

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	
การทดสอบเพื่อศึกษาคุณสมบัติของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50	15
การออกแบบและสร้างเครื่อง	23
การทดสอบหาความต้องการกำลังในการทำงานของเครื่องตัดฟิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	31
การทดสอบหาความสามารถในการทำงานของเครื่องตัดฟิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	39
การทดสอบค่าความหวานและสีของน้ำอ้อยที่ผ่านการตัดฟิวท่อนนำไปคั้นน้ำโดยเปรียบเทียบกับน้ำอ้อยที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีอื่น	43
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	45
สถานที่ทำการวิจัย	47
ระยะเวลาทำการวิจัย	47
ผลและวิจารณ์	48
สรุปและข้อเสนอแนะ	91
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	93
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก (การออกแบบและการคำนวณ)	96
ภาคผนวก ข (การปรับตั้งอุปกรณ์วัดและการคำนวณ)	113
ภาคผนวก ค (ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบและการคำนวณ)	125
ภาคผนวก ง (แบบเครื่องตัดฟิวท่อนอ้อย)	162
ภาคผนวก จ (การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ)	169
ภาคผนวก ฉ (ตารางผนวก)	186
ภาคผนวก ช (เอกสารตีพิมพ์)	191

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	6
2	ลักษณะทางการเกษตร	7
3	ลักษณะทางการเกษตรของอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี 50 กับพันธุ์สิงคโปร์เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุต่าง ๆ กัน ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปี 2535 - 2536	8
4	อัตราการทำงานในการตัดฝัพอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50 ด้วยเครื่องตัดฝัพอ้อยชนิดตัดตามแนวยาวใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง	10
5	อัตราการทำงานปอกเปลือกอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50	11
6	ความเร็วรอบแปรปรวนจากการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า	32
7	ความเร็วรอบของชุดป้อนจากการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า	34
8	ความสัมพันธ์ของความเร็วรอบแปรปรวนและความเร็วรอบชุดป้อนที่ใช้ในการทดลอง	34
9	แสดงค่าความสม่ำเสมอของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50	48
10	แสดงค่าแรงกดตามแนวแกนของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50	49
11	แสดงค่าแรงกดตามแนวรัศมีของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50	51
12	แสดงค่าแรงคัตที่มีชุดรองรับสองข้างของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50	53
13	แสดงค่าความหวานของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 50	55
14	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอ้อยที่ถูกตัดออกหลังผ่านการตัดฝัด้วยเครื่องตัดฝัท่อนอ้อย	57
15	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกตัดออกภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรปรวนและความเร็วรอบชุดแปรปรวนของเครื่องตัดฝัอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	58
16	แสดงเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของอ้อยหลังผ่านการตัดฝัด้วยเครื่องตัดฝัท่อนอ้อย	60
17	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรปรวนและความเร็วรอบชุดแปรปรวนของเครื่องตัดฝัอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	61
18	แสดงความต้องการกำลังของเครื่องตัดฝัท่อนอ้อย	63
19	ค่าเฉลี่ยความต้องการกำลังภายใต้อิทธิพลของความเร็วรอบแปรปรวนและความเร็วรอบชุดแปรปรวนของเครื่องตัดฝัอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	64
20	แสดงขนาดและความสม่ำเสมอของอ้อยที่ใช้ทดสอบ	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	แสดงอัตราการทำงานของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย โดยทำการขัดสองครั้ง	67
22	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขัดออกหลังจากขัดผิวครั้งที่ 2 ภายใต้อิทธิพลของความเร็รรอบแปรงขัดและความเร็รรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	68
23	เวลารวมที่ใช้ในการขัดผิวทั้ง 10 ลำ หลังขัด 2 ครั้ง ภายใต้อิทธิพลของความเร็รรอบแปรงขัดและความเร็รรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	70
24	อัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 1 ภายใต้อิทธิพลของความเร็รรอบแปรงขัดและความเร็รรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	72
25	อัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 2 ภายใต้อิทธิพลของความเร็รรอบแปรงขัดและความเร็รรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	74
26	แสดงเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของอ้อยหลังการขัดผิวด้วยเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย	76
27	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 1 ภายใต้อิทธิพลของความเร็รรอบแปรงขัดและความเร็รรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	78
28	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 2 ภายใต้อิทธิพลของความเร็รรอบแปรงขัด และความเร็รรอบชุดป้อนของเครื่องขัดผิวอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	80
29	แสดงค่าความหวานและค่าสีของน้ำอ้อยชนิดต่าง ๆ	82
30	ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	84
31	จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย	88
ข1	แสดงจำนวนฟริกเซลล์ของรูปสอบเทียบต่าง ๆ จากโปรแกรมหาพื้นที่	123
ค1	ผลการทดสอบหาความต้องการกำลังขับเคลื่อนแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง การทดลองที่ 1 (ความเร็รรอบแปรงขัด 864 รอบ/นาที และความรอบเร็วชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที)	126
ค2	ผลการทดสอบหาความต้องการกำลังขับเคลื่อนแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง การทดลองที่ 2 (ความเร็รรอบแปรงขัด 864 รอบ/นาที และความรอบเร็วชุดป้อน 24.17 รอบ/นาที)	128

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ค12	ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อน้อย แบบป้อนต่อเนื่อง การทดลองที่ 3 (ความเร็วรอบแปรงขีด 864 รอบ/นาที และความรอบเร็วชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที)	148
ค13	ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อน้อย แบบป้อนต่อเนื่อง การทดลองที่ 4 (ความเร็วรอบแปรงขีด 1080 รอบ/นาที และความรอบเร็วชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที)	150
ค14	ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อน้อย แบบป้อนต่อเนื่อง การทดลองที่ 5 (ความเร็วรอบแปรงขีด 1080 รอบ/นาที และความรอบเร็วชุดป้อน 24.17 รอบ/นาที)	152
ค15	ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อน้อย แบบป้อนต่อเนื่อง การทดลองที่ 6 (ความเร็วรอบแปรงขีด 1080 รอบ/นาที และความรอบเร็วชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที)	154
ค16	ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อน้อย แบบป้อนต่อเนื่อง การทดลองที่ 7 (ความเร็วรอบแปรงขีด 1152 รอบ/นาที และความรอบเร็วชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที)	156
ค17	ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อน้อย แบบป้อนต่อเนื่อง การทดลองที่ 8 (ความเร็วรอบแปรงขีด 1152 รอบ/นาที และความรอบเร็วชุดป้อน 24.17 รอบ/นาที)	158
ค18	ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานเครื่องขัดผิวท่อน้อย แบบป้อนต่อเนื่อง การทดลองที่ 9 (ความเร็วรอบแปรงขีด 1152 รอบ/นาที และความรอบเร็วชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที)	160
จ1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหวนของอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณ บุรี 50 ที่ชั้นต่าง ๆ ของอ้อยบริเวณยอดอ้อย, กลางลำอ้อยและโคนอ้อย โดยวัดที่ชั้นนอก ชั้นกลาง และชั้นใน	170
จ2	การวิเคราะห์ความแตกต่างของความหวนของอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณ บุรี 50 ที่ชั้นต่าง ๆ ของอ้อยบริเวณยอดอ้อย, กลางลำอ้อยและโคนอ้อย	170
จ3	การวิเคราะห์ความแตกต่างของความหวนของอ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณ บุรี 50 ที่ชั้นนอก, ชั้นกลางและชั้นใน	171

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
จ4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอ้อยที่ถูกตัดออกหลังการตัดฝัวยุทธที่ความเร็วรอบแปรปรวนและความเร็วรอบชุดป้อนต่าง ๆ	172
จ5	การวิเคราะห์ความแตกต่างเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอ้อยที่ถูกตัดออกหลังการตัดฝัวยุทธที่ความเร็วรอบแปรปรวน 864 รอบ/นาทึ, 1080 รอบ/นาทึ และ 1152 รอบ/นาทึ	172
จ6	การวิเคราะห์ความแตกต่างเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอ้อยที่ถูกตัดออกหลังการตัดฝัวยุทธที่ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาทึ, 24.17 รอบ/นาทึ และ 36.25 รอบ/นาทึ	173
จ7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์ความสะอาดภายที่ความเร็วรอบแปรปรวนและความเร็วรอบชุดป้อนต่าง ๆ	173
จ8	การวิเคราะห์ความแตกต่างเปอร์เซ็นต์ความสะอาดภายที่ความเร็วรอบแปรปรวน 864 รอบ/นาทึ, 1080 รอบ/นาทึ และ 1152 รอบ/นาทึ	174
จ9	การวิเคราะห์ความแตกต่างเปอร์เซ็นต์ความสะอาดภายที่ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาทึ, 24.17 รอบ/นาทึ และ 36.25 รอบ/นาทึ	174
จ10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนความต้องการกำลังที่ความเร็วรอบแปรปรวน และความเร็วรอบชุดป้อนต่าง ๆ	175
จ11	การวิเคราะห์ความแตกต่างความต้องการกำลังที่ความเร็วรอบแปรปรวน 864 รอบ/นาทึ, 1080 รอบ/นาทึ และ 1152 รอบ/นาทึ	175
จ12	การวิเคราะห์ความแตกต่างความต้องการกำลังที่ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาทึ, 24.17 รอบ/นาทึ และ 36.25 รอบ/นาทึ	176
จ13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกตัดออกหลังจากตัดฝัวยุทธครั้งที่ 2 ที่ความเร็วรอบแปรปรวนและความเร็วรอบชุดป้อนต่าง ๆ	177
จ14	การวิเคราะห์ความแตกต่างเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกตัดออกหลังจากตัดฝัวยุทธครั้งที่ 2 ที่ความเร็วรอบแปรปรวน 864 รอบ/นาทึ, 1080 รอบ/นาทึ และ 1152 รอบ/นาทึ	177
จ15	การวิเคราะห์ความแตกต่างเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกตัดออกหลังจากตัดฝัวยุทธครั้งที่ 2 ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาทึ, 24.17 รอบ/นาทึ และ 36.25 รอบ/นาทึ	178

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
จ30	การวิเคราะห์ความแตกต่างเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดผิวครั้งที่ 2 ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 16.11 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 36.25 รอบ/นาที	185
ฉ1	ตัวประกอบความล้า	187
ฉ2	ค่าตัวประกอบใช้งาน	187
ฉ3	ค่าตัวประกอบ k_2	187
ฉ4	ค่าตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลิ่ม	188
ฉ5	ค่าตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_a สำหรับสายพานลิ่ม	188
ฉ6	สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "B" ต่อเส้น PR (kW) สำหรับสายพานยาว $LP=2282$ mm และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	189
ฉ7	สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "A" ต่อเส้น PR (kW) สำหรับสายพานยาว $LP=1732$ mm และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	190

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รูปร่างของปล้อง	4
2	การจัดเรียงของข้อปล้อง	4
3	เครื่องขัดผิวอ้อยท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาวใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง	9
4	เครื่องขัดผิวอ้อยท่อนอ้อยชนิดขัดตามแนวยาวใช้เครื่องยนต์เบนซินเป็นต้นกำลัง	12
5	เครื่องทำความสะอาดอ้อยแบบใช้แปรงลวดรูปถ้วย	12
6	เครื่องทำความสะอาดอ้อยแบบใช้ผ้าทราย	13
7	การวัดความยาวของลำอ้อย	16
8	วิธีการทดสอบหาแรงกดในแนวแกนของท่อนอ้อย	17
9	การวัดความสามารถในการทนแรงกดในแนวแกน	18
10	วิธีการทดสอบหาแรงกดในแนวรัศมีของท่อนอ้อย	19
11	การวัดความสามารถในการทนแรงกดในแนวรัศมี	19
12	วิธีการทดสอบหาแรงดัดในแนวนอนของท่อนอ้อยโดยมีชุดรองรับสองข้าง	20
13	การวัดความสามารถในการทนแรงดัดในแนวนอนโดยมีชุดรองรับสองข้าง	21
14	การวัดค่าความหวานที่ชั้นต่าง ๆ ของลำอ้อย	22
15	แสดงทิศทางการทำงานของชุดป้อนขณะดึงท่อนอ้อยเข้าสู่เครื่องขัดผิว	24
16	แสดงรายละเอียดและลักษณะของลูกกลิ้งเหล็ก	24
17	แสดงชุดป้อนของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	25
18	แสดงทิศทางการทำงานของชุดแปรงขัด	25
19	แสดงชุดแปรงขัดของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	26
20	เครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	27
21	ขนาดมิติและภาพไอโซเมตริกของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	28
22	รายการวัสดุของเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	29
23	การส่งผ่านกำลังของชุดแปรงขัดขณะทดสอบหาความต้องการกำลัง	32
24	แผนผังการถ่ายทอดกำลังของชุดป้อน	33
25	การส่งผ่านกำลังของชุดป้อน	33
26	แผนผังการติดตั้งของอุปกรณ์วัดแรงบิดและความต้องการพลังงานกับเครื่องขัดผิวท่อนอ้อย	35

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	กราฟสอบเทียบระหว่างความเร็วรอบ (รอบ/นาที) และแรงเคลื่อนไฟฟ้า (โวลต์) สำหรับเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยแบบป้อนต่อเนื่อง	37
28	การส่งผ่านกำลังของชุดแปร่งขัดขณะทดสอบหาความสามารถในการทำงาน	39
29	แสดงค่าเฉลี่ยค่าแรงกดตามแนวแกนของอ้อยที่ความยาวท่อนอ้อย 3 ระดับ ในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ	50
30	ดงค่าเฉลี่ยค่าแรงกดตามแนวรัศมีของอ้อยที่บริเวณข้อปล้องและระหว่างข้อปล้อง ในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ	52
31	แสดงค่าเฉลี่ยค่าแรงคัดของอ้อยที่ระยะระหว่างจุดรองรับสองข้าง 3 ระดับ	54
32	แสดงค่าเฉลี่ยความหวานที่บริเวณชั้นต่าง ๆ ของอ้อยในตำแหน่งโคนลำ กลางลำ และยอดลำ	56
33	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขจัดออกจากความเร็วรอบแปร่งขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ	59
34	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดจากความเร็วรอบแปร่งขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ	62
35	แสดงค่าเฉลี่ยความต้องการกำลังจากความเร็วรอบแปร่งขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ	65
36	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ถูกขจัดออกหลังการขัดผิว 2 ครั้ง จากความเร็วรอบแปร่งขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ	69
37	แสดงเวลารวมที่ใช้ในการขัดผิว 2 ครั้ง จากความเร็วรอบแปร่งขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ	71
38	แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 1 จากความเร็วรอบแปร่งขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ	73

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
39	แสดงค่าเฉลี่ยอัตราการทำงานหลังการขัดครั้งที่ 2 จากความเร็วรอบแปรปรังขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ	75
40	ลักษณะผิวอ้อยก่อนขัด	77
41	ลักษณะผิวอ้อยหลังผ่านการขัดครั้งที่ 1	77
42	ลักษณะผิวอ้อยหลังผ่านการขัดครั้งที่ 2	77
43	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดครั้งที่ 1 จากความเร็วรอบแปรปรังขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ	79
44	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความสะอาดหลังการขัดครั้งที่ 2 จากความเร็วรอบแปรปรังขัด ที่ความเร็วรอบชุดป้อน 36.25 รอบ/นาที, 24.17 รอบ/นาที และ 16.11 รอบ/นาที ตามลำดับ	81
45	จุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนเมื่อค่ารับจ้างเครื่องขัดผิวท่อนอ้อยเท่ากับ 0.1 – 1.0 บาท/กก.	89
ภาพผนวกที่		
ก1	ทิศทางของแรงที่เกิดจากแรงดึงในล้อยายพาน	106
ก2	ทิศทางของแรงจากน้ำหนักของชุดแปรปรังขัด	106
ก3	แรงที่กระทำกับเพลลาแปรปรังขัด	107
ก4	ทิศทางของแรงที่กระทำกับเพลลาส่งกำลังในระนาบ X-Y	107
ก5	โมเมนต์ดัดที่กระทำกับเพลลาในระนาบ X-Y	108
ก6	ทิศทางของแรงที่กระทำกับเพลลาส่งกำลังในระนาบ X-Z	108
ก7	โมเมนต์ดัดที่กระทำกับเพลลาในระนาบ X-Z	109
ข1	ผลที่ได้จากเครื่อง Analyzing Recorder รุ่น AR-1200	116
ข2	แสดงหน้าปัดของ Dynamic Strain Amplifier รุ่น DPM-713B	117
ข3	Calibration Sheet ของ Torque Transducer รุ่น TP-10KMCB	118
ข4	กราฟสอบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความเร็วรอบ	121

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข5	แสดงภาพสอบเทียบและภาพหลังการลดขนาด	122
ข6	ส่วนแสดงผลของโปรแกรมหาพื้นที่ใบไม้และผิวผล ไม้แบบอัตโนมัติ	123
ข7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่จริงกับจำนวนพิกเซล	124
ข8	แสดงส่วนที่นำค่าที่ได้ไปแทนในตัวโปรแกรม	124