

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(11)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	13
อุปกรณ์	13
วิธีการ	14
การทดสอบ	17
การวิเคราะห์ผลทางวิศวกรรม	21
การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	23
สถานที่ทำการทดลอง	25
ระยะเวลาในการทดสอบ	25
ผลการทดสอบและวิจารณ์	26
สรุปและข้อเสนอแนะ	47
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	49
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก แบบเครื่องคัดขนาดและเครื่องป้อนผลส้มโอ	52
ภาคผนวก ข การคำนวณและออกแบบ	56
ภาคผนวก ค ผลการทดสอบ	65
ภาคผนวก ง การหาความสัมพันธ์ทางกายภาพของผลส้มโอ	168
ภาคผนวก จ ผลงานการทำงานวิจัย	176

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การแบ่งขนาดของผลส้มโอตามมาตรฐานสายพันธุ์	18
2	แสดงลักษณะทางกายภาพของผลส้มโอที่ถูกลำมาทดสอบ	26
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดกับ มุมเอียงสายพานคัดของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	29
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดกับมุมเอียงสายพานคัดของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	30
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมรรถนะการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดกับมุมเอียงสายพานคัดของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	30
6	แสดงค่าความผิดพลาดการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่ความเร็วสายพานคัดขนาดของพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง วิเคราะห์แบบ Duncan	31
7	แสดงค่าความผิดพลาดการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่มุมเอียงสายพานคัดขนาดของพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง วิเคราะห์แบบ Duncan	31
8	แสดงค่าประสิทธิภาพคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดขนาดของพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง วิเคราะห์แบบ Duncan	31
9	แสดงค่าประสิทธิภาพคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่ มุมเอียงสายพานคัดขนาดของพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง วิเคราะห์แบบ Duncan	32
10	แสดงค่าสมรรถนะการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดขนาดของพันธุ์ขาวน้ำผึ้งวิเคราะห์แบบ Duncan	32

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดกับมูมเอียงสายพานคัดของพันธุ์ข้าวน้ำผึ้ง	32
12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดกับมูมเอียงสายพานคัดของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	33
13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดกับมูมเอียงสายพานคัดของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	33
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมรรถนะการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดกับมูมเอียงสายพานคัดของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	34
15	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าความผิดพลาดคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่ความเร็วสายพานคัดกับมูมเอียงสายพานคัดของพันธุ์ขาวทองดี	34
16	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่ความเร็วสายพานคัดกับมูมเอียงสายพานคัดของพันธุ์ขาวทองดี	35
17	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสมรรถนะการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยควบคุมได้แก่ ความเร็วสายพานคัดกับมูมเอียงสายพานคัดของพันธุ์ขาวทองดี	35
18	ค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดในการคัดขนาดเฉลี่ย ($\bar{C}_R$), ประสิทธิภาพการคัดขนาด (E_w), และสมรรถนะการขนาด (Q)	36
19	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ลักษณะการป้อนของผลส้มโอพันธุ์ข้าวน้ำผึ้ง	37

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ลักษณะการป้อนของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	37
21	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมรรถนะการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ลักษณะการป้อนของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	38
22	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความผิดพลาดการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ลักษณะการป้อนของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	38
23	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ลักษณะการป้อนของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	38
24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมรรถนะการคัดขนาดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยตัวคุมได้แก่ ลักษณะการป้อนของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	39
25	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดในการคัดขนาดและสมรรถนะการคัดขนาดระหว่างลักษณะการป้อนแบบต่าง ๆ	40
26	ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องคัดขนาดผลส้มโอ	42
27	ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องป้อนผลส้มโอ	44
ตารางผนวกที่		
ข1	ข้อมูลขนาดของผลส้มโอแต่ละเบอร์ตามสายพันธุ์	60
ค1	ลักษณะทางกายภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งสำหรับการทดสอบที่ความเร็วสายพาน 4 เมตร/นาที่ มุมเอียงสายพาน 70 องศา	66
ค2	ลักษณะทางกายภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งสำหรับการทดสอบที่ความเร็วสายพาน 4 เมตร/นาที่ มุมเอียงสายพาน 75 องศา	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค28 ลักษณะทางกายภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดีสำหรับการทดสอบที่ ลักษณะการป้อนแบบหยงข้าวผล	93
ค29 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 4 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 70 องศา	94
ค30 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 4 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 75 องศา	96
ค31 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 4 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 80 องศา	98
ค32 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 8 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 70 องศา	100
ค33 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 8 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 75 องศา	102
ค34 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 8 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 80 องศา	104
ค35 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 12 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 70 องศา	106
ค36 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 12 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 75 องศา	108
ค37 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 12 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 80 องศา	110
ค38 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 14.5 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 70 องศา	112
ค39 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 14.5 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 75 องศา	114
ค40 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งที่ความเร็วสายพานคัด 14.5 เมตร/นาทีและมุมเอียงสายพานคัด 80 องศา	116

สารบัญตาราง (ต่อ)

[illegible]

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค54 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ลักษณะการป้อน แบบหยางข้าวผลที่ความเร็วสายพานคัด 14.5 เมตร/นาที่ และมูมเอียง สายพานคัด 75 องศา	144
ค55 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี ลักษณะการป้อน แบบคว่ำข้าวผลที่ความเร็วสายพานคัด 14.5 เมตร/นาที่ และมูมเอียง สายพานคัด 75 องศา	146
ค56 ผลการทดสอบคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี ลักษณะการป้อน แบบหยางข้าวผลที่ความเร็วสายพานคัด 14.5 เมตร/นาที่ และมูมเอียง สายพานคัด 75 องศา	148
ค57 ค่าความผิดพลาดในการคัดขนาดของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	150
ค58 ประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	152
ค59 ค่าสมรรถนะของเครื่องคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	154
ค60 ค่าความผิดพลาดในการคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	156
ค61 ประสิทธิภาพของเครื่องคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	158
ค62 ค่าสมรรถนะของเครื่องคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	160
ค63 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดขนาด ค่าความผิดพลาด ในการคัดขนาดและสมรรถนะการคัดขนาด ที่ความเร็วของ สายพานคัด 14.5 เมตร/นาที่ กับมูมเอียงสายพาน 75 องศา ของลักษณะการป้อนผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	162
ค64 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดขนาด ค่าความผิดพลาด ในการคัดขนาดและสมรรถนะการคัดขนาด ที่ความเร็วของ สายพานคัด 14.5 เมตร/นาที่ กับมูมเอียงสายพาน 75 องศา ของลักษณะการป้อนผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	163
ค65 ผลการทดสอบการคัดขนาดผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งและพันธุ์ขาวทองดี ที่ความเร็วของสายพานคัด 14.5 เมตร/นาที่ มูมเอียงสายพานคัด 75 องศา ลักษณะการป้อนแบบป้อนด้วยเครื่องป้อน	164

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค66 ลักษณะทางกายภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง สำหรับการทดสอบหาความกลม (Sphericity)	165
ค67 ลักษณะทางกายภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี สำหรับการทดสอบหาความกลม (Sphericity)	166
ง1 ลักษณะทางกายภาพของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งสำหรับการทดสอบหา ความสัมพันธ์กับระยะเวลาเก็บรักษา	174

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะการคัดขนาด	4
2	เครื่องคัดขนาดแบบสายพานลำเลียงเจาะรู	5
3	เครื่องคัดขนาดแบบสายพานและแผ่นกั้น	6
4	เครื่องคัดขนาดแบบ Rotary Greefa	6
5	เครื่องคัดขนาดแบบสายพานและลูกกลิ้ง	7
6	เครื่องคัดขนาดผลมันฝรั่งแบบสายพานและลูกกลิ้ง	7
7	เครื่องคัดขนาดแบบลูกกลิ้งแกนหลอดด้าย	8
8	เครื่องคัดขนาดแบบสายพานบานออก	9
9	เครื่องคัดขนาดผลส้มโอแบบสายพานบานออก	9
10	เครื่องคัดขนาดทุเรียนระบบไหลดเซลล์	11
11	เครื่องคัดขนาดระบบแปรรูปภาพ	12
12	ไดอะแกรมเครื่องคัดขนาดและเครื่องป้อนผลส้มโอ	16
13	โครงสร้างทั่วไปของเครื่องคัดขนาดผลส้มโอ	28
14	การปรับตั้งช่องคัดขนาดด้านหน้าเครื่อง	28
15	การปรับตั้งช่องคัดขนาดด้านท้ายเครื่อง	28
16	การปรับมุมเอียงของสายพานคัดขนาด	29
17	ลักษณะการป้อนผลส้มโอแบบคว่ำหัวและหงายหัวผล	35
18	ผลส้มโอที่มีลักษณะรูปร่างผลบิดเบี้ยว	36
19	เครื่องคัดขนาดผลส้มโอและเครื่องป้อน	40
20	โครงสร้างทั่วไปของเครื่องคัดขนาดและเครื่องป้อนผลส้มโอ	41
21	โครงสร้างทั่วไปของเครื่องป้อนผลส้มโอแบบจานป้อน	41
ภาพผนวกที่		
ก1	ไดอะแกรมภาพด้านต่าง ๆ ของเครื่องคัดขนาดผลส้มโอ	
	แบบสายพานบานออก	53
ก2	ไดอะแกรมภาพด้านต่าง ๆ ของเครื่องป้อนผลส้มโอแบบจานป้อน	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก3	ไดอะแกรมภาพด้านต่าง ๆ ของเครื่องคัดขนาดและเครื่องป้อนผลส้มโอ	55
ข1	ระยะห่างของผลส้มโอในระบบลำเลียง	57
ข2	แผนภาพการออกแบบเครื่องคัดขนาดผลส้มโอแบบสายพานบานออก	60
ข3	แสดงระยะทางที่ผลส้มโอตกหลังผ่านการคัดขนาด	63
ง1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางกับน้ำหนักของ ผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	169
ง2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงกับน้ำหนักของ ผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	169
ง3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงกับเส้นผ่านศูนย์กลาง ของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	170
ง4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางกับน้ำหนักของ ผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	170
ง5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงกับน้ำหนักของ ผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	171
ง6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงกับเส้นผ่านศูนย์กลาง ของผลส้มโอพันธุ์ขาวทองดี	171
ง7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักผลส้มโอกับระยะเวลา	172
ง8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของผลส้มโอกับระยะเวลา	172
ง9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงของผลส้มโอกับระยะเวลา	173