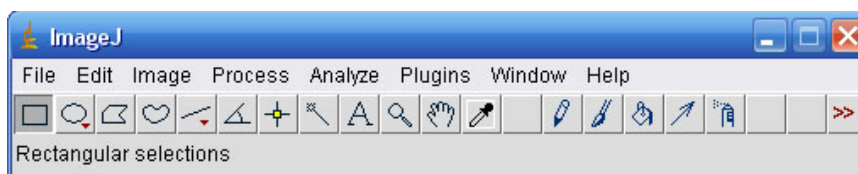


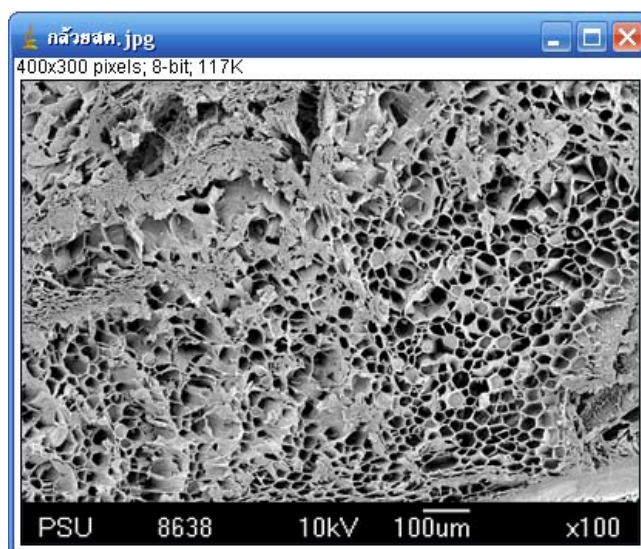
ภาคผนวก ก. วิธีการใช้โปรแกรม ImageJ

การวิเคราะห์ขนาดและการกระจายตัวของรูพรุนโดยใช้โปรแกรม ImageJ

1. เปิดโปรแกรม ImageJ (ดังภาพประกอบ ก.1) จากนั้นเปิดภาพที่ต้องการวิเคราะห์โดยไปที่ File > Open ตัวอย่างภาพที่ใช้วิเคราะห์ ดังแสดงในภาพประกอบ ก.2



ภาพประกอบ ก.1 โปรแกรม ImageJ

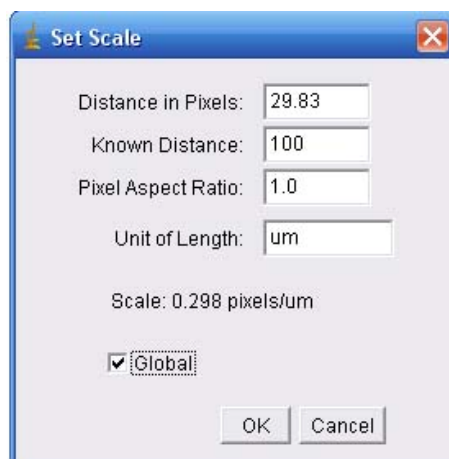


ภาพประกอบ ก.2 ตัวอย่างภาพที่ต้องการวิเคราะห์

2. การ Set Scale เพื่อเทียบอัตราส่วนของขนาดภาพ โดยใช้เครื่องมือ Magnifying glass เพื่อขยายภาพ จากนั้นใช้เครื่องมือ Straight line selection คลิกลากทับเส้นขนาด 100 μm (ดังภาพประกอบ ก.3) จากนั้นไปที่ Analyze > Set Scale ใส่ค่า Known Distance: 100 ใส่หน่วย Unit of Length: μm (ใช้ μm แทน μm) จากนั้นคลิกเลือก Global แล้วกด OK (ดังภาพประกอบ ก.4)

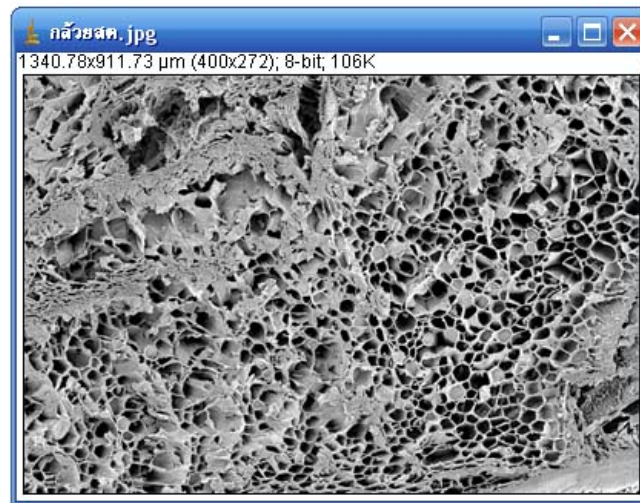


ภาพประกอบ ก.3 ภาพหลังการขยายและการคลิกลากเพื่อ Set Scale



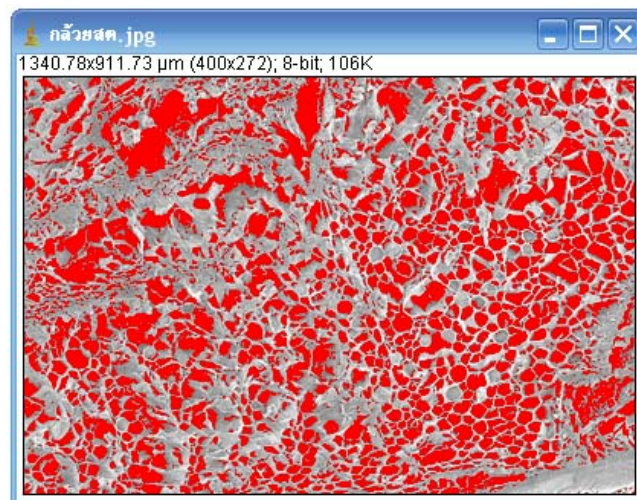
ภาพประกอบ ก.4 การเซตค่าเพื่อ Set Scale

3. เลือกส่วนของภาพเฉพาะที่ต้องการ โดยใช้เครื่องมือ Rectangular Selections คลิกลากเลือกเฉพาะส่วนที่ต้องการ จากนั้นไปที่ Image > Crop ก็จะได้ภาพดังแสดงในภาพประกอบ ก.5 จากนั้นเลือกชนิดของภาพ โดยไปที่ Image > Type > 8-bit

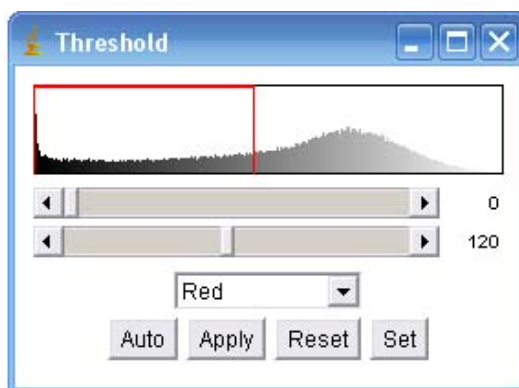


ภาพประกอบ ก.5 ภาพที่แสดงเฉพาะส่วนที่ต้องการวิเคราะห์

4. เลือกพื้นที่รูพรุนที่ต้องการวัดขนาด โดยไปที่ Image > Adjust > Threshold จะได้ภาพดังภาพประกอบ ก.6 เซตค่า Threshold เป็น 0-120 ดังภาพประกอบ ก.7

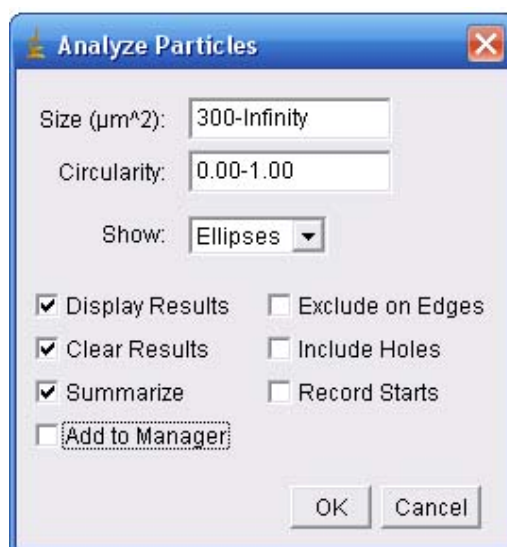


ภาพประกอบ ก.6 ภาพที่ผ่านการเลือกพื้นที่ที่ต้องการวัดขนาด

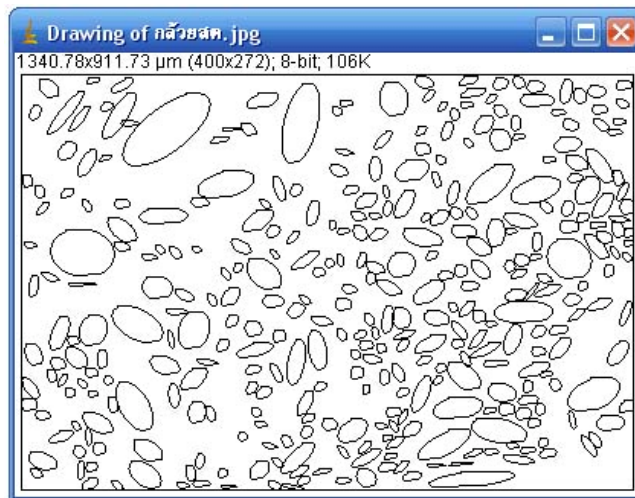


ภาพประกอบ ก.7 การเซตค่า Threshold

5. เลือกการวิเคราะห์ โดยไปที่ Analyze > Analyze Particles เซตค่าและคลิกเลือกตั้ง ภาพประกอบ ก.8 จากนั้นกด OK ก็จะได้ข้อมูลที่ต้องการและภาพ Drawing (ตั้งภาพประกอบ ก.9)



ภาพประกอบ ก.8 การเซตค่าการวิเคราะห์และข้อมูลที่ต้องการ



ภาพประกอบ ก.9 ภาพ Drawing ที่ได้หลังจากการวิเคราะห์

ภาคผนวก ข. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส แบบ Hedonic Scale

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส
HEDONIC SCALE SCORING TEST
PREFERENCE

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....

วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์.....ชุดที่.....

คำชี้แจง โปรดทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ และให้ระดับความชอบและไม่ชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่าง ใช้สเกลที่เหมาะสมเพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใด?

ท่านเป็นผู้ทดสอบผู้หนึ่งที่สามารถบอกว่าคุณชอบผลิตภัณฑ์ใด? ในระดับความชอบอย่างไร? การแสดงความรู้สึกของท่านอย่างแท้จริงจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการทดลองครั้งนี้ โดยกำหนดให้

7 = ชอบมากที่สุด 6 = ชอบมาก 5 = ชอบน้อยที่สุด 4 = เฉย ๆ
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คะแนนความชอบของตัวอย่าง

ปัจจัย	..(A)..	..(B)..	..(C)..	..(D)..
สี
ผิวสัมผัส
รสชาติ
ความกรอบ
การยอมรับรวม

ข้อเสนอแนะ

.....

ภาคผนวก ค. องค์ประกอบทางเคมีของกล้วยสด

ตาราง ค.1 องค์ประกอบทางเคมีของกล้วยสด

Nutrient	Units	Value per 100 grams	Std. Error
Water	g	74.91	0.29
Energy	kcal	89	-
Energy	kJ	371	-
Protein	g	1.09	0.02
Total lipid (fat)	g	0.33	0.07
Ash	g	0.82	0.03
Carbohydrate, by difference	g	22.84	-
Fiber, total dietary	g	2.6	0.13
Sugars, total	g	12.23	1.03
Sucrose	g	2.39	0.55
Glucose (dextrose)	g	4.98	0.81
Fructose	g	4.85	0.66
Lactose	g	0	0
Maltose	g	0.01	0.014
Galactose	g	0	0
Starch	g	5.38	0.56
Calcium, Ca	mg	5	0.05
Iron, Fe	mg	0.26	0.001
Magnesium, Mg	mg	27	0.48

ที่มา : http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl

ตาราง ค.1 (ต่อ) องค์ประกอบทางเคมีของกล้วยสด

Nutrient	Units	Value per 100 grams	Std. Error
Potassium, K	mg	358	1.91
Sodium, Na	mg	1	0.39
Zinc, Zn	mg	0.15	0.001
Copper, Cu	mg	0.078	0.011
Manganese, Mn	mg	0.27	0.007
Fluoride, F	mcg	2.2	-
Selenium, Se	mcg	1	0.289
Vitamin C, total ascorbic acid	mg	8.7	0.434
Thiamin	mg	0.031	0.006
Riboflavin	mg	0.073	0.008
Niacin	mg	0.67	0.002
Pantothenic acid	mg	0.33	0.01
Vitamin B-6	mg	0.37	0.01
Folate, total	mcg	20.00	0.47
Folic acid	mcg	0	-
Folate, food	mcg	20.00	0.47
Folate, DFE	mcg_DFE	20.00	-
Choline, total	mg	9.80	-
Betaine	mg	0.10	-
Vitamin B-12	mcg	0	-
Vitamin B-12, added	mcg	0	-

ที่มา : http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl

ตาราง ค.1 (ต่อ) องค์ประกอบทางเคมีของกล้วยสด

Nutrient	Units	Value per 100 grams	Std. Error
Vitamin A, RAE	mcg_RAE	3	-
Retinol	mcg	0	-
Vitamin E (alpha-tocopherol)	mg	0.1	0.05
Vitamin E, added	mg	0	-
Tocopherol, beta	mg	0	0
Tocopherol, gamma	mg	0.02	0.02
Tocopherol, delta	mg	0.01	0.01
Vitamin K (phylloquinone)	mcg	0.5	0.08

ที่มา : http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl

ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล (เสาวลักษณ์, 2540)

การทำปริมาณน้ำตาล (เลนและอินอน)

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml
2. ปิเปต ขนาด 10 และ 50 ml
3. บuret ขนาดความจุ 50 ml
4. ขวดปรับปริมาตรขนาด 250 และ 500 ml
5. เตาให้ความร้อน หรือตะเกียงเบนเสน
6. กระจกกรองเบอร์ 1 และเบอร์ 4
7. สารละลายเฟ-ลิง A และเฟ-ลิง B
8. เมธิลีนบลู เข้มข้นร้อยละ 1
9. สายละลายนิวทรัลเลดอะซิเตท เข้มข้น 45%
10. สารละลายโปตัสเซียมออกซาลาเลท เข้มข้น 22%
11. สารละลายน้ำตาลอินเวอร์ทมาตรฐานเข้มข้น 2.5 mg/ml
12. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล

การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ปริมาณ 50 g ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 ml
2. เติมน้ำ 400 ml
3. ทำให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล
4. ต้มนาน 1 ชั่วโมง มีการคนเป็นครั้งคราว
5. เติมน้ำต้มเพื่อปรับให้มีปริมาตรเท่ากับก่อนต้ม
6. ทำให้เย็น แล้วถ่ายสารละลายลงขวดปรับปริมาตรขนาด 500 ml
7. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น แล้วกรองผ่านกระจกกรองเบอร์ 4
8. ปิเปตสารละลาย 100 ml ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 500 ml
9. เติมนิวทรัลเลดอะซิเตทปริมาณ 2 ml
10. เติมน้ำกลั่น 200 ml
11. ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที
12. เติมนิพแทสเซียมออกซาลาเลท เพื่อตกตะกอนเลดอะซิเตทส่วนเกิน
13. ปรับปริมาตรให้ได้ 500 ml แล้วกรองด้วยกระจกกรองเบอร์ 1

วิธีวิเคราะห์

1. ปรับมาตรฐานสารละลายเฟ-ลิง

- 1.1 ผสมสารละลายเฟ-ลิง A และ B ปริมาณเท่า ๆ กัน
- 1.2 ปิเปตสารละลายเฟ-ลิง (A+B) ปริมาณ 10 ml ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml
- 1.3 เติมน้ำกลั่น 25 ml
- 1.4 ปล่อยสารละลายน้ำตาลอินเวอร์ทมาตรฐานจากบูเรตต์ลงในขวดที่บรรจุสารละลายเฟ-ลิง ในปริมาณ 18-19 ml
- 1.5 ให้ความร้อนจนสารละลายในขวดเดือดนาน 2 นาที
- 1.6 เติมเมธิลีนบลู 1-2 หยด
- 1.7 ตีเทรทด้วยสารละลายน้ำตาลอินเวอร์ทมาตรฐาน จนสีของเมธิลีนบลูหายไปควรใช้เวลาในการตีเทรทให้เสร็จ ภายใน 3 นาที
- 1.8 บันทึกปริมาตรของสารละลายน้ำตาลอินเวอร์ทมาตรฐานที่รีดิทซ์สารละลายเฟ-ลิง ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งควรเป็น 20.37 ± 0.05 ml

2. หาปริมาณน้ำตาลรีดิทซ์

2.1 การตีเทรทเบื้องต้น

- ปิเปตสารละลายเฟ-ลิง (A+B) 10 ml ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml
- เติมน้ำกลั่น 50 ml
- บรรจุสารละลายใสของตัวอย่างลงในบูเรตต์
- ปล่อยสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจากบูเรตต์ลงในสารละลายเฟ-ลิง ด้วยปริมาณที่คาดว่าเพียงพอจะรีดิทซ์สารละลายเฟ-ลิงได้เกือบสมบูรณ์
- ผสมและให้ความร้อนจนสารละลายเดือดเป็นเวลา 15 วินาที
- ถ้าสารละลายยังคงเป็นสีน้ำเงิน ให้เติมสารละลายน้ำตาลอีก 2-3 ml
- ต้มให้เดือด 2-3 วินาที
- ทำเช่นนี้จนได้สารละลายเป็นสีน้ำเงินจาง
- เติมเมธิลีนบลู 1-2 หยด
- ตีเทรทด้วยสารละลายน้ำตาลเติม จนกระทั่งสีของเมธิลีนบลูหายไป
- ทำซ้ำหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้มีความแม่นยำมากขึ้น และใช้เวลาในการให้ความร้อนทั้งหมดไม่เกิน 3 นาที

2.2 การตีเทรทมาตรฐาน

- ปิเปตสารละลายเฟ-ลิง (A+B) มา 10 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml
- บรรจุสารละลายน้ำตาลตัวอย่างลงในบูเรตต์ขนาด 50 ml

- ปล่อยสารละลายน้ำตาลจากบูเรตต์ลงในสารละลายเฟ-ลิง ด้วยปริมาณที่ทราบจากการตีเทรทเบื้องต้น ให้เหลือปริมาณสารละลายน้ำตาลที่จะรีติวซ์สารละลายเฟ-ลิงจนสมบูรณ์นั้นเพียง 0.5-1.0 ml
- ผสมให้สารละลายน้ำตาลรวมกับสารละลายเฟ-ลิง
- ให้ความร้อนจนเดือดปานกลางเป็นเวลา 2 นาที
- เติมเมธิลีนบลู 3 หยด โดยระวังไม่ให้เปื้อนด้านข้างขวด
- ติเตรทจนถึงจุดยุติภายใน 1 นาที โดยการปล่อยให้สารละลายน้ำตาลหยุดด้วยอัตรา 2-3 หยด ต่อช่วงเวลา 5-10 วินาที จนกระทั่งสีของเมธิลีนบลูจางหายไป และจะสังเกตเห็นตะกอนสีแดงอิฐ
- บันทึกปริมาตรสารละลายน้ำตาลตัวอย่างที่ใช้ไปทั้งหมด
- คำนวณหาปริมาณน้ำตาลรีติวซ์

3. หาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

- 3.1 ปิเปตสารละลายไซของน้ำตาลตัวอย่าง 50 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml
- 3.2 เติมกรดไฮโดรคลอริก 5 ml
- 3.3 เติมน้ำกลั่น 50 ml
- 3.4 ต้มให้เดือดเบาๆ เป็นเวลา 10 นาที
- 3.5 ทำให้เย็น
- 3.6 ถ่ายสารละลายลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 ml
- 3.7 ทำให้สารละลายเป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
- 3.8 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 250 ml
- 3.9 ติเตรทหาปริมาณน้ำตาลเช่นเดียวกับวิธีติเตรทหาปริมาณน้ำตาลรีติวซ์
- 3.10 คำนวณหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

การเตรียมสารละลาย

1. การเตรียมสารละลาย เฟ-ลิง A

- ชั่งคอปเปอร์ซัลเฟต เพนตาไฮเดรต หนัก 69.28 g
- ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร
- กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4

2. การเตรียมสารละลาย เฟ-ลิง B

- ชั่งโพแทสเซียมโซเดียมทาทเรตเตตราไฮเดรต หนัก 346 g
- ละลายในน้ำกลั่น
- เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 100 g
- ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร

3. การเตรียมสารละลายน้ำตาลอินเวอร์ท์มาตรฐาน

- ชั่งน้ำตาลซูโครส เกรดวิเคราะห์ให้ได้น้ำหนักแน่นอน 9.5 g ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1 ลิตร
- เติมน้ำกลั่น 100 ml
- เติมกรดเกลือเข้มข้น 5 ml
- ตั้งไว้เป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิ 20-25°C
- ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร
- ปิเปตสารละลายข้างต้นมา 25 ml ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 ml
- เติมน้ำกลั่น 50 ml
- เติมฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด
- ทำให้เป็นกลางด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 20% จนกระทั่งสารละลายเป็นสีชมพู
- ทำให้เป็นกรดด้วยกรดเกลือเข้มข้น 1 นอร์มอล โดยหยดกรดลงไปทีละหยด จนสีชมพูของสารละลายหายไป
- ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 ml
- สารละลายน้ำตาลอินเวอร์ท์นี้เข้มข้น 2.5 mg/ml

หรือ

- ชั่งน้ำตาลกลูโคสบริสุทธิ์หนัก 250 mg
- ละลายในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml

ภาคผนวก จ. ใบรายงานผลการวิเคราะห์

1. การทดสอบ Hardness และ Total sugar ณ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก (ADCET)
2. การทดสอบ Scanning Electron Microscope (SEM) ณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาคผนวก ฉ. บทความการประชุมทางวิชาการ

1. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 4 8-9 ธันวาคม 2548
2. International Conference on Modeling in Chemical and Biological Engineering Sciences ณ โรงแรมรามารการ์เด็นส์ ถ.วิภาวดี กรุงเทพฯ 26-27 ตุลาคม 2549