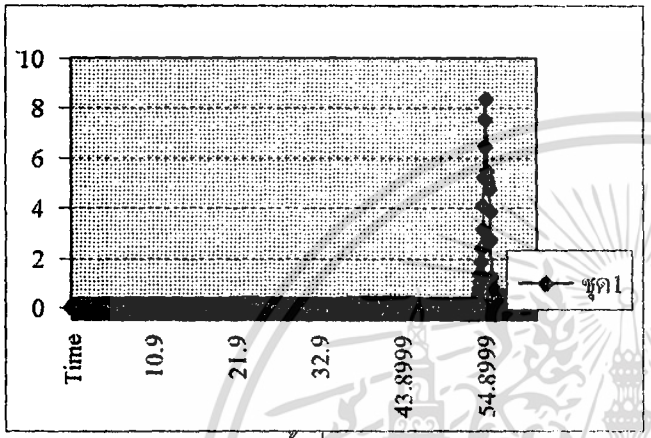
ครั้งที่ 2



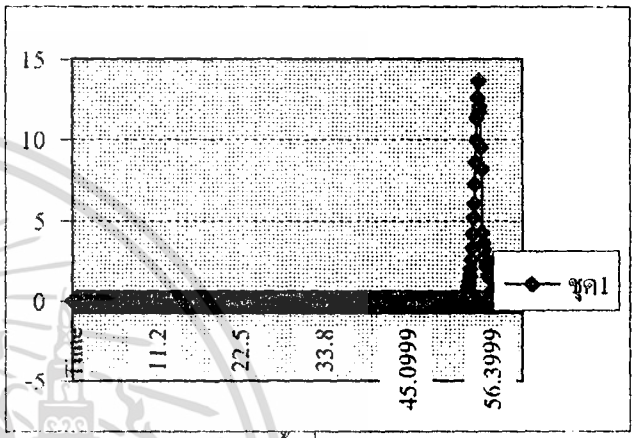
ครั้งที่ 3



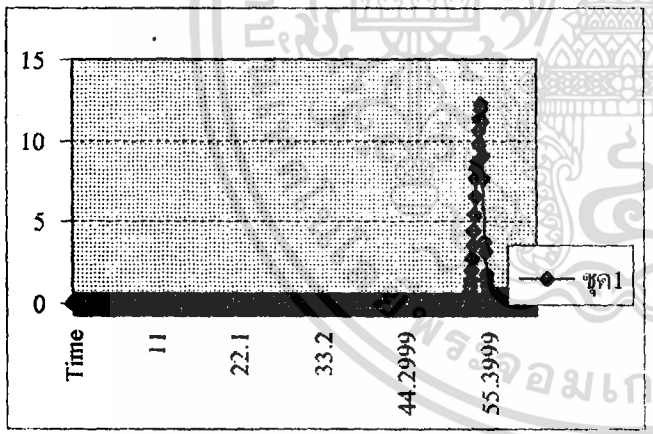
ครั้งที่ 4



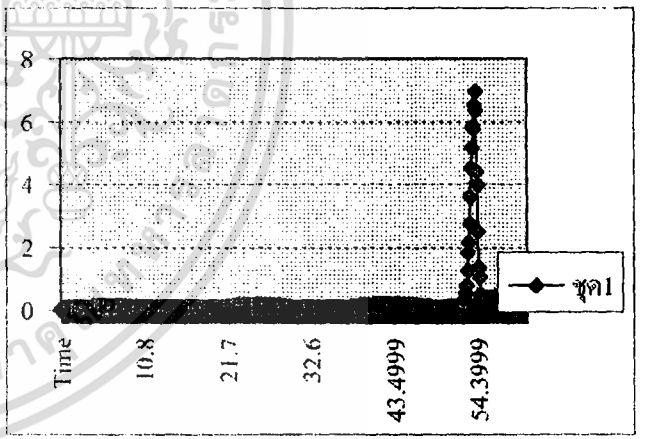
ครั้งที่ 1



ครั้งที่ 2



ครั้งที่ 3



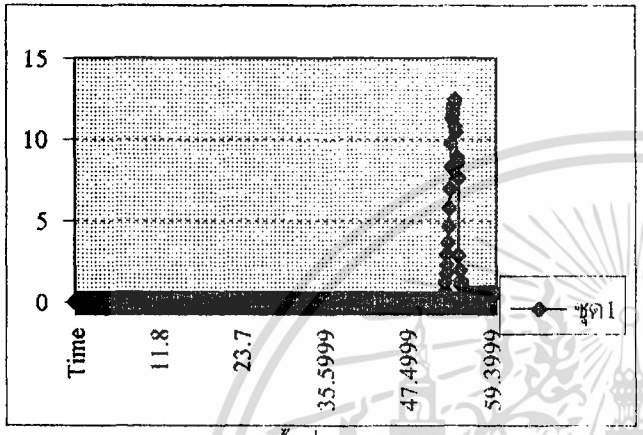
ครั้งที่ 4

ครั้งที่ 1

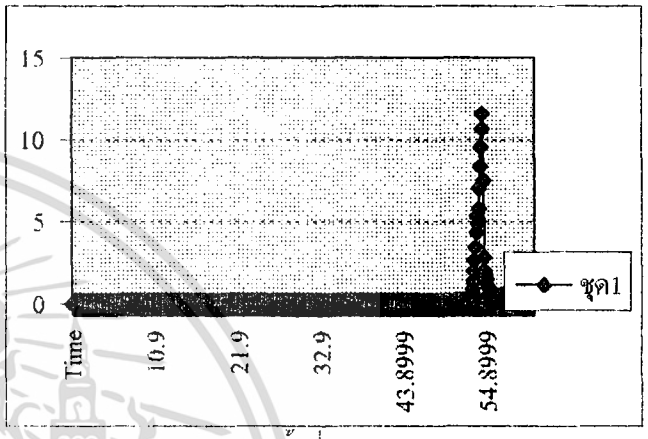
ครั้งที่ 2

ครั้งที่ 3

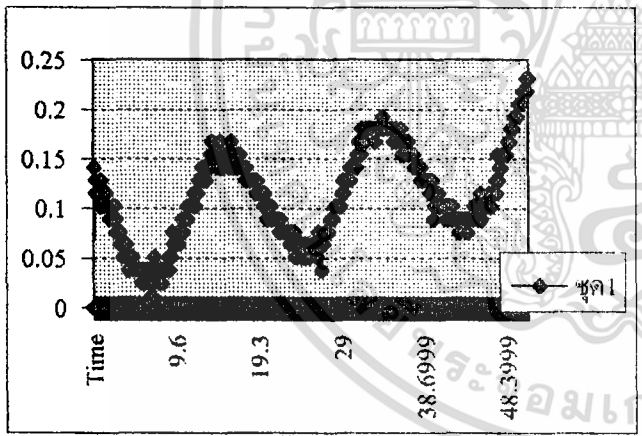
ครั้งที่ 4



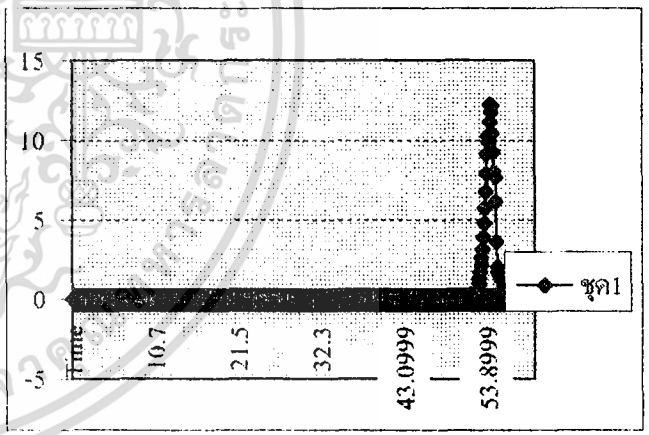
ครั้งที่ 1



ครั้งที่ 2

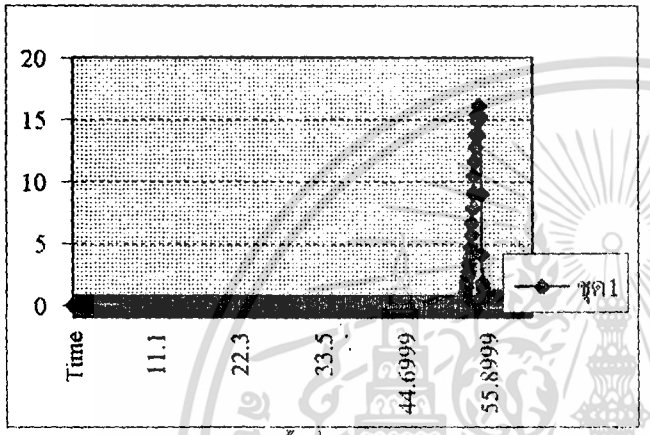


ครั้งที่ 3

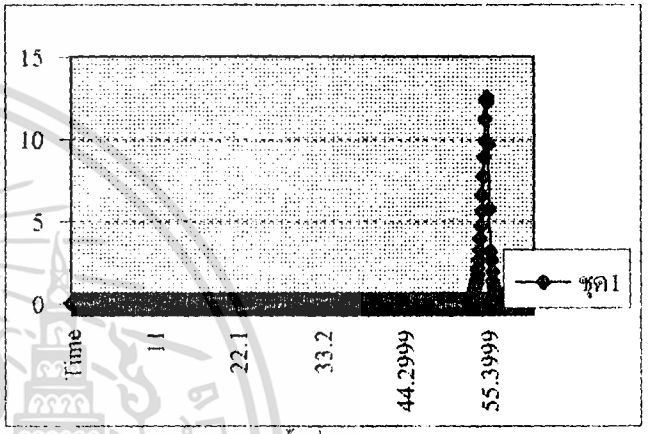


ครั้งที่ 4

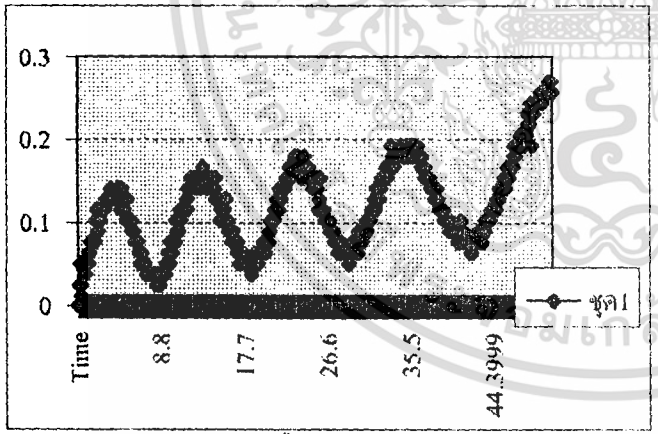
รหัสถาด 7041



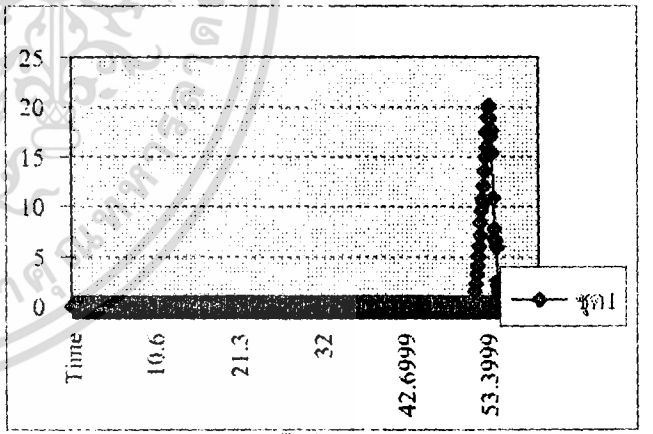
ครั้งที่ 1



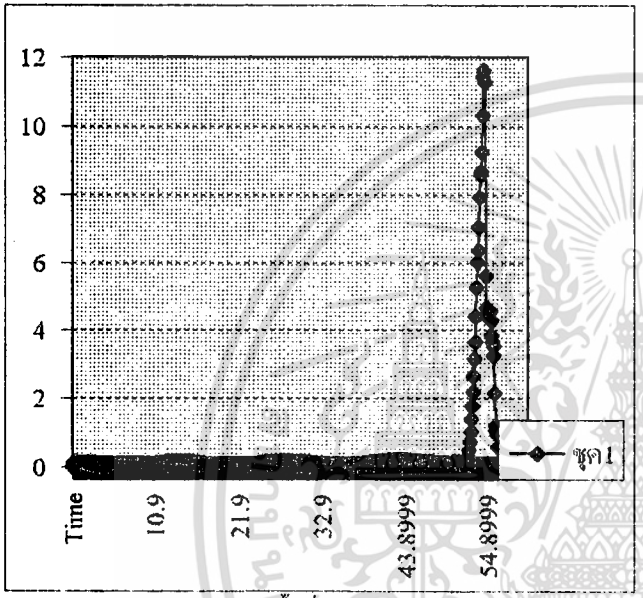
ครั้งที่ 2

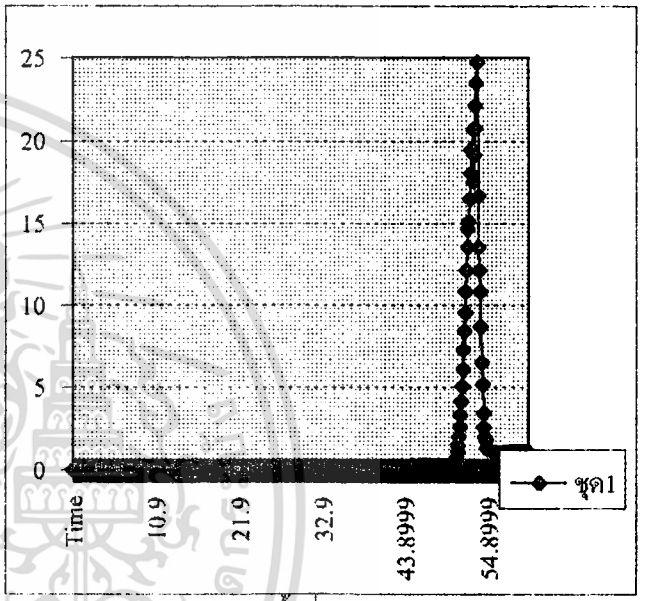


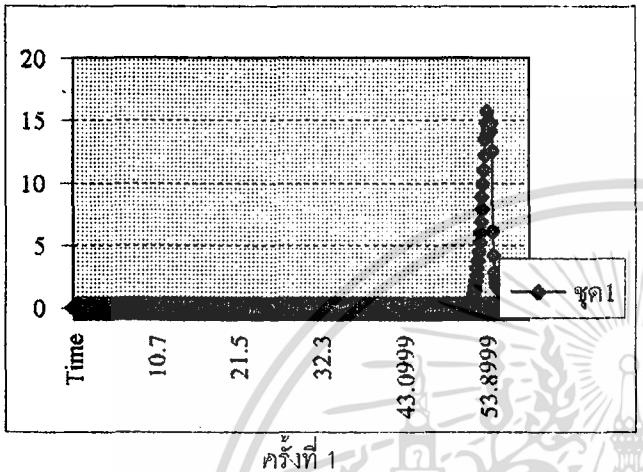
ครั้งที่ 3



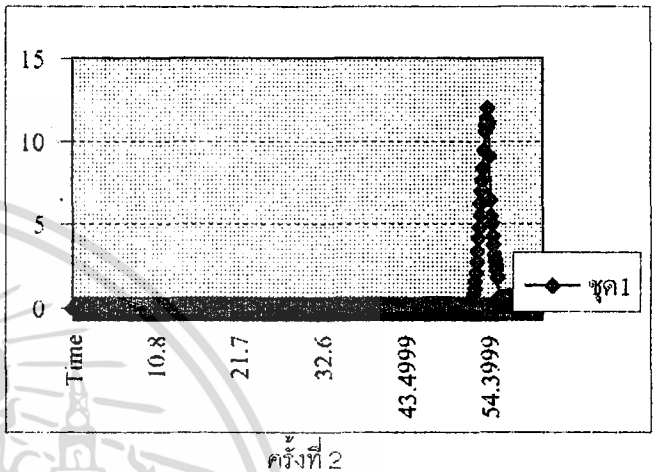
ครั้งที่ 4


12
10
8
6
4
2
0
Time
10.9
21.9
32.9
43.8999
54.8999
ชุด1
ครั้งที่ 2

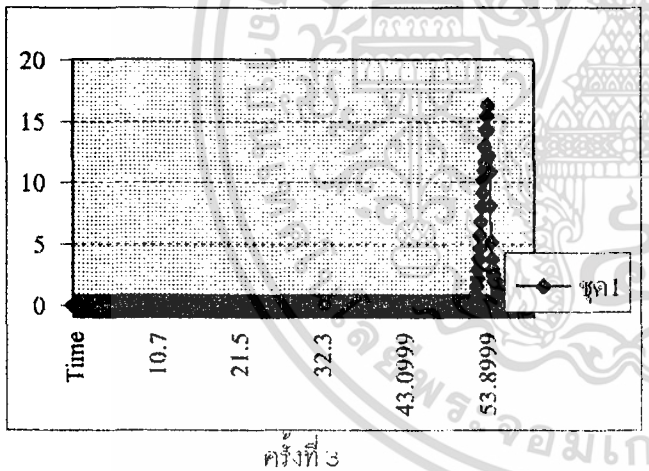

25
20
15
10
5
0
Time
10.9
21.9
32.9
43.8999
54.8999
ชุด1
ครั้งที่ 3



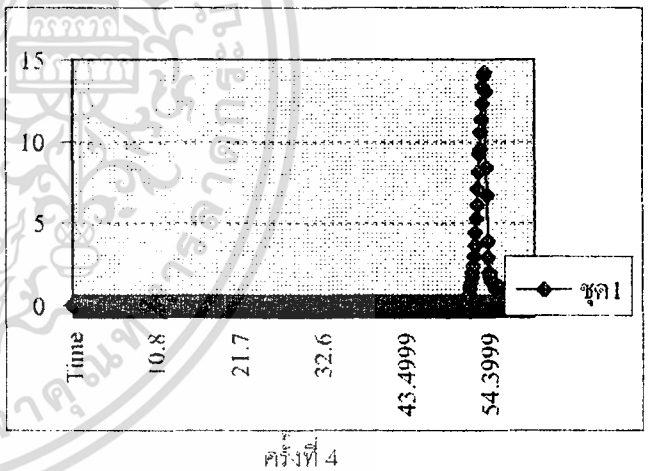
ครั้งที่ 1



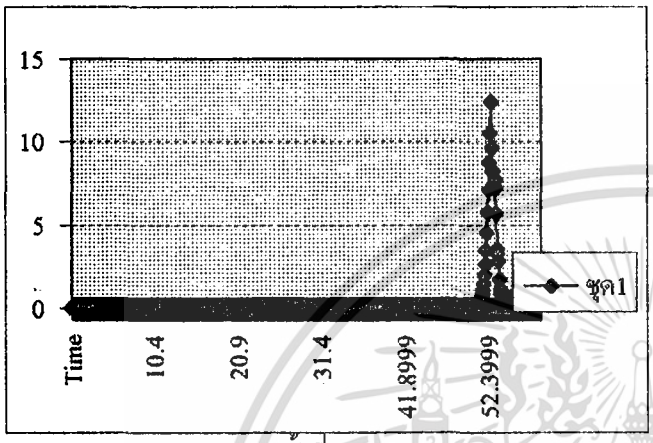
ครั้งที่ 2

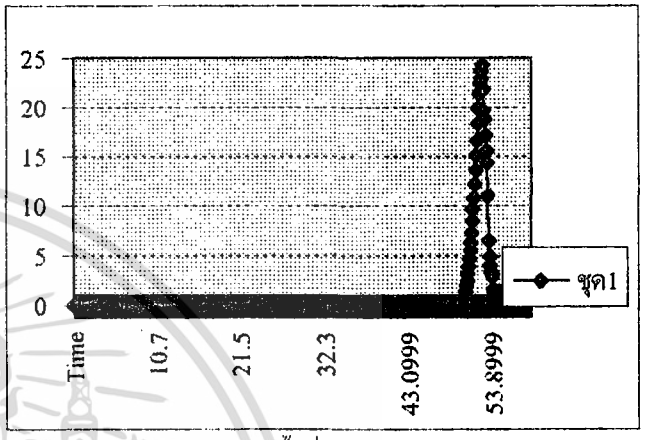


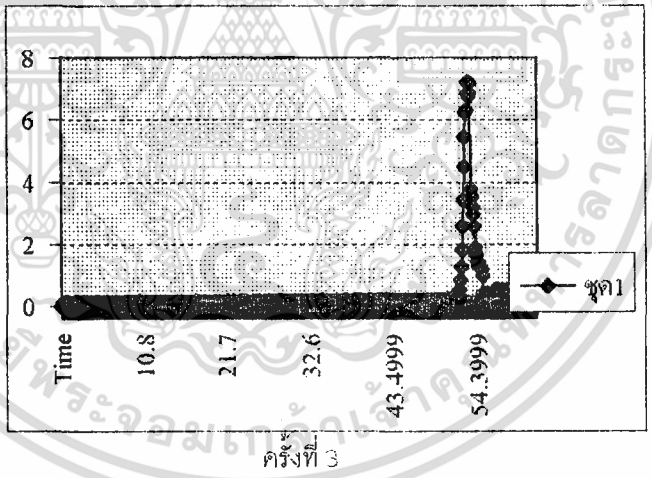
ครั้งที่ 3

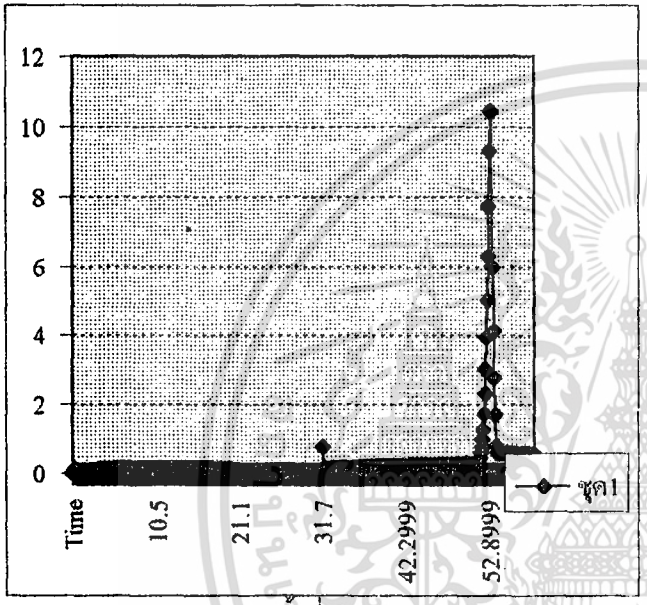


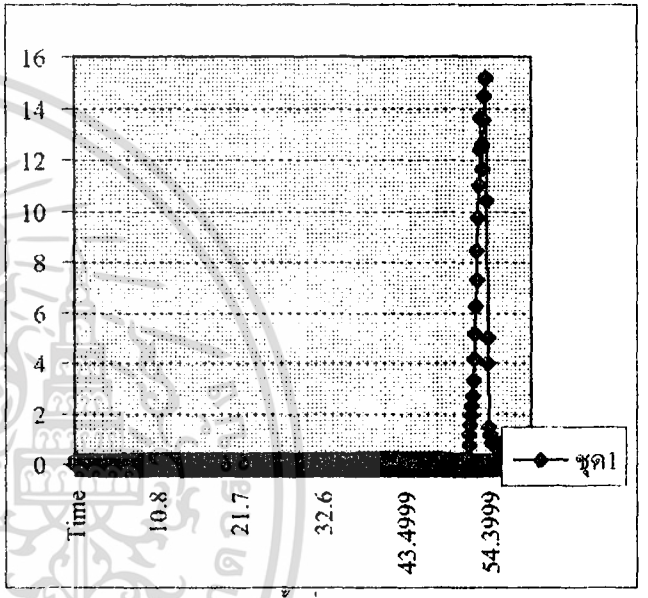
ครั้งที่ 4


15
10
5
0
Time
10.4
20.9
31.4
41.8999
52.3999
ชุด1
ครั้งที่ 1


25
20
15
10
5
0
Time
10.7
21.5
32.3
43.0999
53.8999
ชุด1
ครั้งที่ 2

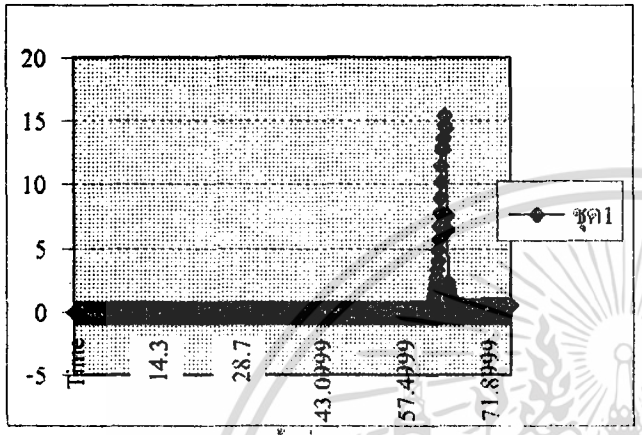

8
6
4
2
0
Time
10.8
21.7
32.6
43.4999
54.3999
ชุด1
ครั้งที่ 3


12
10
8
6
4
2
0
Time
10.5
21.1
31.7
42.2999
52.8999
ชุด1
ครั้งที่ 1

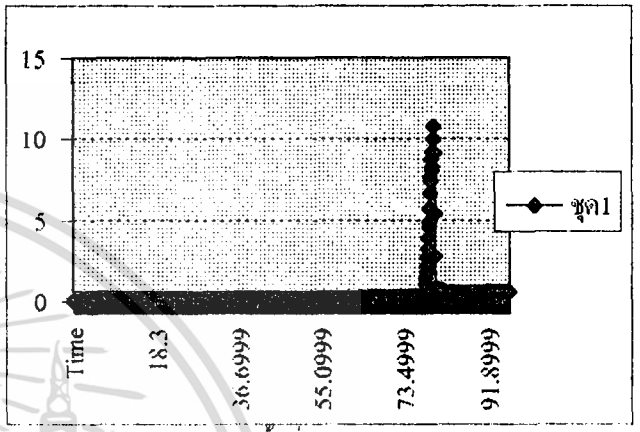

16
14
12
10
8
6
4
2
0
Time
10.8
21.7
32.6
43.4999
54.3999
ชุด1
ครั้งที่ 2

รูปภาคผนวกที่ 6 กราฟแสดงความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพด ด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT (ครั้งที่ 2)

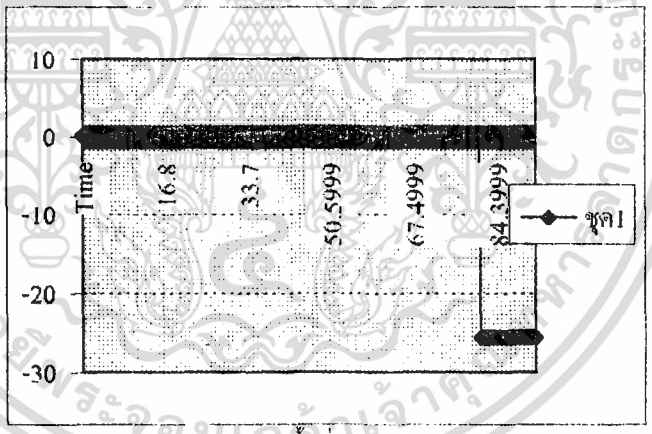
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



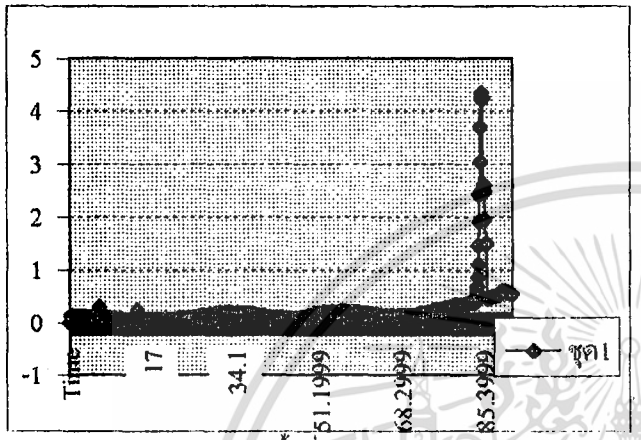
ครั้งที่ 2



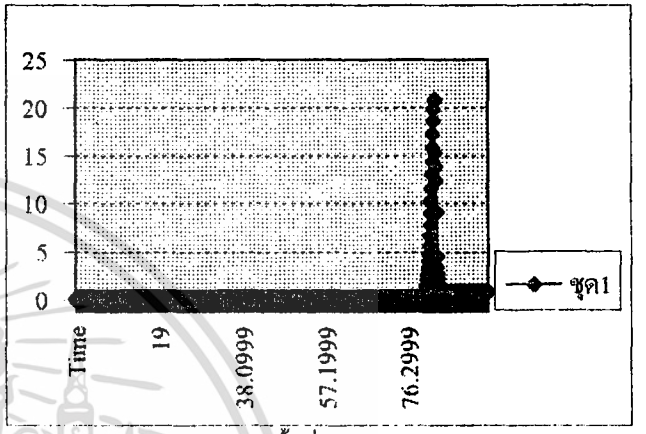
ครั้งที่ 3



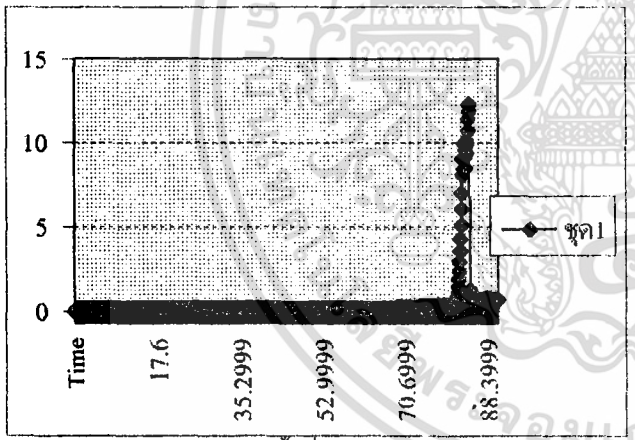
ครั้งที่ 4



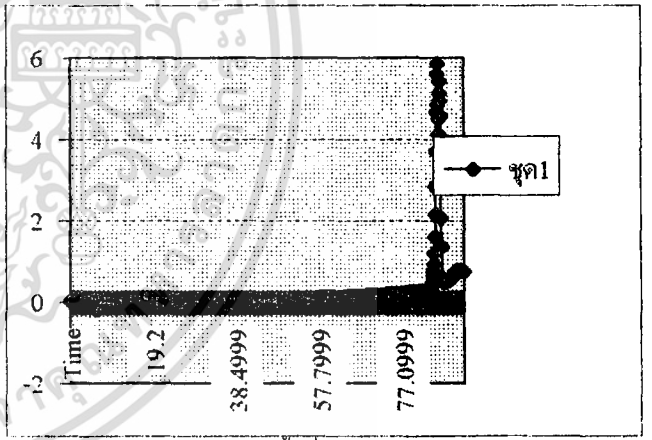
ครั้งที่ 1



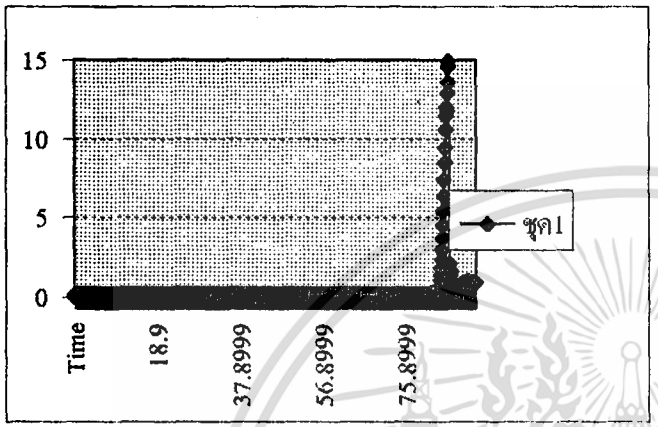
ครั้งที่ 2



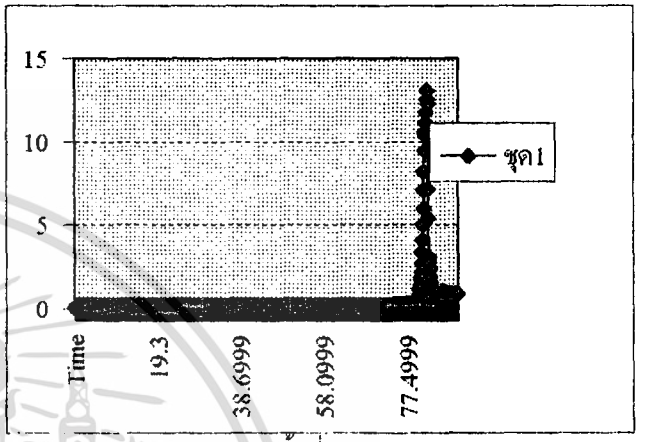
ครั้งที่ 3



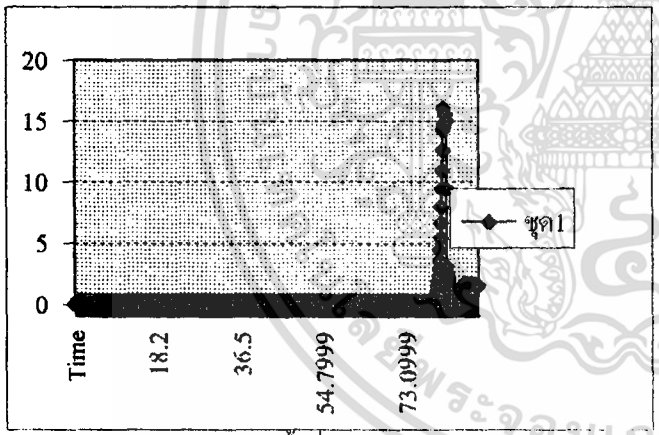
ครั้งที่ 4



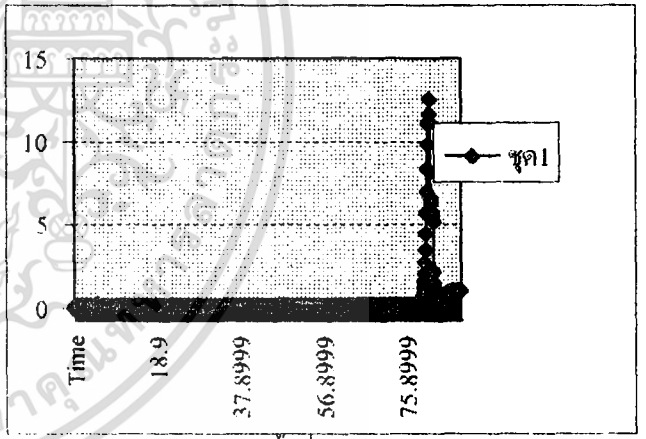
ครั้งที่ 1



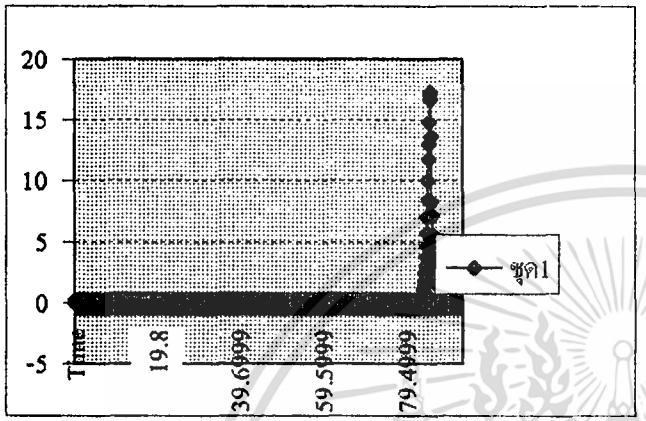
ครั้งที่ 2



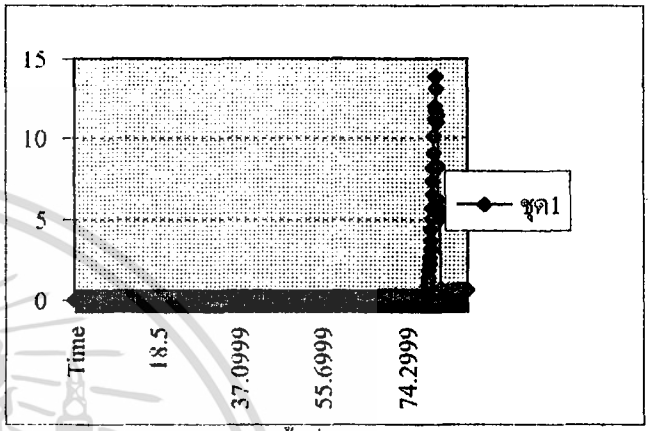
ครั้งที่ 3



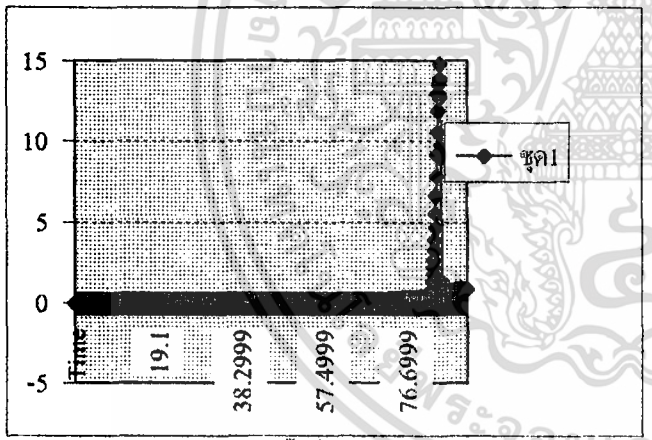
ครั้งที่ 4



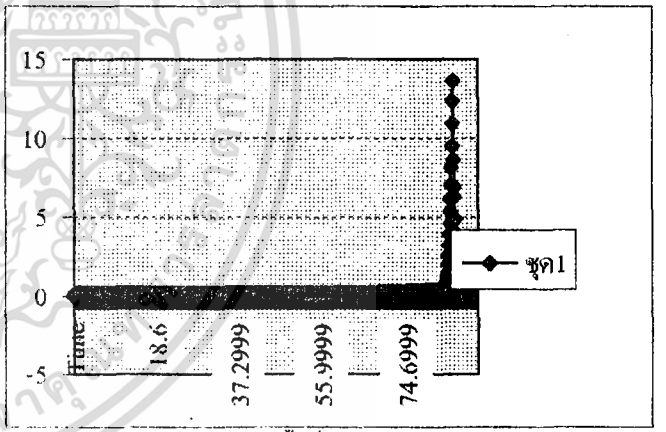
ครั้งที่ 1



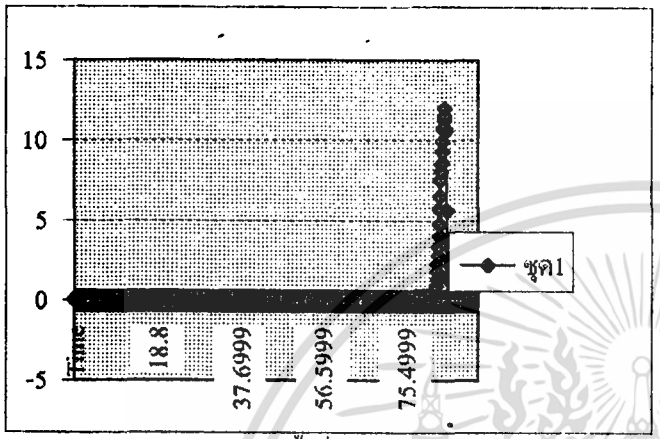
ครั้งที่ 2



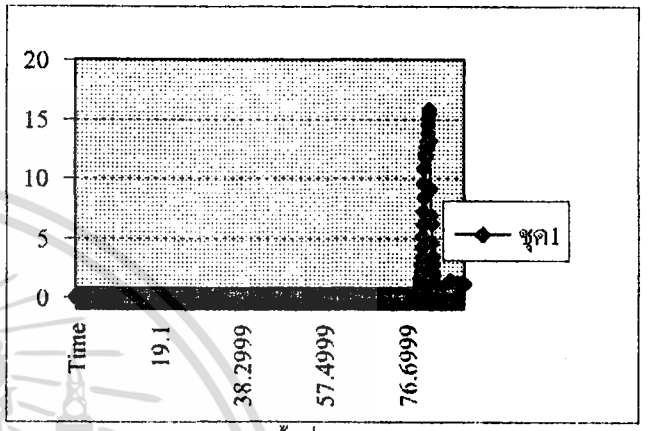
ครั้งที่ 3



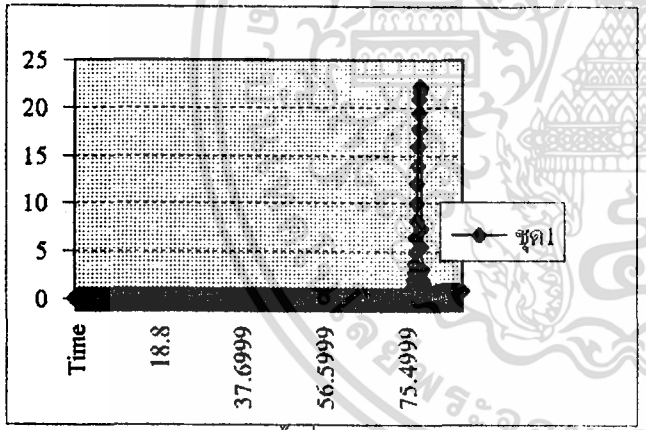
ครั้งที่ 4



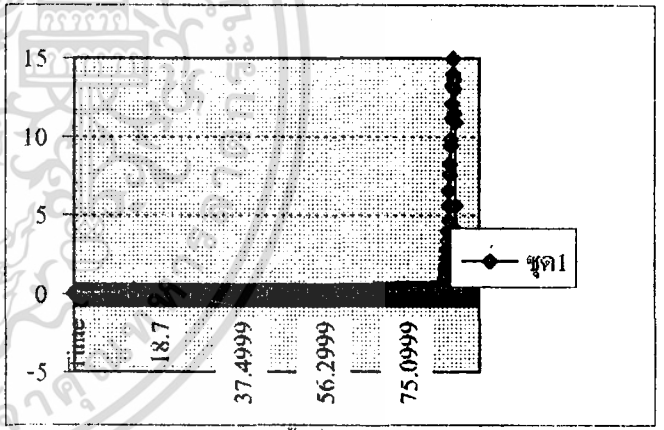
ครั้งที่ 1



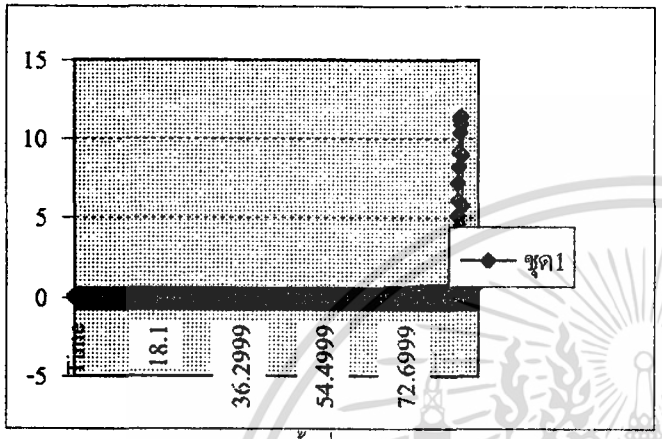
ครั้งที่ 2



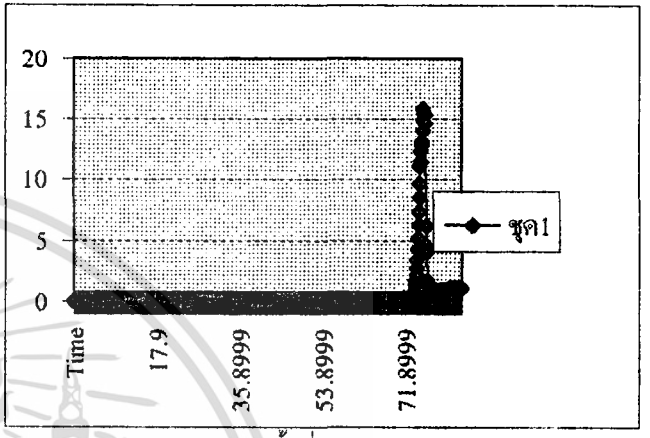
ครั้งที่ 3



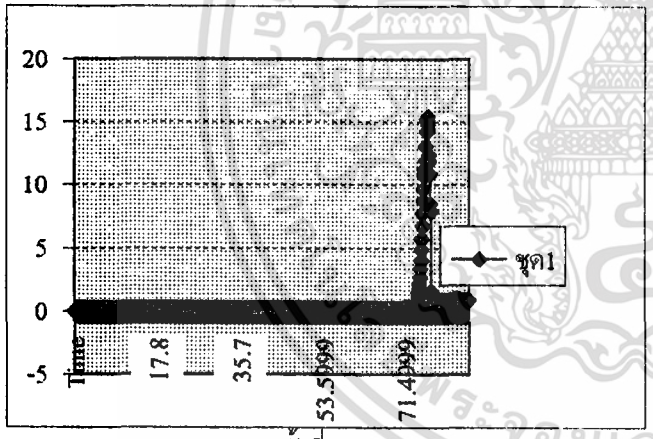
ครั้งที่ 4



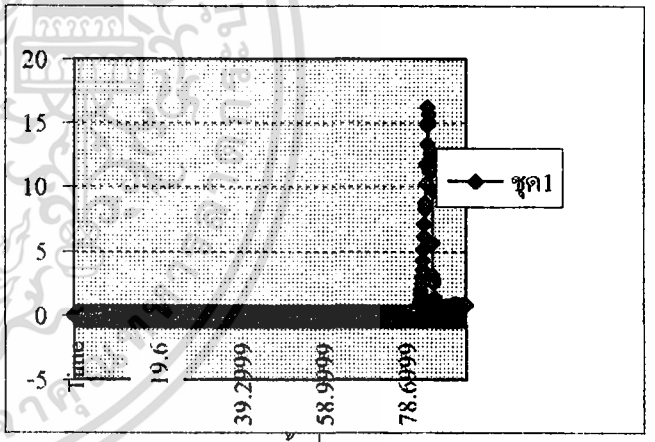
ครั้งที่ 1



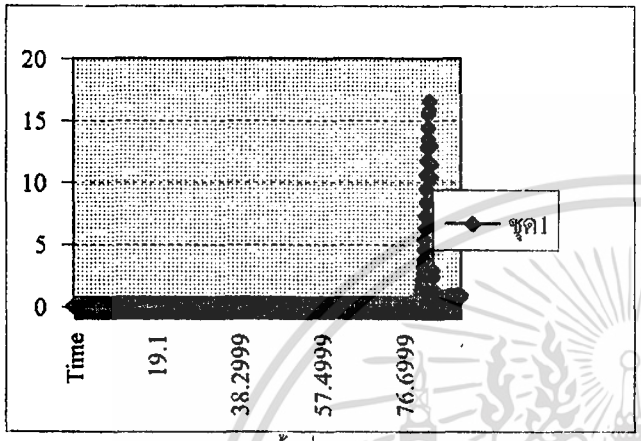
ครั้งที่ 2



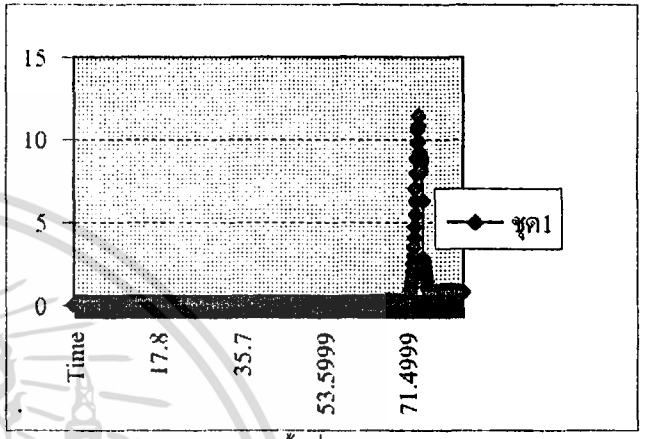
ครั้งที่ 3



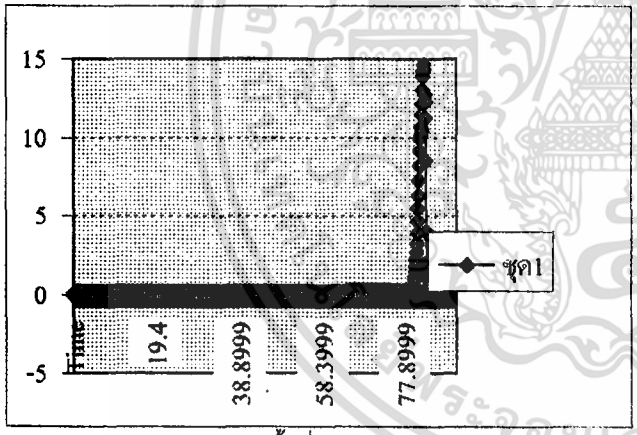
ครั้งที่ 4



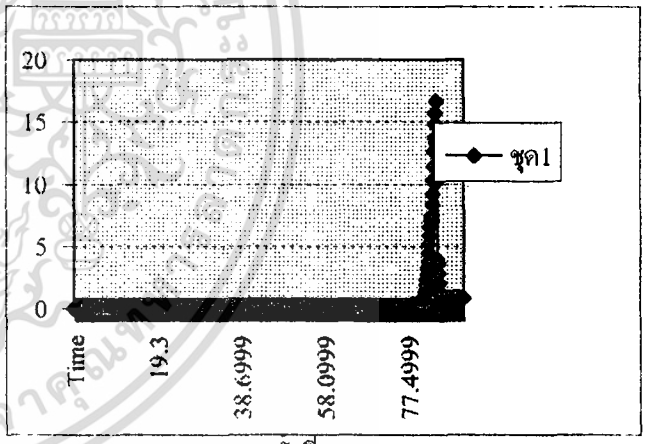
ครั้งที่ 1



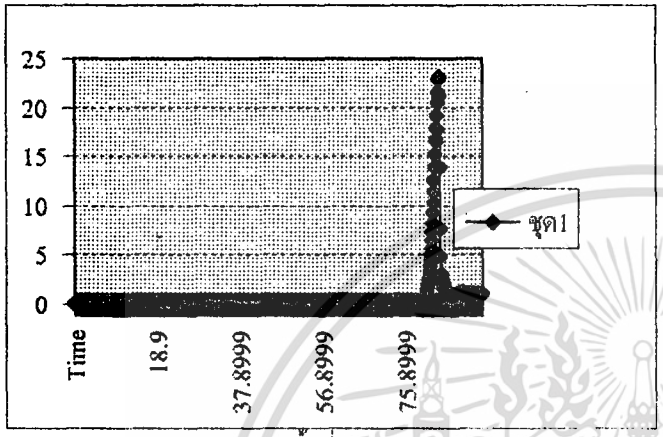
ครั้งที่ 2



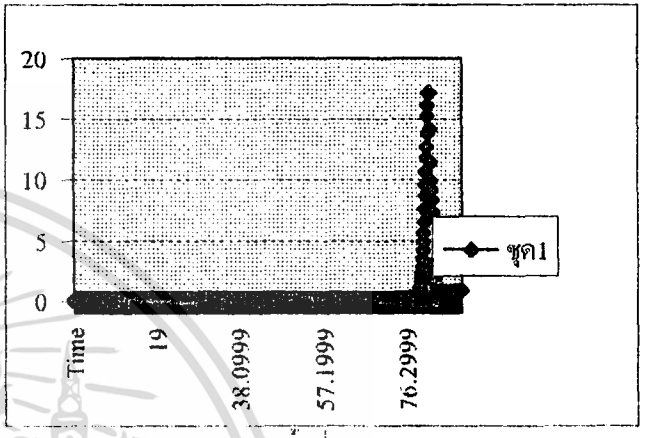
ครั้งที่ 3



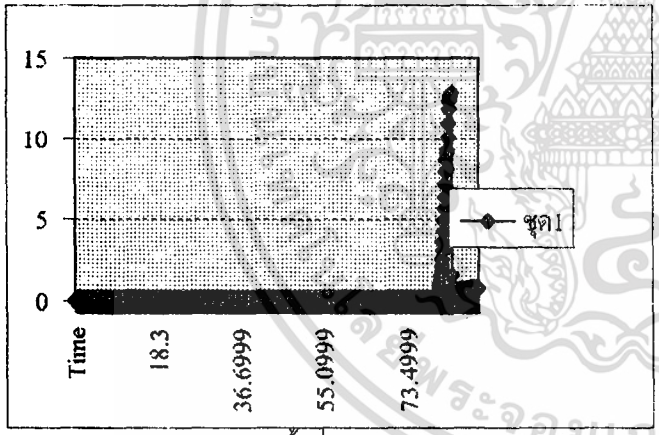
ครั้งที่ 4



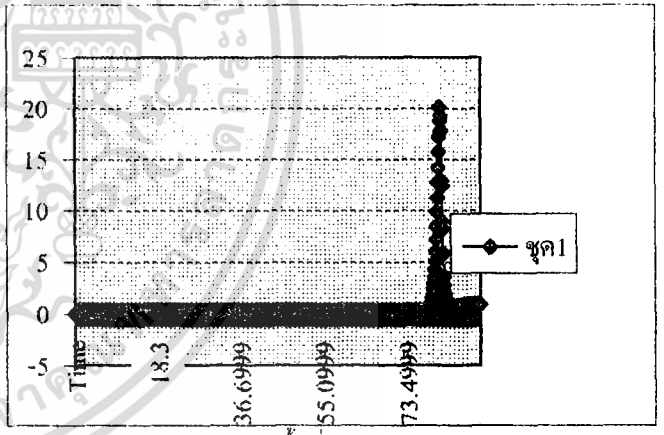
ครั้งที่ 1



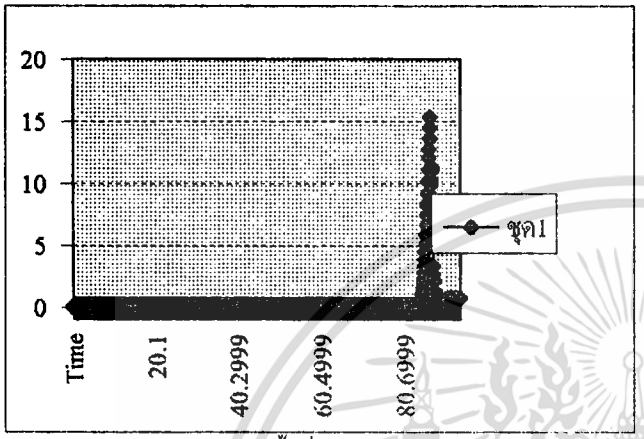
ครั้งที่ 2



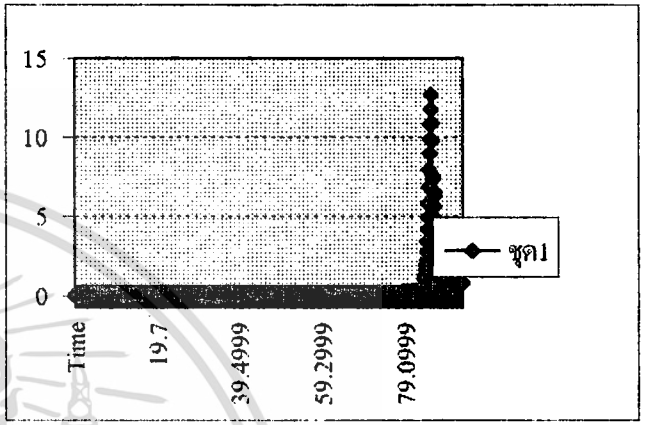
ครั้งที่ 3



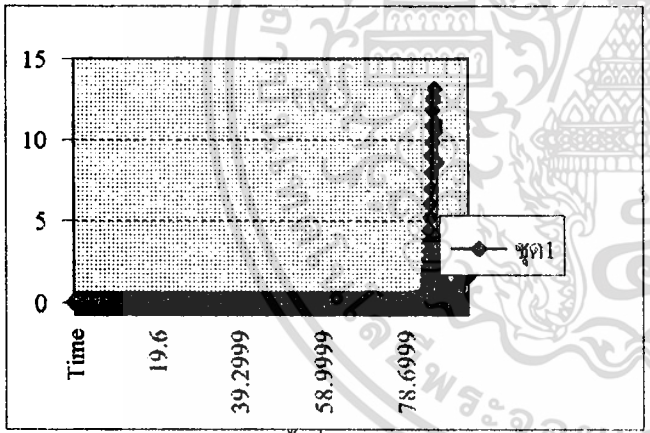
ครั้งที่ 4



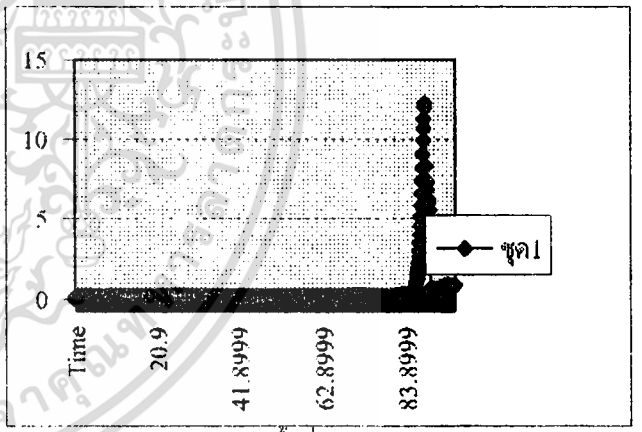
ครั้งที่ 1



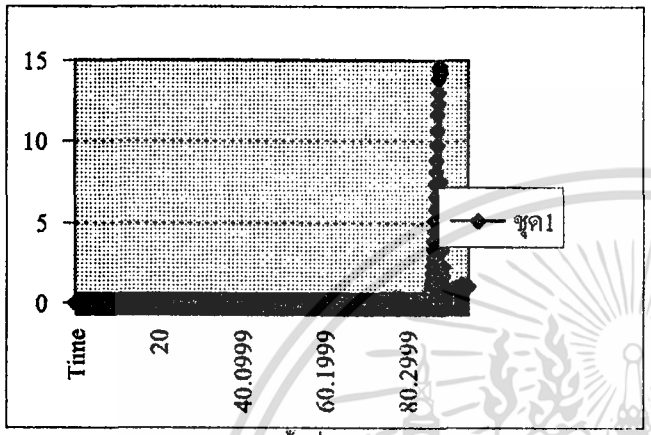
ครั้งที่ 2



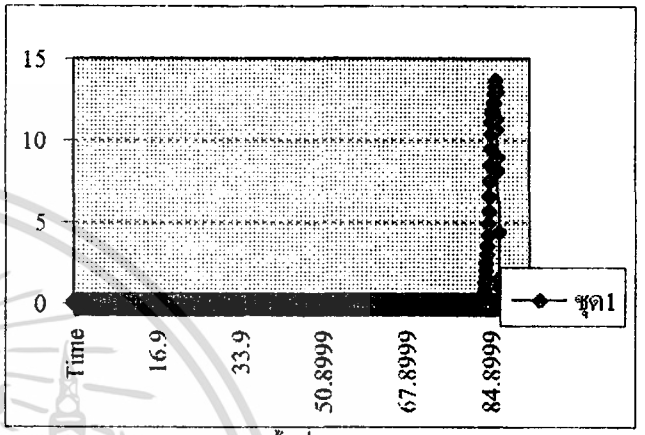
ครั้งที่ 3



ครั้งที่ 4

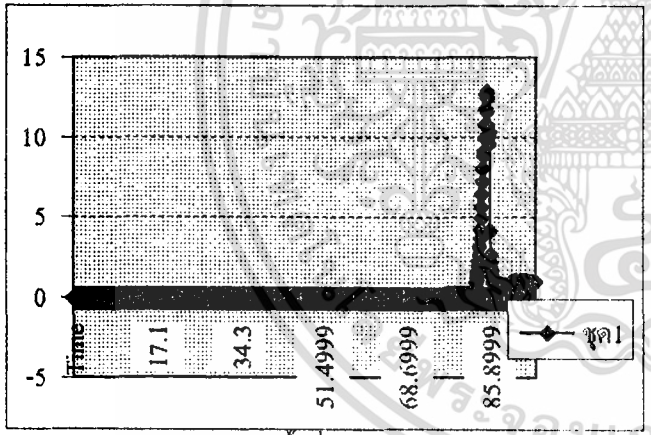


ครั้งที่ 1

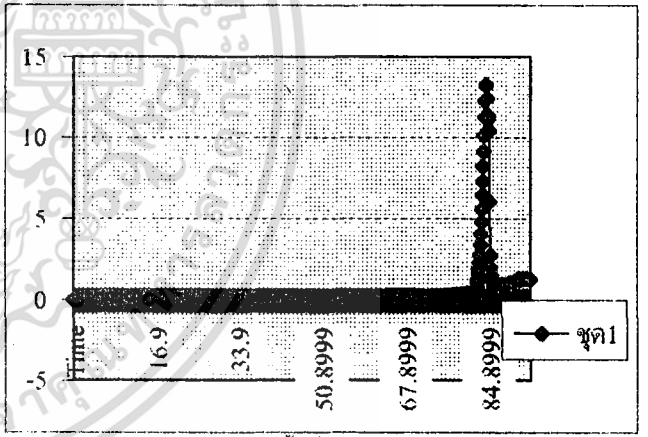


ครั้งที่ 2

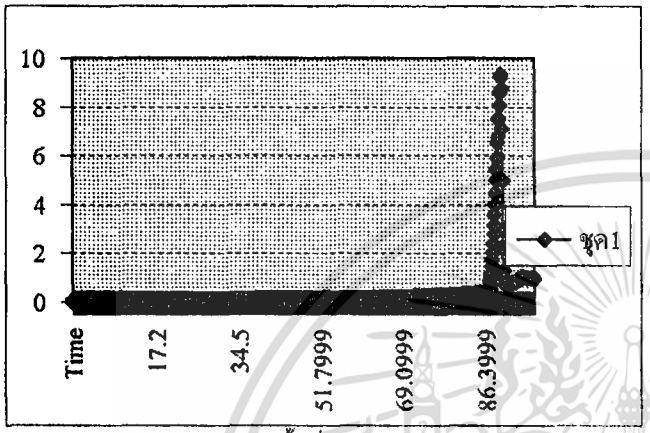
j12



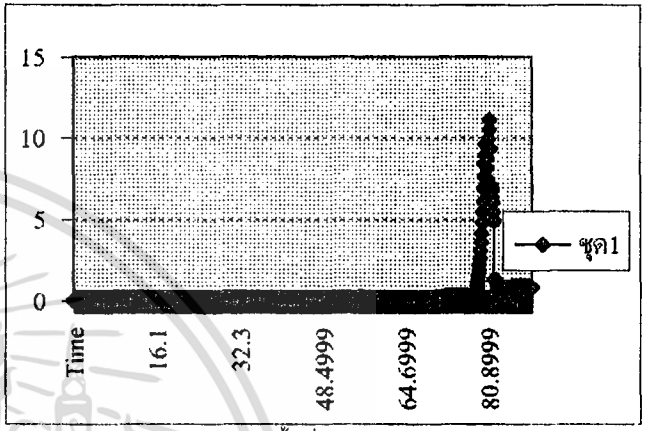
ครั้งที่ 3



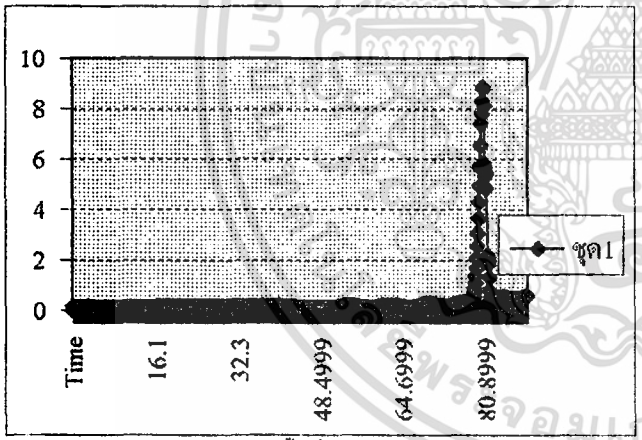
ครั้งที่ 4



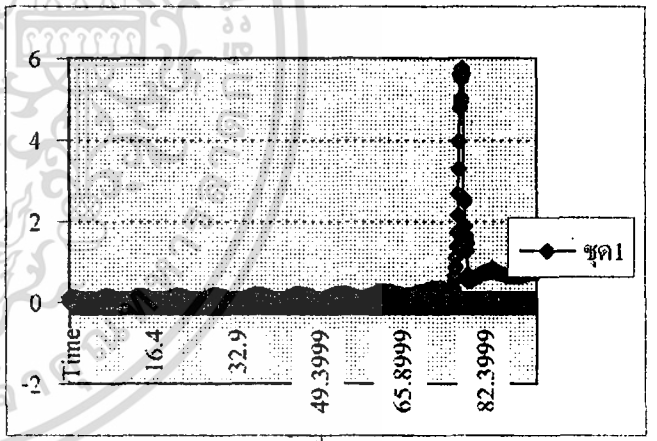
ครั้งที่ 1



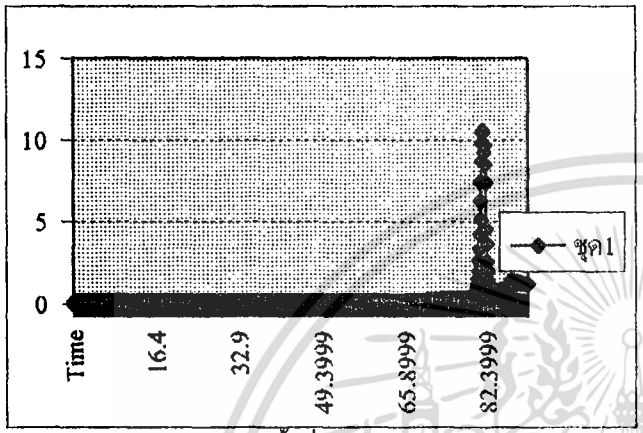
ครั้งที่ 2



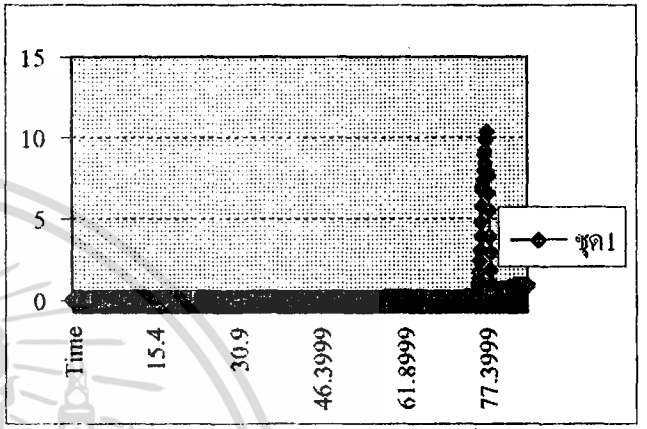
ครั้งที่ 3



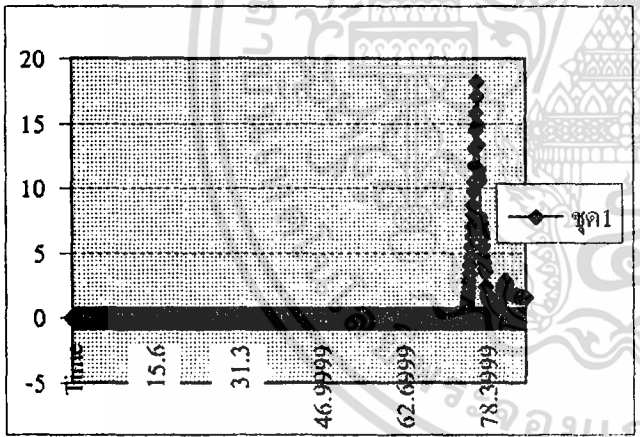
ครั้งที่ 4



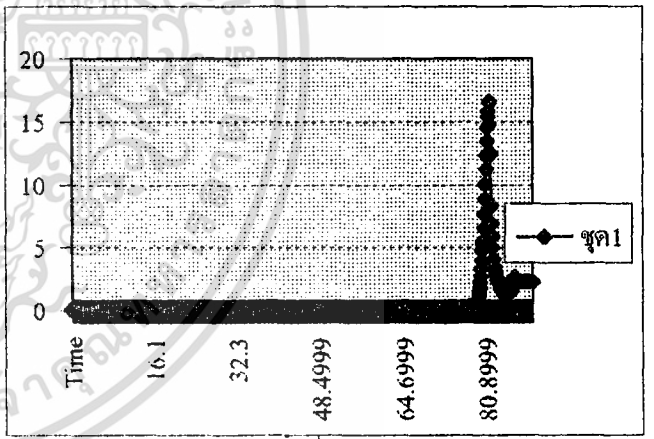
ครั้งที่ 1



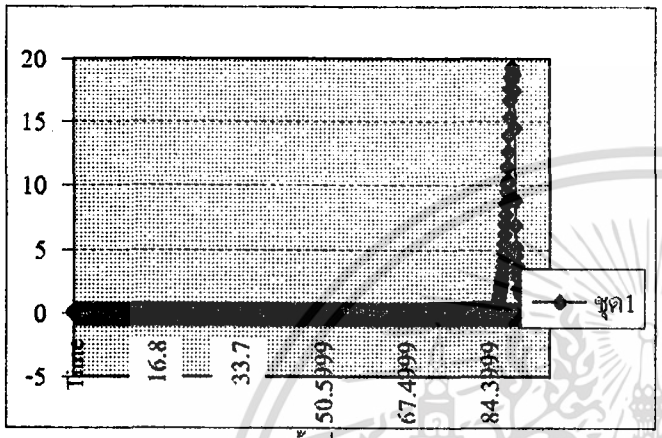
ครั้งที่ 2



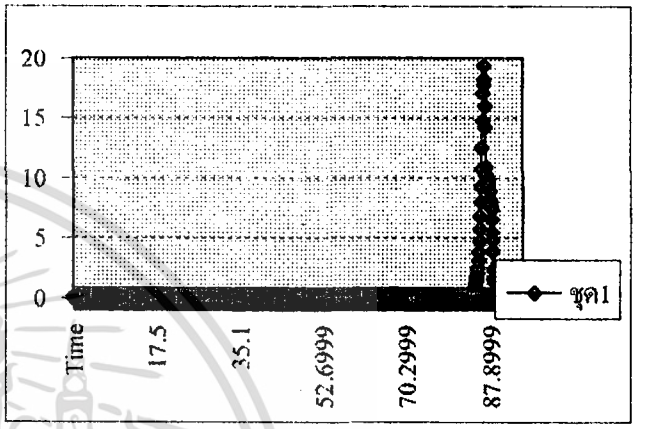
ครั้งที่ 3



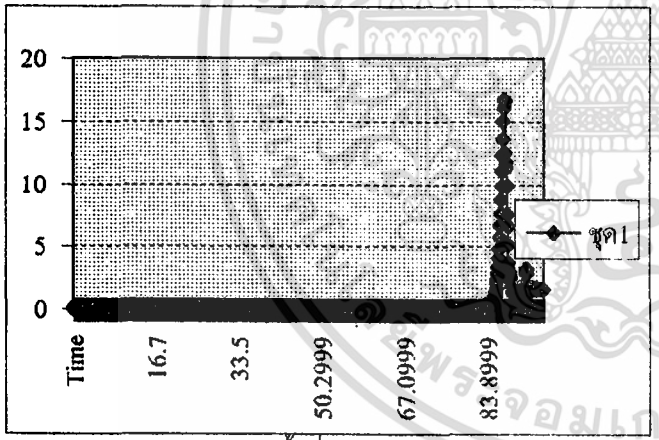
ครั้งที่ 4



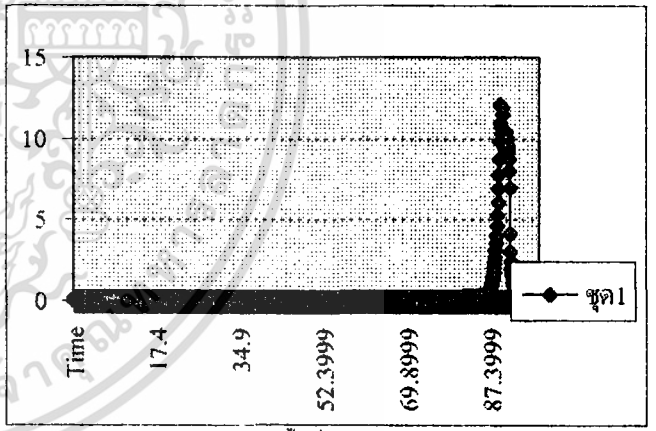
ครั้งที่ 1



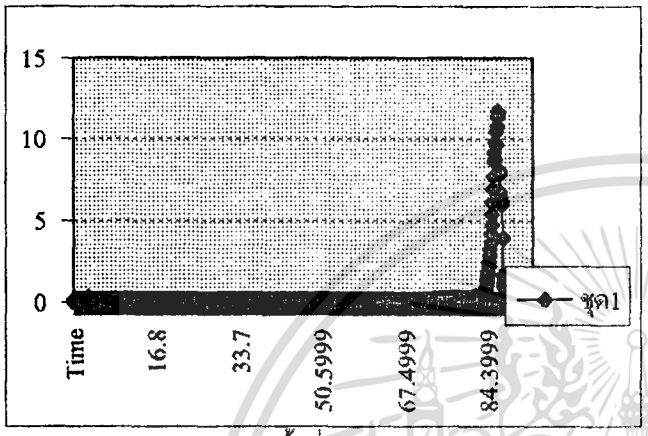
ครั้งที่ 2

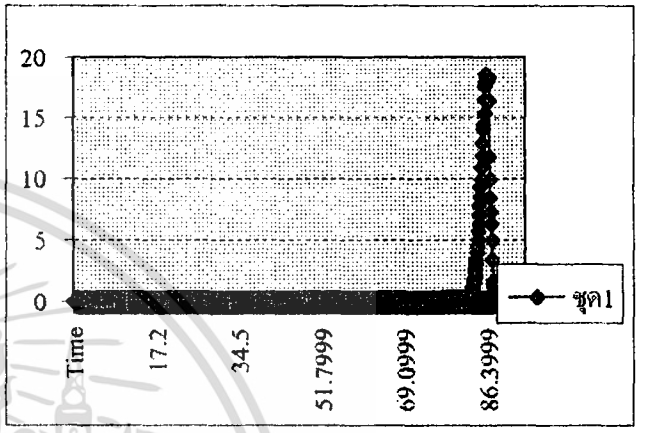


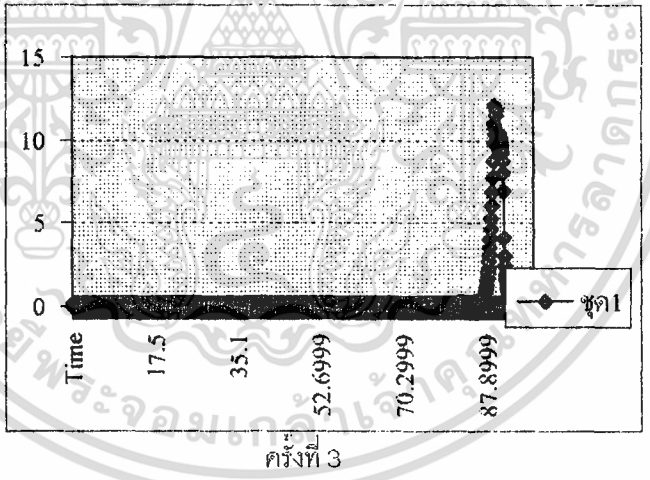
ครั้งที่ 3

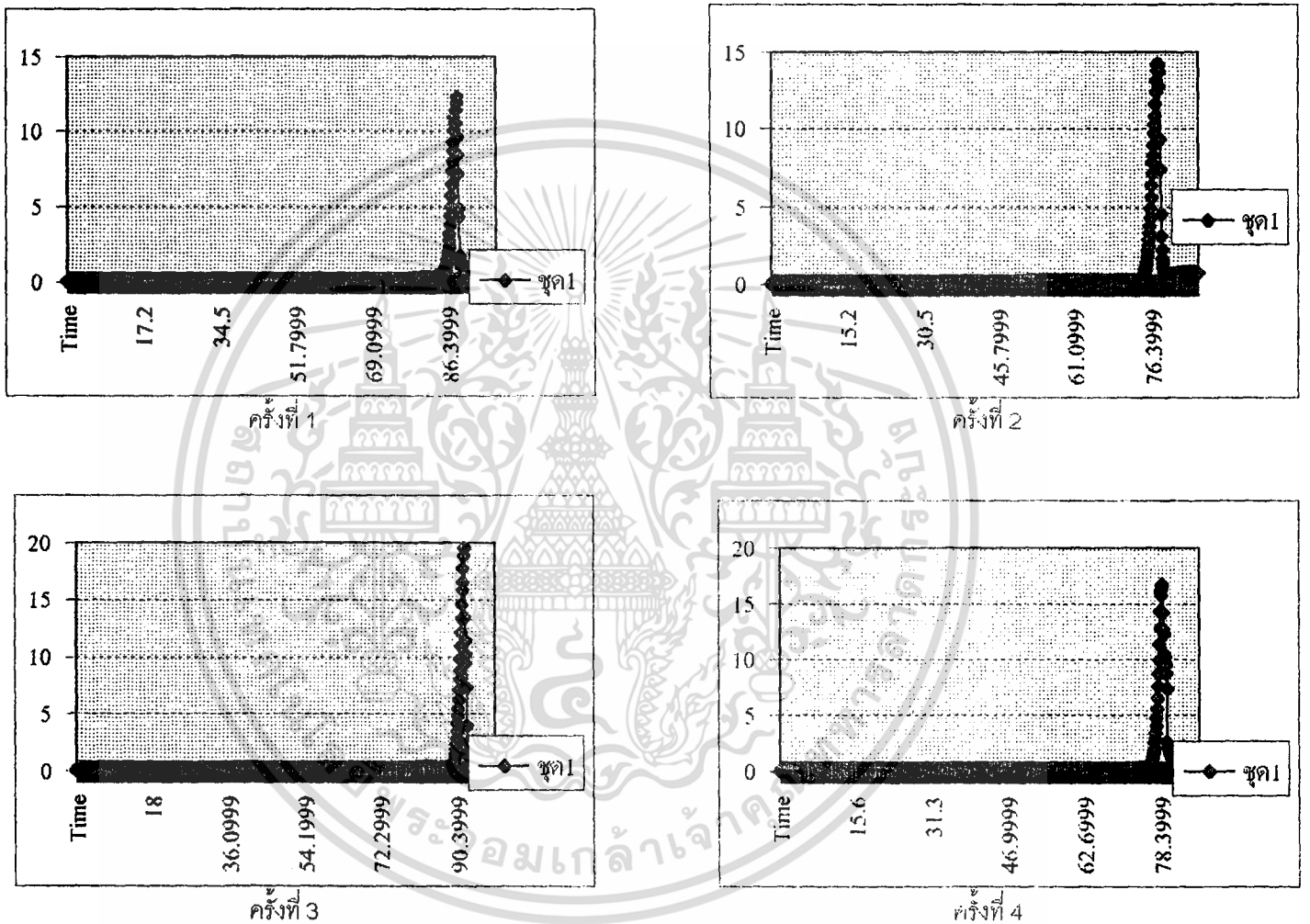


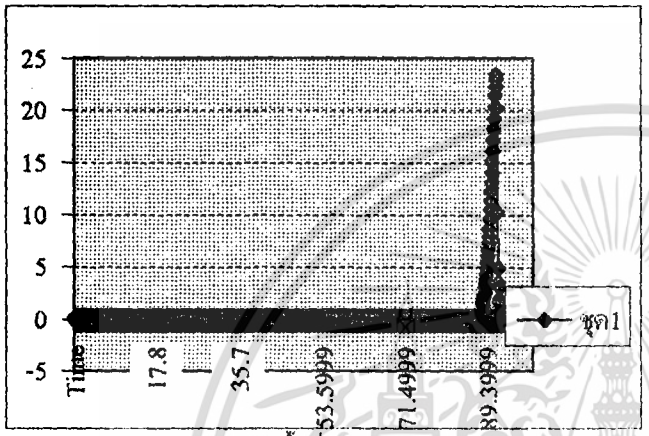
ครั้งที่ 4


15
10
5
0
Time
16.8
33.7
50.5999
67.4999
84.3999
ชุด1
ครั้งที่ 1

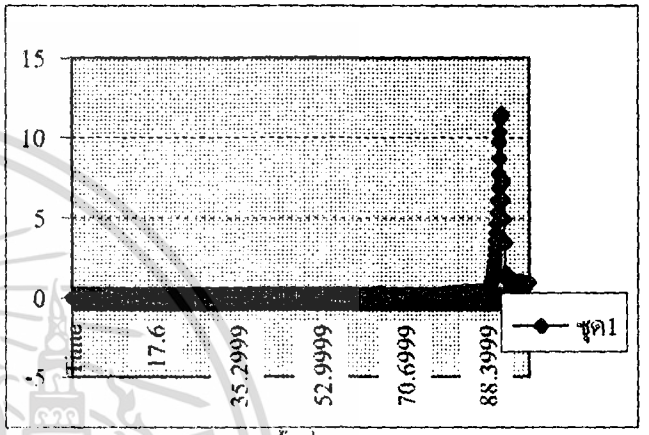

20
15
10
5
0
Time
17.2
34.5
51.7999
69.0999
86.3999
ชุด1
ครั้งที่ 2


15
10
5
0
Time
17.5
35.1
52.6999
70.2999
87.8999
ชุด1
ครั้งที่ 3

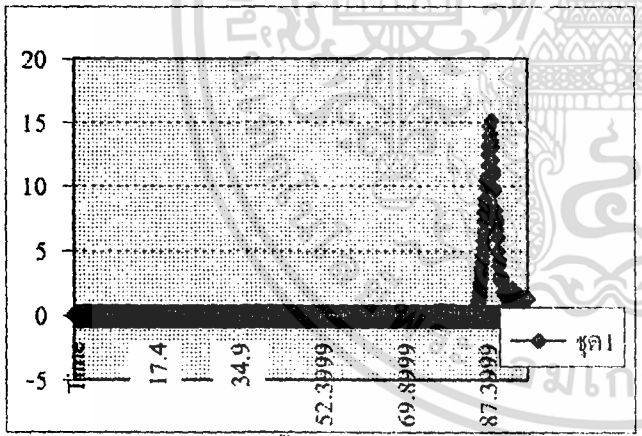

15
10
5
0
Time
17.2
34.5
51.7999
69.0999
86.3999
ชุด1
ครั้งที่ 1
15
10
5
0
Time
15.2
30.5
45.7999
61.0999
76.3999
ชุด1
ครั้งที่ 2
20
15
10
5
0
Time
18
36.0999
54.1999
72.2999
90.3999
ชุด1
ครั้งที่ 3
20
15
10
5
0
Time
15.6
31.3
46.9999
62.6999
78.3999
ชุด1
ครั้งที่ 4



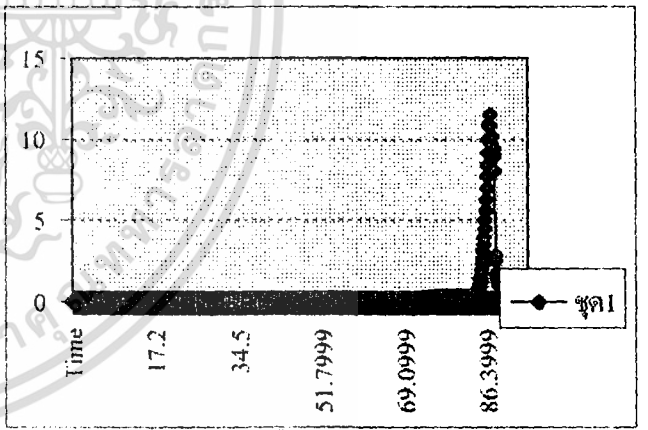
ครั้งที่ 1



ครั้งที่ 2



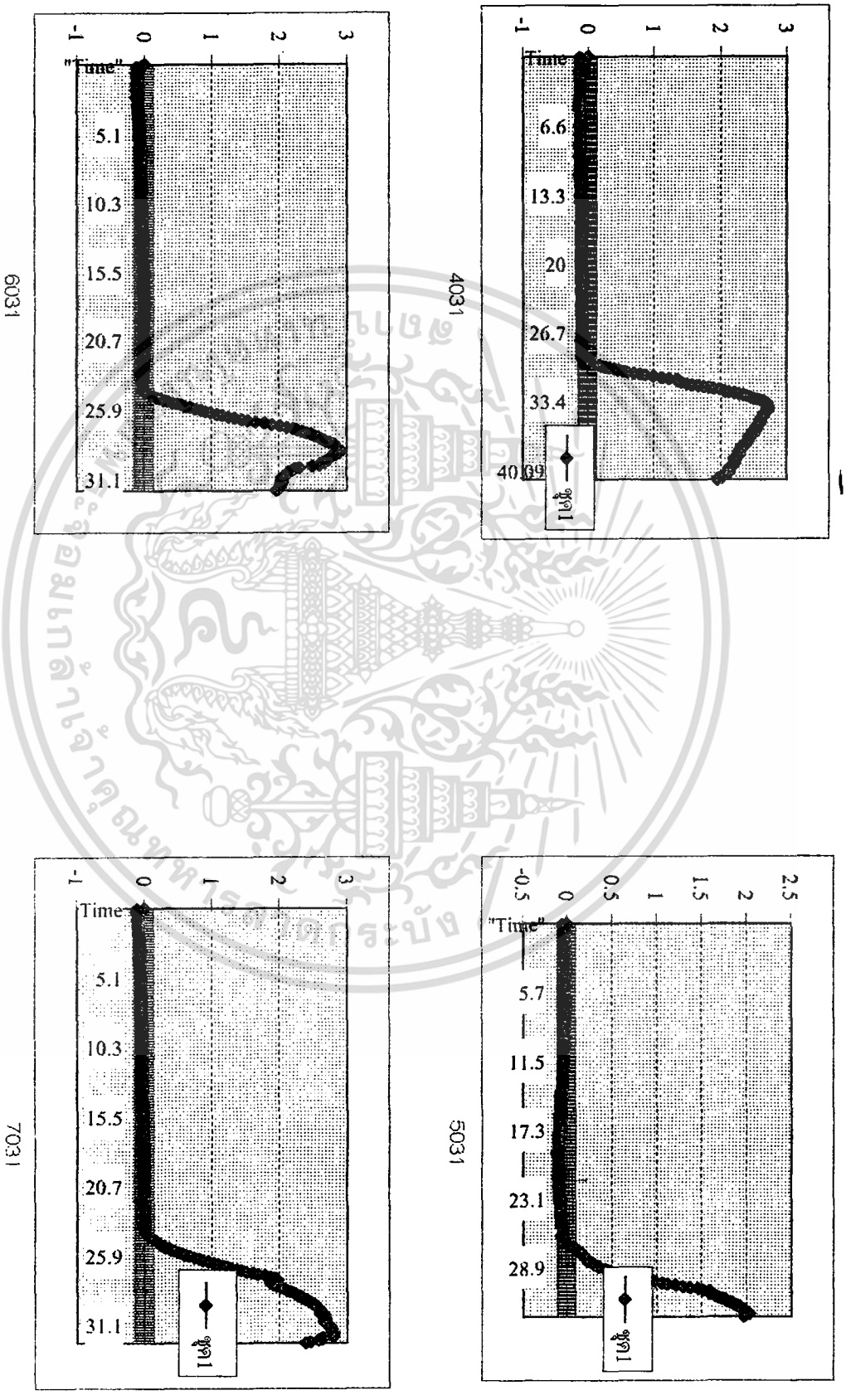
ครั้งที่ 3



ครั้งที่ 4

รูปภาคผนวกที่ 7 กราฟแสดงความต้านทานแรงกดที่ทำให้ฉาดที่ย่อยลายได้จากเปลือกข้าวโพดเสียรูป ด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT (ครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


4031
Time
6.6
13.3
20
26.7
33.4
40.09
ชุด1
6031
"Time"
5.1
10.3
15.5
20.7
25.9
31.1
5031
"Time"
5.7
11.5
17.3
23.1
28.9
ชุด1
7031
Time
5.1
10.3
15.5
20.7
25.9
31.1
ชุด1

4041

5041

6041

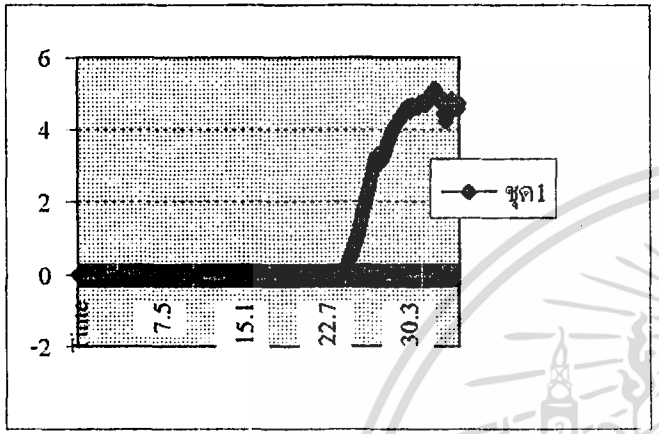
7041

4042

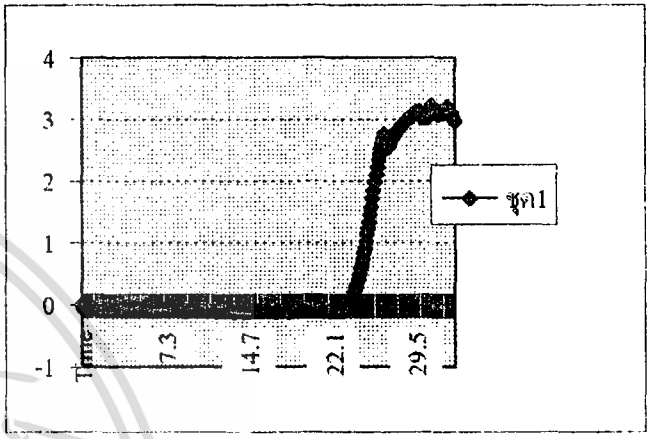
5042

6042

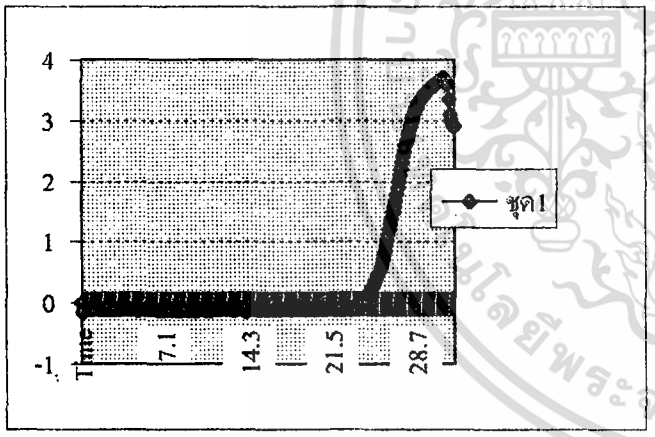
7042



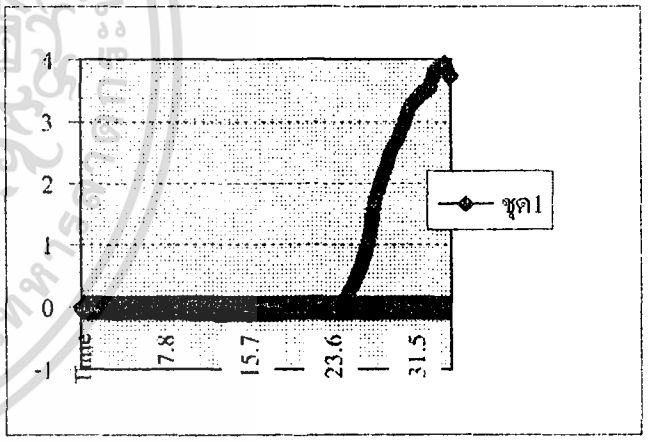
4032



5032



6032



7032

รูปภาคผนวกที่ 8 กราฟแสดงความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดที่ย่อยสลายได้จากเปลือกข้าวโพดเสียรูป ด้วยเครื่องKMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT (ครั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4031

5031

6031

7031

4032

5032

F2e

6032

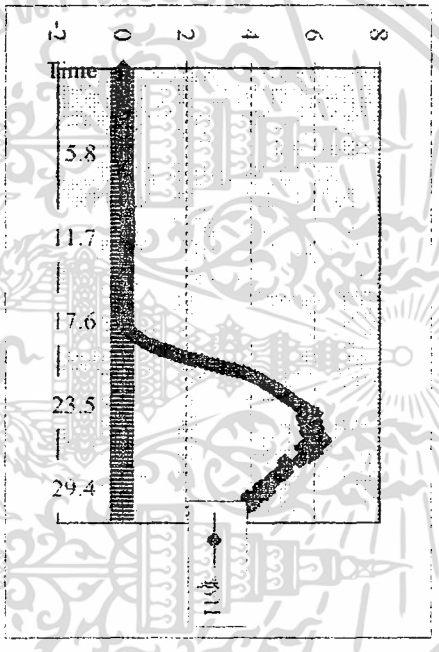
7032

4032

5032

6032

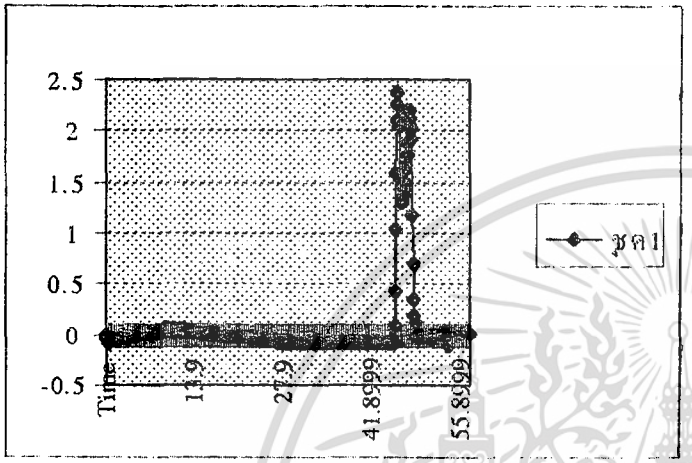
7032


-2
0
2
4
6
8
Time
5.8
11.7
17.6
23.5
29.4
11.8

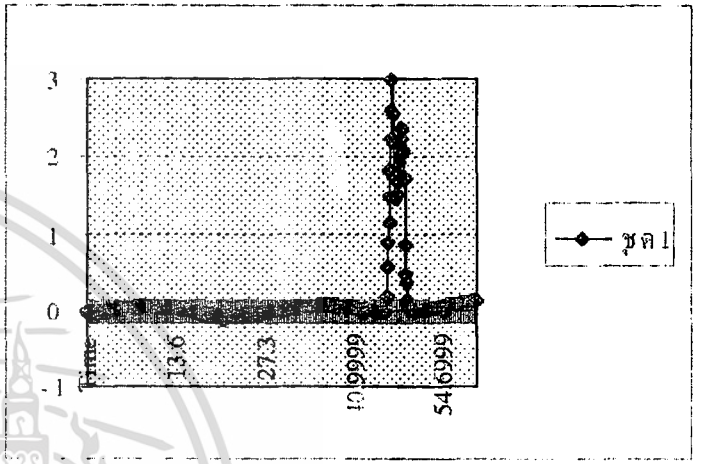
รูปภาคผนวกที่ 9 กราฟแสดงความต้านทานแรงทิ่มทะลุของถาดโฟม
ด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

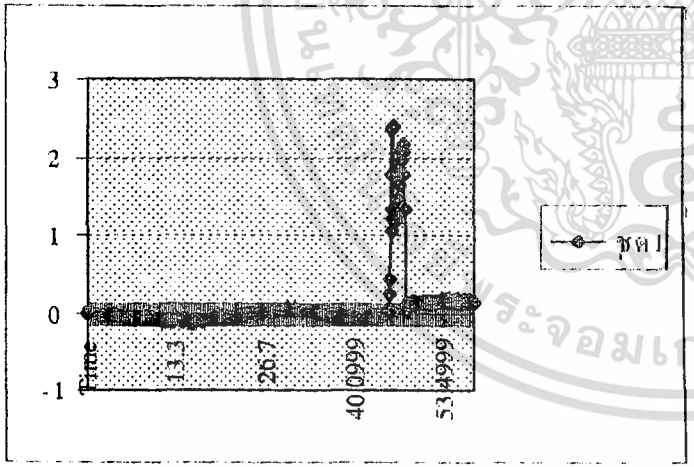
ถาดที่ 1



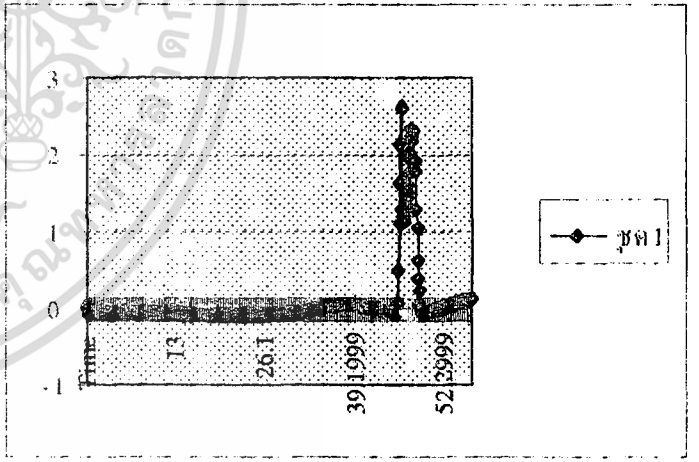
ครั้งที่ 1



ครั้งที่ 2



ครั้งที่ 3



ครั้งที่ 4

ถาดที่ 2

ครั้งที่ 1

ครั้งที่ 2

ครั้งที่ 3

ครั้งที่ 4

ภาคที่ 3

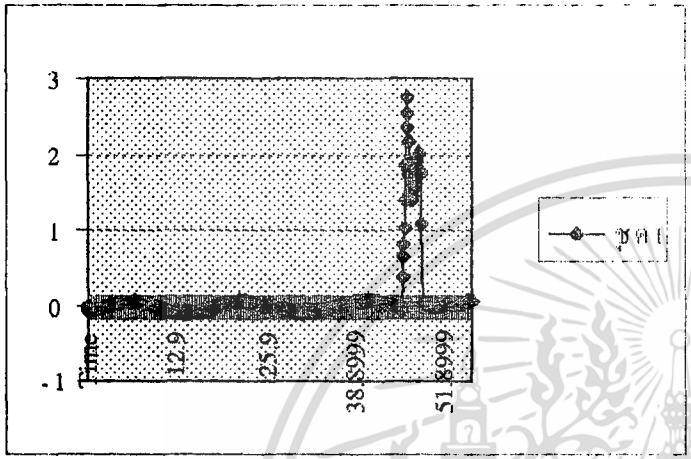
ครั้งที่ 1

ครั้งที่ 2

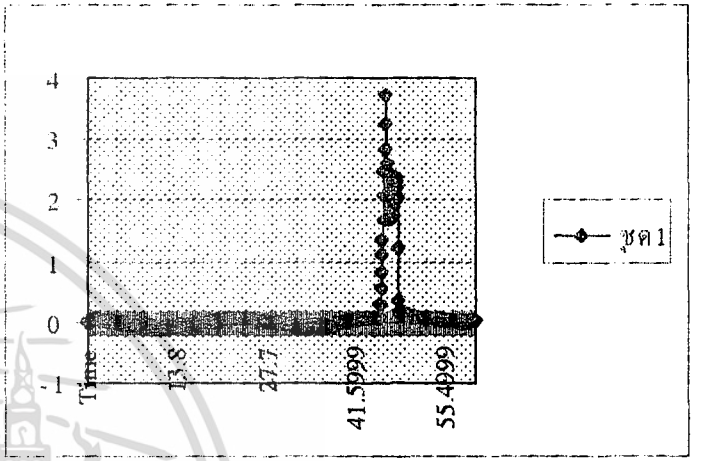
ครั้งที่ 3

ครั้งที่ 4

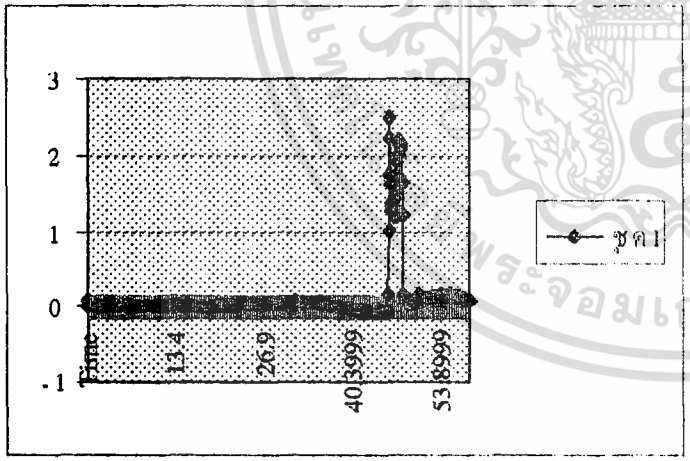
ถาดที่ 4



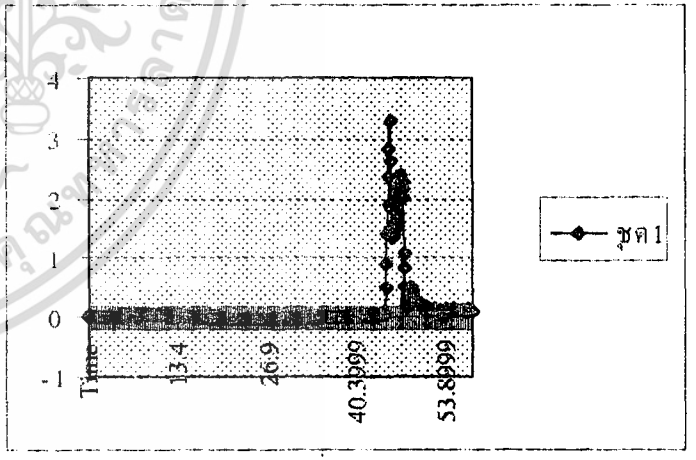
ครั้งที่ 1



ครั้งที่ 2

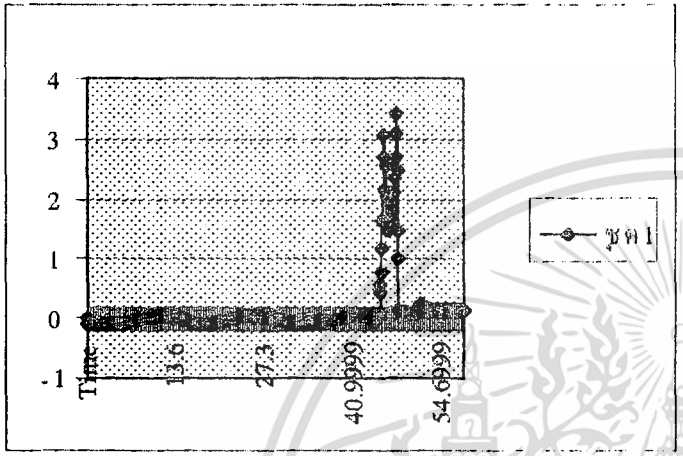


ครั้งที่ 3

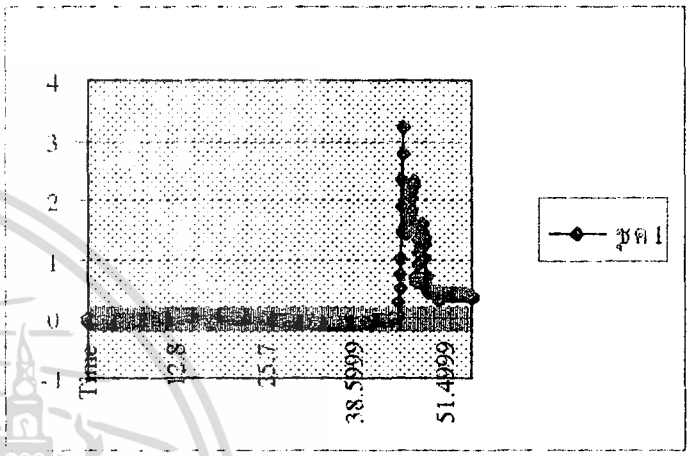


ครั้งที่ 4

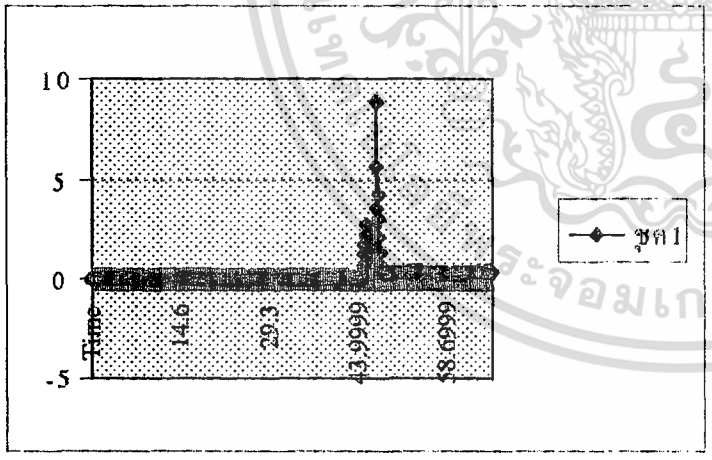
ถาดที่ 5



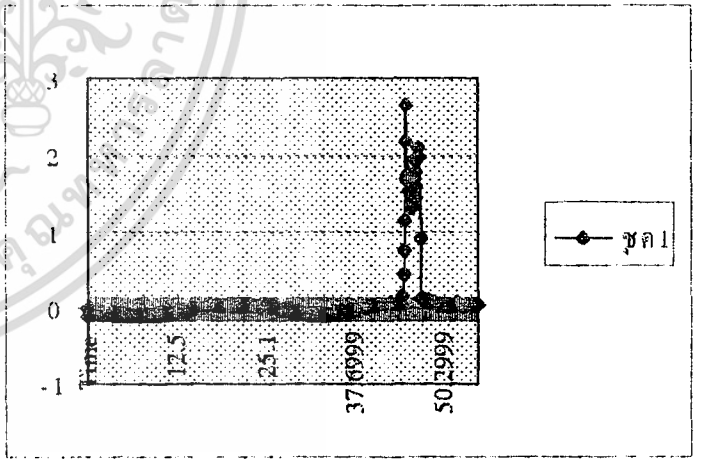
ครั้งที่ 1



ครั้งที่ 2



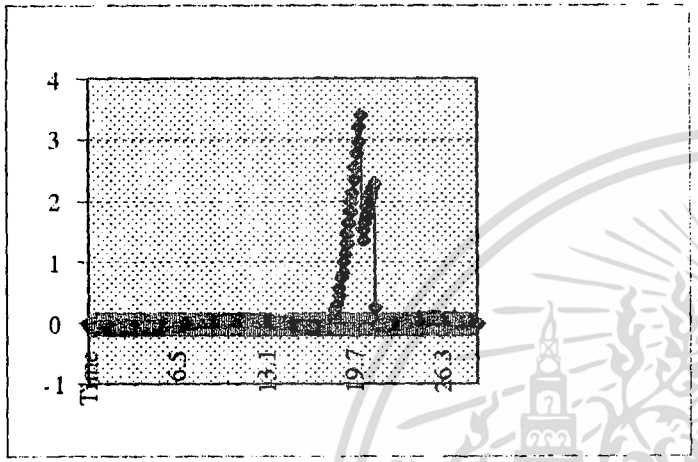
ครั้งที่ 3



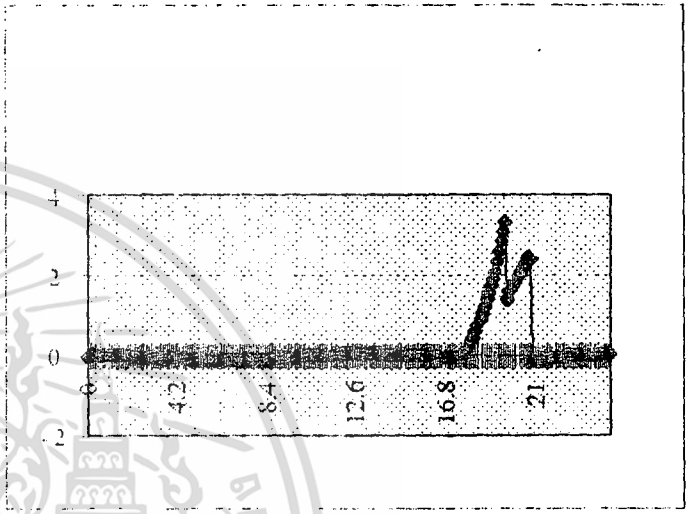
ครั้งที่ 4

รูปภาคผนวกที่ 10 กราฟแสดงความต้านทานแรงกดที่ทำให้ถาดโฟมเสียรูป ด้วยเครื่อง KMITL FOOD TEXTURE MEASURING INSTRUMENT

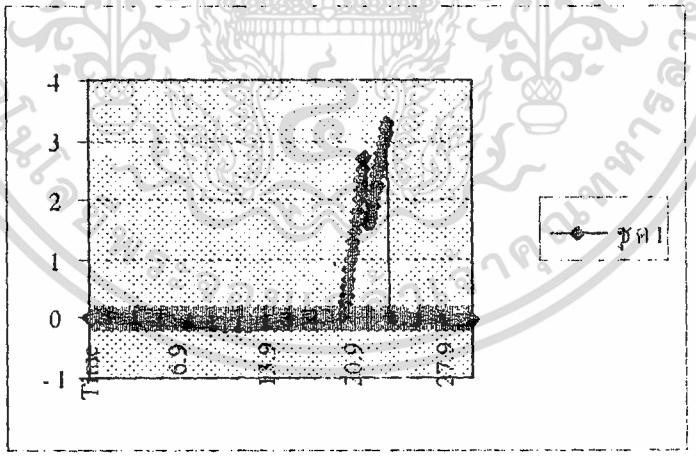
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



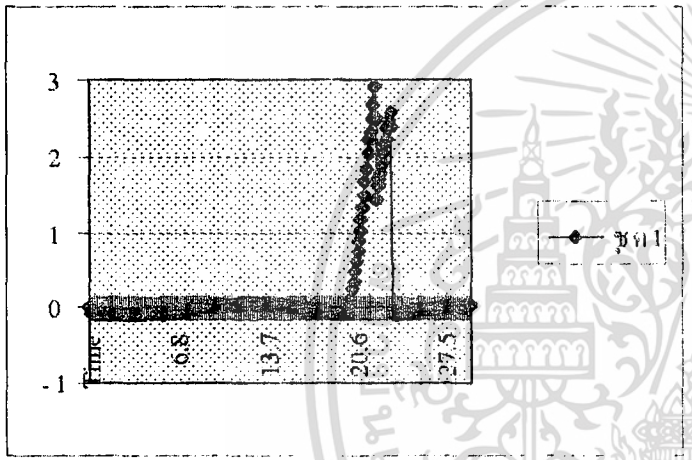
ภาคที่ 1



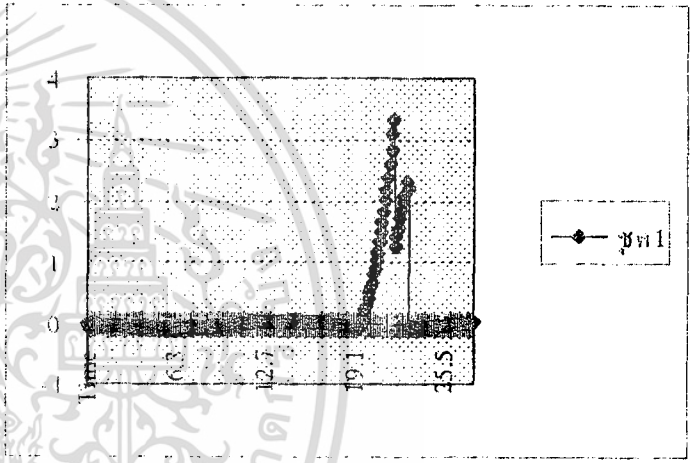
ภาคที่ 2



ภาคที่ 3



ภาคที่ 4



ภาคที่ 5

ประวัติผู้เขียน

นางสาวฐิฏิมา ช้างทอง เกิดวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2517 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสุรนารีวิทยา เมื่อปีพุทธศักราช 2535

นางสาวพรรณี ประสารชัยมนตรี เกิดวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสาธิตสถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา (สาธิตวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยาเดิม) เมื่อปีพุทธศักราช 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้