



## บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. **พืชเศรษฐกิจที่สำคัญ**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: [www.doae.go.th](http://www.doae.go.th) (4 สิงหาคม 2554).
- กรุง จันท์ศรี และ สมภพ เก้าเอี้ยน. 2545. **การออกแบบและประเมินผลเครื่องคั้นน้ำส้ม**. เชียงใหม่: โครงการงานวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 102 น.
- จุฑามาศ อ่อนนิมิต. 2547. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสวนส้ม**. นนทบุรี: เกษตรสาส์น. 408 น.
- ชนะทิส วรเดชมงคล ฌัฐกานต์ โฆสิตาภา นภดล แขวงนคร และ วสิน สารวิทย์. 2542. **เครื่องคั้นน้ำส้มแบบอัตโนมัติ**. กรุงเทพฯ: โครงการงานวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 126 น.
- ชัยวัฒน์ เผ่าสันทัตพาณิชย์. 2543. **เครื่องคั้นน้ำผลไม้ระดับครัวเรือน**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.doa.go.th/data-agri/machine/mach72.html> (21 กรกฎาคม 2554).
- ชัยวัฒน์ รัตนมิชัยสกุล และ วิสันต์ แก้วมณี. 2546. **การศึกษาและออกแบบโมเดลชุดคั้นน้ำส้มโดยไม่ผ่าผลส้ม**. เชียงใหม่: โครงการงานวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 95 น.
- ทวีภูมิ โคว์ตระกูล ธนศิษฎ์ วงศ์ศิริอำนวย และ มิละคา เดือนมุลแสน. 2541. **เครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติ**. เชียงใหม่: โครงการงานวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 135 น.
- ปราโมทย์ เตชะอำไพ. 2537. **ไฟไนต์เอลิเมนต์ในงานวิศวกรรม**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 253 น.
- เปรมปรี ฌ สงขลา. 2538. **รวมกลยุทธส้ม**. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์. 58 น.
- พาณิชย์ ยศปัญญา. 2542. **คัมภีร์มีอาชีพศาสตร์แห่งส้ม**. กรุงเทพฯ: พิมพ์ศ พรินท์ติ้ง เซ็นเตอร์ จำกัด. 188 น.
- เพียงจันทร์ จริงจิตร. 2546. **การวิเคราะห์ต้นทุนอุตสาหกรรม**. วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต 7(3): 29-37.
- วรศิลป์ วชิประทัตจิตร และ วิชาญ วรณเลิศศรี. 2537. **เครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติ**. เชียงใหม่: โครงการงานวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- วริทธิ์ อิงภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน. 2548. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น. 386 น.
- สินธนา ลีนานุรักษ์. 2542. การแปรรูปผักและผลไม้. เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 98 น.
- เสมอขวัญ ตันติกุล. 2549. การออกแบบสร้างและประเมินผลเครื่องคั้นน้ำส้มแบบจานหมุน. เชียงใหม่: คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 79 น.
- ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี และ สถาพร ว่างฉาย. 2550. SolidWork COSMOSWork ขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น. 278 น.
- Brennan, J.G., J.R. Butter, N.D. Cowell and A.E.V Lily. 1976. **Food Engineering Operations**. London: Applied Science Publisher Lim. p. 112-120
- Nagy, S. and P.E Shaw. 1980. *Processing of Grapefruit and Vegetable Juice Processing Technology*. 3<sup>rd</sup> ed. New York. AVI. Publishing Co.
- Ohta, H. and Hasegawa, S. 1995. Limonoids in Pummelos [(Citrus grandis (L.) Osbeck)]. **J. Food Sci.** 60(6): 1284-1285.
- Shigley, J. E. and C.R. Mischke. 1989. **Mechanical Engineering Design**. Singapore: McGraw-Hill. P.628-635.
- Visvanathan, R., V.V. Sree. And K. R. Swam. 1996. Effect of knife angle and velocity on the energy required to cut cassava tubers. **J. agric. Engng Res.** 64: 99-102.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของผลส้ม

ตารางผนวก 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาของเปลือก และน้ำหนักของส้มเบอร์ 2

ผล	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)			ความหนาของ เปลือกส้ม (มิลลิเมตร)	มวล (กรัม)
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3		
1	48.94	46.80	45.92	2.23	57.722
2	48.02	46.97	43.81	2.43	57.984
3	45.93	46.83	41.85	2.32	56.325
4	45.72	45.72	40.83	2.24	55.923
5	47.43	47.30	46.02	2.35	56.586
6	48.91	46.92	44.92	2.45	57.057
7	45.78	46.95	42.67	2.32	56.483
8	47.82	46.40	43.80	2.45	57.759
9	47.91	47.35	43.00	2.50	58.356
10	47.90	48.80	45.05	2.46	58.253
11	48.03	49.10	44.80	2.45	58.852
12	45.89	46.30	42.75	2.40	57.105
13	46.07	46.75	43.10	2.45	57.501
14	46.31	48.90	44.50	2.55	58.253
15	48.91	49.25	44.90	2.40	58.807
16	45.98	47.55	43.10	2.46	58.908
17	47.92	45.95	44.25	2.48	57.850
18	46.89	46.80	42.10	2.40	58.557
19	49.03	48.90	43.80	2.46	58.855
20	48.64	49.50	44.10	2.45	59.254
21	47.87	46.91	43.56	2.31	57.903
22	45.73	47.93	42.34	2.46	57.846
23	45.65	45.82	41.91	2.52	57.137
24	47.59	47.83	43.81	2.42	58.228
25	48.83	49.71	47.47	2.53	59.064

## ตารางผนวก 1 ต่อ

ผล	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)			ความหนาของ เปลือกส้ม (มิลลิเมตร)	มวล (กรัม)
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3		
26	47.98	45.76	43.56	2.38	57.042
27	45.78	46.35	45.36	2.45	56.944
28	47.89	46.98	43.67	2.21	58.206
29	45.71	48.83	45.31	2.34	57.918
30	48.03	49.12	46.43	2.21	56.924
31	49.92	45.08	42.43	2.43	58.318
32	47.85	45.68	41.32	2.53	59.019
33	48.09	48.93	46.38	2.31	58.210
34	49.52	46.92	44.53	2.41	57.776
35	47.54	49.00	45.25	2.35	59.103
36	48.35	48.75	45.10	2.40	58.121
37	47.57	45.60	41.85	2.50	57.102
38	48.16	49.75	46.00	2.31	58.755
39	44.32	46.65	42.90	2.40	58.358
40	47.93	47.30	43.15	2.50	58.149
41	43.57	48.15	44.20	2.40	58.905
42	47.35	46.53	42.56	2.51	57.493
43	45.67	45.76	43.65	2.45	58.928
44	46.94	47.23	42.91	2.36	56.900
45	47.75	47.53	41.02	2.34	57.626
46	45.96	46.89	40.93	2.21	57.024
47	49.59	46.83	41.94	2.34	58.923
48	48.02	48.95	42.83	2.18	59.925
49	46.54	47.89	43.91	2.45	57.026
50	47.90	49.92	45.67	2.37	58.437

ตารางผนวก 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาของเปลือก และน้ำหนักของส้มเบอร์ 3

ผล	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)			ความหนาของ เปลือกส้ม (มิลลิเมตร)	มวล (กรัม)
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3		
1	53.95	51.73	51.09	2.31	83.641
2	53.03	52.10	49.08	2.58	81.792
3	51.02	51.85	47.10	2.23	78.175
4	50.79	50.66	46.03	2.28	76.757
5	52.48	52.35	51.27	2.26	82.603
6	53.97	52.07	50.23	2.58	81.972
7	50.78	51.97	47.88	2.55	79.155
8	52.83	51.55	49.08	2.46	81.557
9	52.93	52.55	48.31	2.61	81.358
10	52.94	53.96	50.35	2.51	83.300
11	53.07	54.25	50.09	2.55	83.656
12	50.94	51.40	48.02	2.60	79.854
13	51.13	51.90	48.41	2.46	80.602
14	51.40	54.15	49.87	2.65	82.753
15	53.97	54.35	50.18	2.60	83.705
16	51.00	52.71	48.39	2.56	82.002
17	52.98	51.13	49.57	2.69	82.105
18	51.91	51.90	47.36	2.55	80.657
19	54.04	54.06	49.08	2.52	82.653
20	53.65	54.65	49.38	2.49	83.355
21	52.89	51.92	48.78	2.22	81.467
22	50.75	53.09	47.63	2.50	80.186
23	50.67	51.04	47.23	2.40	79.046
24	52.61	52.95	49.08	2.57	82.039
25	53.85	54.94	52.80	2.60	86.531

## ตารางผนวก 2 ต่อ

ผล	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)			ความหนาของ เปลือกส้ม (มิลลิเมตร)	มวล (กรัม)
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3		
26	53.03	50.84	48.82	2.31	80.603
27	50.85	51.50	50.67	2.58	82.304
28	52.92	51.89	48.84	2.23	81.876
29	50.72	53.87	50.54	2.28	83.222
30	53.08	54.03	51.61	2.26	83.355
31	54.94	50.21	47.71	2.58	80.747
32	52.90	50.91	46.66	2.55	80.338
33	53.15	53.94	51.61	2.46	84.599
34	54.56	52.03	49.80	2.61	82.304
35	52.59	54.05	50.50	2.51	84.352
36	53.38	53.85	50.36	2.55	83.224
37	52.59	50.80	47.16	2.60	78.956
38	53.21	54.76	51.23	2.46	84.755
39	49.33	51.75	48.16	2.65	81.256
40	52.94	52.50	48.45	2.60	81.297
41	48.57	53.25	49.45	2.56	83.108
42	52.40	51.74	47.89	2.69	80.050
43	50.71	50.91	48.95	2.55	82.574
44	52.00	52.29	48.17	2.52	79.813
45	52.80	52.57	46.27	2.49	78.644
46	50.96	51.80	46.09	2.22	77.957
47	54.63	51.87	47.18	2.50	80.865
48	53.09	53.83	48.01	2.40	82.752
49	51.59	53.04	49.21	2.57	80.934
50	52.93	54.99	50.92	2.60	84.108

ตารางผนวก 3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความหนาของเปลือก และน้ำหนักของส้มเบอร์ 4

ผล	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)			ความหนาของ เปลือกส้ม (มิลลิเมตร)	มวล (กรัม)
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3		
1	58.88	56.90	53.47	2.58	103.442
2	58.16	57.37	51.53	2.95	102.294
3	56.04	57.10	49.31	2.58	96.271
4	55.73	55.86	48.37	2.58	96.159
5	57.53	57.60	53.48	2.61	100.707
6	59.12	57.38	52.66	2.99	102.273
7	55.80	57.18	50.41	2.86	100.458
8	57.98	56.83	51.39	2.84	100.656
9	58.13	57.86	50.72	3.02	101.455
10	58.10	59.26	52.70	2.91	102.802
11	58.22	59.54	52.49	2.94	103.659
12	56.04	56.67	50.52	2.97	100.855
13	56.28	57.21	50.72	2.87	99.703
14	56.65	59.52	52.27	3.12	102.751
15	59.07	59.63	52.68	2.98	104.704
16	56.16	58.00	50.79	2.95	102.006
17	58.16	56.45	52.08	3.11	103.202
18	57.01	57.16	49.81	2.91	101.155
19	59.20	59.34	51.44	2.90	102.253
20	58.80	59.93	51.72	2.87	102.759
21	57.90	57.14	50.99	2.54	99.564
22	55.91	58.38	49.97	2.89	99.582
23	55.89	56.36	49.41	2.82	96.847
24	57.73	58.22	51.53	2.94	102.538
25	59.08	60.27	55.17	3.03	106.234

## ตารางผนวก 3 ต่อ

ผล	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)			ความหนาของ เปลือกส้ม (มิลลิเมตร)	มวล (กรัม)
	ตำแหน่งที่ 1	ตำแหน่งที่ 2	ตำแหน่งที่ 3		
26	58.11	56.10	51.05	2.67	98.904
27	56.00	56.81	53.10	2.99	102.607
28	57.83	57.06	51.16	2.50	101.073
29	55.76	59.10	52.78	2.61	101.628
30	57.99	59.21	53.96	2.54	102.853
31	60.07	55.49	50.16	2.96	101.246
32	58.13	56.25	48.98	2.99	99.533
33	58.16	59.17	54.06	2.79	105.097
34	59.67	57.30	52.30	2.98	103.309
35	57.64	59.30	52.96	2.86	104.958
36	58.48	59.11	52.81	2.91	103.725
37	57.79	56.11	49.56	3.01	98.951
38	58.22	59.99	53.68	2.79	105.252
39	54.43	57.01	50.71	3.01	102.756
40	58.14	57.80	50.85	3.00	101.296
41	53.67	58.50	51.91	2.91	103.706
42	57.61	57.07	50.37	3.12	100.853
43	55.86	56.21	51.35	2.95	102.571
44	57.06	57.55	50.63	2.88	100.417
45	57.84	57.82	48.72	2.84	99.142
46	55.87	56.96	48.40	2.48	97.054
47	59.67	57.11	49.64	2.84	101.467
48	57.97	59.01	50.53	2.68	103.959
49	56.74	58.34	51.63	2.97	101.137
50	58.00	60.24	53.45	2.95	105.405

ตารางผนวก 4 ผลการทดสอบหาค่าแรงกดอัด

ครั้งที่	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	ระยะห่างของ ชุดกดอัด (มิลลิเมตร)	ตำแหน่งการ วัด	ประสิทธิภาพการค้ำ (เปอร์เซ็นต์)	แรงกดอัด (นิวตัน)
1	2	2	1	97.03±0.21	473.21±0.89
2	2	2	2	97.53±0.23	475.53±0.95
3	2	2	3	96.97±0.19	482.34±1.20
4	2	2.5	1	94.34±0.25	445.17±1.35
5	2	2.5	2	94.22±0.12	446.47±0.98
6	2	2.5	3	95.19±0.16	452.85±1.15
7	2	3	1	91.08±0.31	410.43±1.10
8	2	3	2	91.53±0.22	408.78±1.12
9	2	3	3	91.82±0.24	421.01±0.99
10	3	2	1	96.92±0.28	492.72±0.91
11	3	2	2	97.31±0.22	490.61±1.45
12	3	2	3	97.18±0.26	502.37±1.36
13	3	2.5	1	95.22±0.18	462.02±1.52
14	3	2.5	2	95.98±0.17	465.93±1.42
15	3	2.5	3	95.32±0.12	475.46±1.24
16	3	3	1	91.58±0.19	438.92±1.54
17	3	3	2	91.02±0.14	435.49±0.90
18	3	3	3	92.85±0.24	440.58±1.12
19	4	2	1	95.22±0.26	508.35±1.14
20	4	2	2	95.34±0.27	510.45±1.23
21	4	2	3	94.32±0.18	512.55±1.25

ตาราง 4 ต่อ

ครั้งที่	ขนาดผลสัม (เบอร์)	ระยะห่างของ ชุดกดอัด (มิลลิเมตร)	ตำแหน่งการ วัด	ประสิทธิภาพการคั้น (เปอร์เซ็นต์)	แรงกดอัด (นิวตัน)
22	4	2.5	1	92.07±0.18	480.48±1.02
23	4	2.5	2	92.42±0.12	482.31±1.22
24	4	2.5	3	92.21±0.21	487.67±0.89
25	4	3	1	89.18±0.25	455.32±1.06
26	4	3	2	88.87±0.22	448.04±1.23
27	4	3	3	89.45±0.20	452.11±1.31

ตารางผนวก 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขนาดผลสัมที่มีผลต่อประสิทธิภาพการคั้นและแรงกดอัด

	Source	df	SS	MS	F	Sig.
efficiency	Between Groups	2	38.132	19.066	3.094	.024
	Within Groups	24	147.901	6.163		
	Total	26	186.033			
force	Between Groups	2	5798.274	2899.137	4.209	.027
	Within Groups	24	16532.324	688.847		
	Total	26	22330.598			

**ตารางผนวก 6** การวิเคราะห์ความแปรปรวนระยะห่างของชุดกวดอัดมีผลต่อประสิทธิภาพการค้ำ  
และแรงกวดอัด

	Source	df	SS	MS	F	Sig.
efficiency	Between Groups	2	142.759	71.379	39.587	.000
	Within Groups	24	43.274	1.803		
	Total	26	186.033			
force	Between Groups	2	16073.975	8036.988	30.829	.000
	Within Groups	24	6256.623	260.693		
	Total	26	22330.598			

**ตารางผนวก 7** การวิเคราะห์ความแปรปรวนตำแหน่งการวัดมีผลต่อประสิทธิภาพการค้ำและแรง  
กวดอัด

	Source	df	SS	MS	F	Sig.
efficiency	Between Groups	2	.400	71.379	39.587	.000
	Within Groups	24	185.632	1.803		
	Total	26	186.033			
force	Between Groups	2	283.639	8036.988	30.829	.000
	Within Groups	24	22046.959	260.693		
	Total	26	22330.598			

ตารางผนวก 8 ผลการทดสอบหาค่าแรงที่ใช้ผ่าผลส้ม

ครั้งที่	ความเร็วใบมีด (เมตรต่อวินาที)	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	ตำแหน่ง การวัด	พลังงานสะสมที่ใช้ ในการตัดส้ม (จูล)	แรงที่ใช้ผ่าผล ส้ม (นิวตัน)
1	3.23	2	1	1.45	29.65±0.80
2	3.23	2	2	1.24	26.32±0.64
3	3.23	2	3	1.06	25.34±0.90
4	3.23	3	1	1.79	33.09±0.46
5	3.23	3	2	1.56	29.95±0.72
6	3.23	3	3	1.36	28.77±0.80
7	3.23	4	1	2.07	35.21±0.64
8	3.23	4	2	1.81	31.53±0.82
9	3.23	4	3	1.53	31.02±0.21
10	3.96	2	1	1.38	30.21±0.36
11	3.96	2	2	1.24	26.26±0.52
12	3.96	2	3	1.18	26.34±0.72
13	3.96	3	1	1.74	34.29±0.62
14	3.96	3	2	1.63	31.17±0.58
15	3.96	3	3	1.55	30.81±0.60
16	3.96	4	1	1.99	35.77±0.51
17	3.96	4	2	1.92	33.31±0.52
18	3.96	4	3	1.65	31.34±0.23
19	4.42	2	1	1.32	28.94±0.44
20	4.42	2	2	1.28	27.49±0.90
21	4.42	2	3	1.16	26.98±0.63

ตารางผนวก 8 ต่อ

ครั้งที่	ความเร็วใบมีด (เมตรต่อวินาที)	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	ตำแหน่ง การวัด	พลังงานสะสมที่ใช้ ในการตัดส้ม (จูล)	แรงที่ใช้ผ่าผลส้ม (นิวตัน)
22	4.42	3	1	1.82	35.76±0.57
23	4.42	3	2	1.72	33.43±0.34
24	4.42	3	3	1.49	30.89±0.65
25	4.42	4	1	2.10	37.58±0.28
26	4.42	4	2	1.94	34.15±0.84
27	4.42	4	3	1.53	30.12±0.88

ตารางผนวก 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วใบมีดที่มีผลต่อแรงที่ใช้ผ่าผลส้ม

	Source	df	SS	MS	F	Sig.
	Between Groups	2	11.759	5.880	.520	.001
force	Within Groups	24	271.582	11.316		
	Total	26	283.342			

ตารางผนวก 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขนาดผลส้มที่มีผลต่อแรงที่ใช้ผ่าผลส้ม

	Source	df	SS	MS	F	Sig.
	Between Groups	2	168.442	84.221	17.592	.000
force	Within Groups	24	114.899	4.787		
	Total	26	283.342			

ตารางผนวก 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนตำแหน่งการวัดที่มีผลต่อแรงที่ใช้ผ่าผลส้ม

	Source	df	SS	MS	F	Sig.
	Between Groups	2	88.130	44.065	5.417	.011
force	Within Groups	24	195.212	8.134		
	Total	26	283.342			

ภาคผนวก ข

การคำนวณเพื่อการออกแบบ

## 1. การปรับความเร็วรอบชุดคัน

เพื่อให้ความเร็วรอบของชุดคันมีค่าเหมาะสมสำหรับการทดสอบ ซึ่งจะใช้ความเร็วรอบอยู่ระหว่าง 5–15 รอบต่อนาที โดยจะปรับอัตราทดให้มีค่าความเร็วรอบสูงสุดคือ 15 รอบต่อนาที ส่วนความเร็วรอบอื่น ๆ ซึ่งมีค่าต่ำลงมานั้นจะปรับค่าโดยใช้อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์สำหรับช่วยปรับความเร็วรอบ ส่วนการปรับความเร็วรอบจากมอเตอร์ไปยังชุดคันนั้นจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

### 1.1 การปรับความเร็วรอบด้วย Gear Box

การปรับความเร็วรอบขั้นแรกจะทำการปรับโดยใช้ Gear Box แบบสกรูหมุนวน ขนาดอัตราทด 1:60 ซึ่งจะทำให้ความเร็วรอบมีค่าลดลงดังนี้

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } N_1 &= 1430 \text{ รอบต่อนาที} \\ T_2 &= 60 \\ T_1 &= 1 \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการที่ 2 จะได้

$$\begin{aligned} N_2 &= \frac{1,430 \times 1}{60} \\ N_2 &= 23.83 \text{ รอบต่อนาที} \end{aligned}$$

### 1.2 การปรับความเร็วรอบด้วยเฟืองทดรอบ

เมื่อความเร็วรอบลดลงจากการปรับความเร็วด้วย Gear Box แล้วจึงทำการปรับความเร็วรอบเพื่อให้ได้ความเร็วรอบตามที่ต้องการอีกครั้ง ด้วยการใส่เฟืองทดรอบ เนื่องจาก Gear Box ที่มีจำหน่ายทั่วไปนั้นจะมีอัตราทดสูงสุดเพียง 1:60 และจะทำให้สะดวกต่อการปรับความเร็วรอบหลังจากการทำการทดสอบแล้วเพื่อนำไปใช้งานจริง ซึ่งมีรายละเอียดในการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } N_1 &= 23.83 \text{ รอบต่อนาที} \\ T_1 &= 24 \text{ ฟัน} \\ N_2 &= 15 \text{ รอบต่อนาที} \end{aligned}$$

แทนค่าสมการที่ 2 จะได้

$$\begin{aligned} T_2 &= \frac{67 \times 15}{23.83} \\ T_2 &= 42.17 \text{ ฟัน} \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้เฟืองตัวขับที่มีจำนวนฟัน 43 ฟันเพื่อให้ความเร็วรอบของชุดคั่นมีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ ส่วนสาเหตุที่เฟืองตัวตามมีขนาด 67 ฟันนั้นเนื่องจากเป็นขนาดที่ทำให้ชุดคั่นส่วนบนมีระยะห่างที่เหมาะสมสำหรับการวางใบมีดและการจับผลส้ม

## 2. การหาขนาดต้นกำลัง

การหาขนาดต้นกำลังหรือหาขนาดมอเตอร์นั้นจะเริ่มจากการทดสอบหาแรงบิดที่ใช้ในการขับเคลื่อนและลำเลียงผลส้ม โดยใช้ประแจวัดแรงบิดเพื่อวัดแรงบิดซึ่งใช้ในการขับเคลื่อนชุดคั่นและลำเลียงผลส้มในขณะที่ไม่มีการะ

จาก  $T_1 = 52$  นิวตันเมตร

จากนั้นนำค่าแรงที่ใช้สำหรับกดอัดผลส้ม ( $F_1$ ) และผ่าผลส้ม ( $F_2$ ) วิ่งได้จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพ นำมาคำนวณเพื่อหาแรงบิด

เมื่อ  $F_1 = 512.55 \times 4$   
 $= 2050.2$  นิวตัน

$F_2 = 37.58 \times 4$   
 $= 150.32$  นิวตัน

$r = 0.056$  เมตร

จาก

$$T_2 = (F_1 + F_2)r$$

แทนค่าจะได้

$$T_2 = (2050.2 + 150.32) \times 0.056$$

$$T_2 = 123.23 \text{ นิวตันเมตร}$$

ดังนั้น

$$T = T_1 + T_2$$

$$T = 52 + 123.23$$

$$T = 175.23 \text{ นิวตันเมตร}$$

เมื่อได้แรงบิดที่ใช้สำหรับขับเคลื่อนและลำเลียงผลส้มแล้ว จากนั้นจึงนำค่าอัตราทดรวมไปหาค่าแรงบิดที่มอเตอร์ดังนี้

$$T_m = \frac{175.23}{60}$$

$$= 2.9205 \text{ นิวตันเมตร}$$



จาก

$$P = \frac{2\pi Tn}{60}$$

เมื่อ

$$T = 2.9205 \text{ นิวตันเมตร}$$

$$n = 1430 \text{ รอบต่อนาที}$$

แทนค่าจะได้

$$P = \frac{2\pi \times 2.9205 \times 1430}{60}$$

$$= 437.34 \text{ วัตต์}$$

ให้ค่าประสิทธิภาพมอเตอร์เท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์

$$P = \frac{437.34}{0.8}$$

$$= 546.675 \text{ วัตต์}$$

ได้

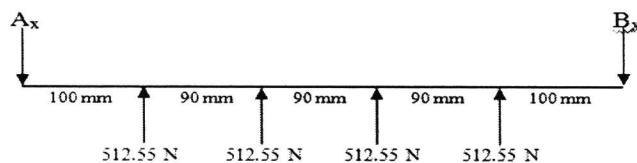
$$P = \frac{546.675}{746}$$

$$= 0.733 \text{ แรงม้า}$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า

### 3. การหาขนาดเพลลาขับเคลื่อน

#### 3.1 การหาขนาดเพลลาขับเคลื่อนส่วนล่าง



ภาพผนวก 1 แรงที่กระทำบนเพลลาขับเคลื่อนส่วนล่าง

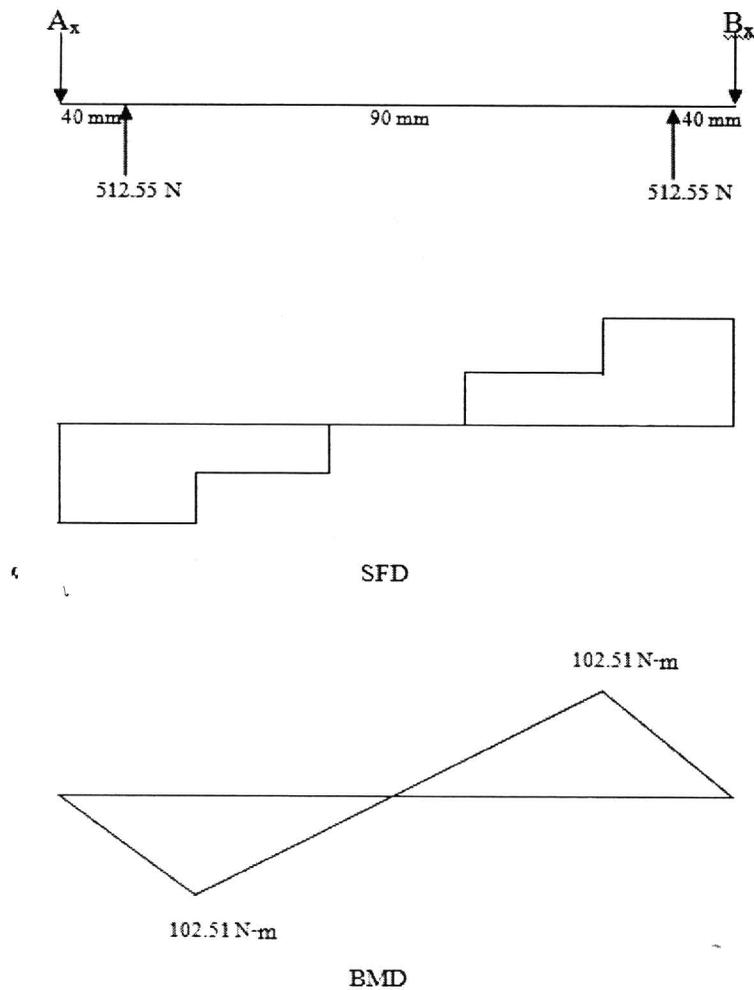
จาก  $\sum M_A = 0$

$$(B_x \times 0.47) = (512.55 \times 0.1) + (512.55 \times 0.19) + (512.55 \times 0.28) + (512.55 \times 0.37)$$

ดังนั้น  $B_x = 1025.1 \text{ นิวตัน}$

$$\sum F_x = 0$$

ดังนั้น  $A_x = 1025.1 \text{ นิวตัน}$



ภาพผนวก 2 ลักษณะของแรงที่กระทำกับเพลาชับชุดคั่นในระนาบ x-y, SFD และ BMD

พิจารณาโมเมนต์คัตสูงสุด  $M = 102.51$  นิวตัน-เมตร

ในการหาขนาดเพลาลูกเลือกใช้เหล็กกล้าไร้สนิม No. 304 Annealed จากตารางที่ 2.10 จะได้

$$S_y = 276 \text{ เมกกะปาสคาล}$$

$$S_{ut} = 568 \text{ เมกกะปาสคาล}$$

$$k_a = 0.922$$

$$k_b = 1 \quad (\text{เนื่องจากไม่ทราบขนาดเพลาลูก})$$

$$k_c = 0.868 \quad (\text{ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์})$$

$$k_d = 1$$

$$k_e = 1$$

$$k_f = 1$$

จาก

$$S'_e = 0.504S_{ut}$$

แทนค่าจะได้

$$S'_e = 0.504 \times 568$$

$$S'_e = 286.272 \text{ เมกกะปาสกาล}$$

จาก

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$$

แทนค่าจะได้

$$S_e = 0.922 \times 0.868 \times 1 \times 1 \times 1 \times 286.272$$

$$S_e = 229.102 \text{ เมกกะปาสกาล}$$

จากสมการของ Soderberg และทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$d_s = \left[ \frac{32n}{\pi} \left\{ \left( \frac{T}{S_y} \right)^2 + \left( \frac{M}{S_e} \right)^2 \right\}^{1/2} \right]^{1/3}$$

เมื่อ

$$T = 175.23 \text{ นิวตัน-เมตร}$$

$$M = 102.51 \text{ นิวตันเมตร}$$

$$S_y = 276 \text{ เมกกะปาสกาล}$$

$$S_e = 229.102 \text{ เมกกะปาสกาล}$$

กำหนดค่าความปลอดภัย (n) = 1.3

แทนค่าจะได้

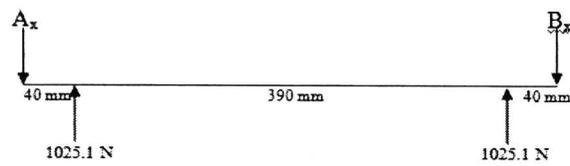
$$d_s = \left[ \frac{32 \times 1.3}{\pi} \left\{ \left( \frac{175.23}{276 \times 10^6} \right)^2 + \left( \frac{102.51}{229.102 \times 10^6} \right)^2 \right\}^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$d_s = 0.0217 \text{ เมตร}$$

$$d_s = 21.7 \text{ มิลลิเมตร}$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้เพลานขนาด 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

### 3.2 การหาขนาดเพลลาข้อค้ำส่วนบน



ภาพผนวก 3 แรงที่กระทำบนเพลลาข้อค้ำส่วนบน

จาก

$$\sum M_A = 0$$

$$(B_x \times 0.47) = (1025.1 \times 0.04) + (1025.1 \times 0.43)$$

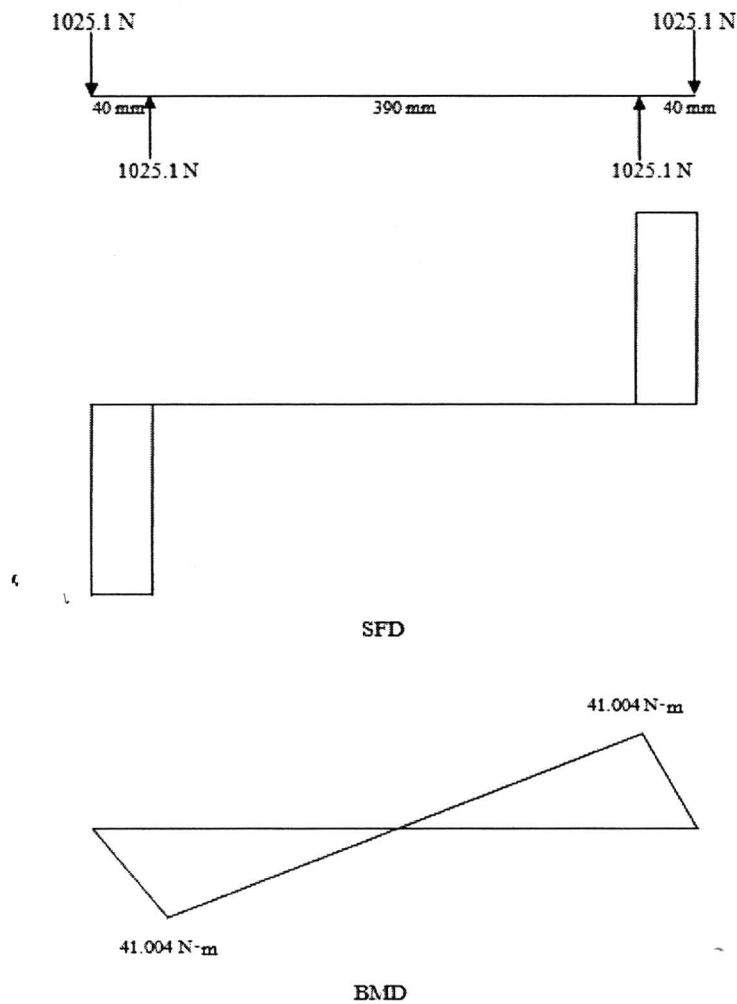
ดังนั้น

$$B_x = 1025.1 \text{ นิวตัน}$$

$$\sum F_x = 0$$

ดังนั้น

$$A_x = 1025.1 \text{ นิวตัน}$$



ภาพผนวก 4 ลักษณะของแรงที่กระทำกับเพลาชับชุดคั่นในระนาบ x-y, SFD และ BMD

พิจารณาโมเมนต์ค้ดสูงสุด  $M = 41.004$  นิวตัน-เมตร

เมื่อ  $T = 175.23$  นิวตัน-เมตร

$M = 41.004$  นิวตันเมตร

$S_y = 276$  เมกกะปาสกาล

$S_c = 229.102$  เมกกะปาสกาล

กำหนดค่าความปลอดภัย ( $n$ ) = 1.3

แทนค่าจะได้

$$d_s = \left[ \frac{32 \times 1.3}{\pi} \left\{ \left( \frac{175.23}{276 \times 10^6} \right)^2 + \left( \frac{41.004}{229.102 \times 10^6} \right)^2 \right\}^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$d_s = 0.0206 \text{ เมตร}$$

$$d_s = 20.6 \text{ มิลลิเมตร}$$

ดังนั้นจึงเลือกใช้เพลานขนาด 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)

#### 4. คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้สร้างชุดคัน

ตารางผนวก 12 คุณสมบัติของสแตนเลสเกรด 304 (AISI 304)

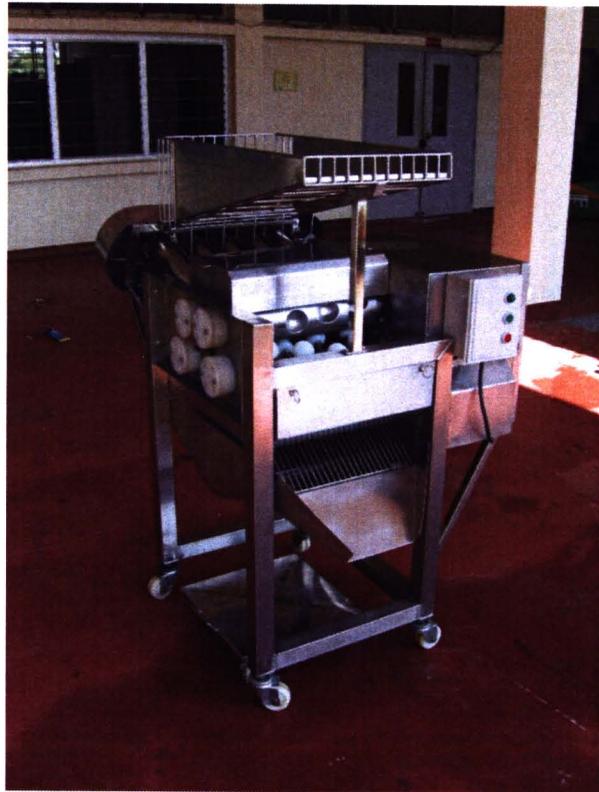
Property Name	Value	Units
Elastic modulus	$1.9 \times 10^{11}$	N/m <sup>2</sup>
Poisson's ratio	0.29	NA
Shear modulus	$7.5 \times 10^{10}$	N/m <sup>2</sup>
Mass density	8000	kg/m <sup>3</sup>
Tensile strength	$5.1702 \times 10^8$	N/m <sup>2</sup>
Yield strength	$2.0681 \times 10^8$	N/m <sup>2</sup>
Thermal expansion coefficient	$1.8 \times 10^{-5}$	/Kelvin
Thermal conductivity	16	W/(m.K)
Specific heat	500	J/(kg.K)

ตารางผนวก 13 คุณสมบัติของ PE High Density

Property Name	Value	Units
Elastic modulus	$1.07 \times 10^9$	N/m <sup>2</sup>
Poisson's ratio	0.4101	NA
Shear modulus	$3.772 \times 10^8$	N/m <sup>2</sup>
Mass density	952	kg/m <sup>3</sup>
Tensile strength	$2.21 \times 10^7$	N/m <sup>2</sup>
Thermal conductivity	0.461	W/(m.K)
Specific heat	1796	J/(kg.K)

ภาคผนวก ค

ภาพถ่ายและภาพเขียนแบบเครื่องปั้นน้ำส้มต้นแบบ



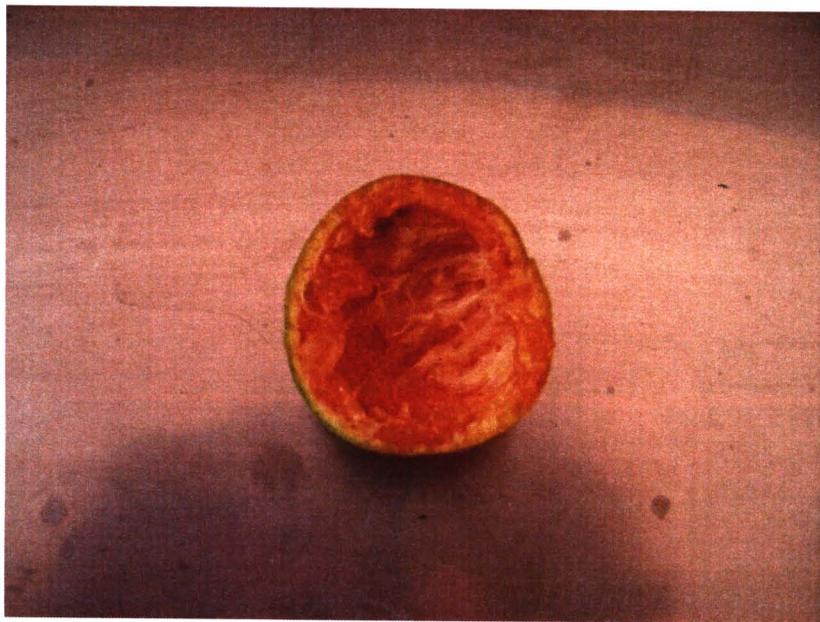
ภาพผนวก 5 เครื่องคั้นน้ำส้มต้นแบบ



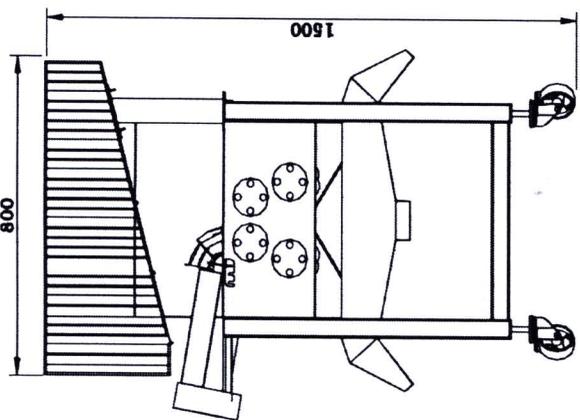
ภาพผนวก 6 การลำเลียงผลส้มเข้าสู่ชุดคั้นน้ำส้ม



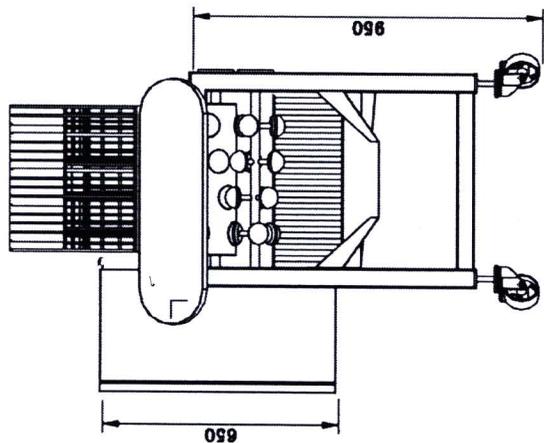
ภาพผนวก 7 การคัดแยกเปลือกออกจากน้ำส้ม



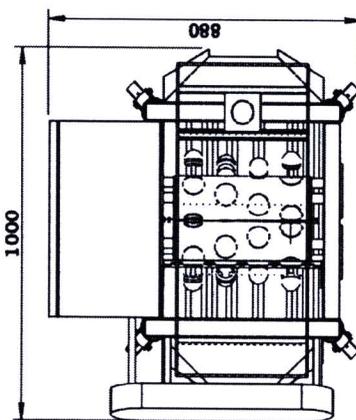
ภาพผนวก 8 ลักษณะเปลือกส้มหลังจากคั้นเอาน้ำส้มออก



FRONT VIEW

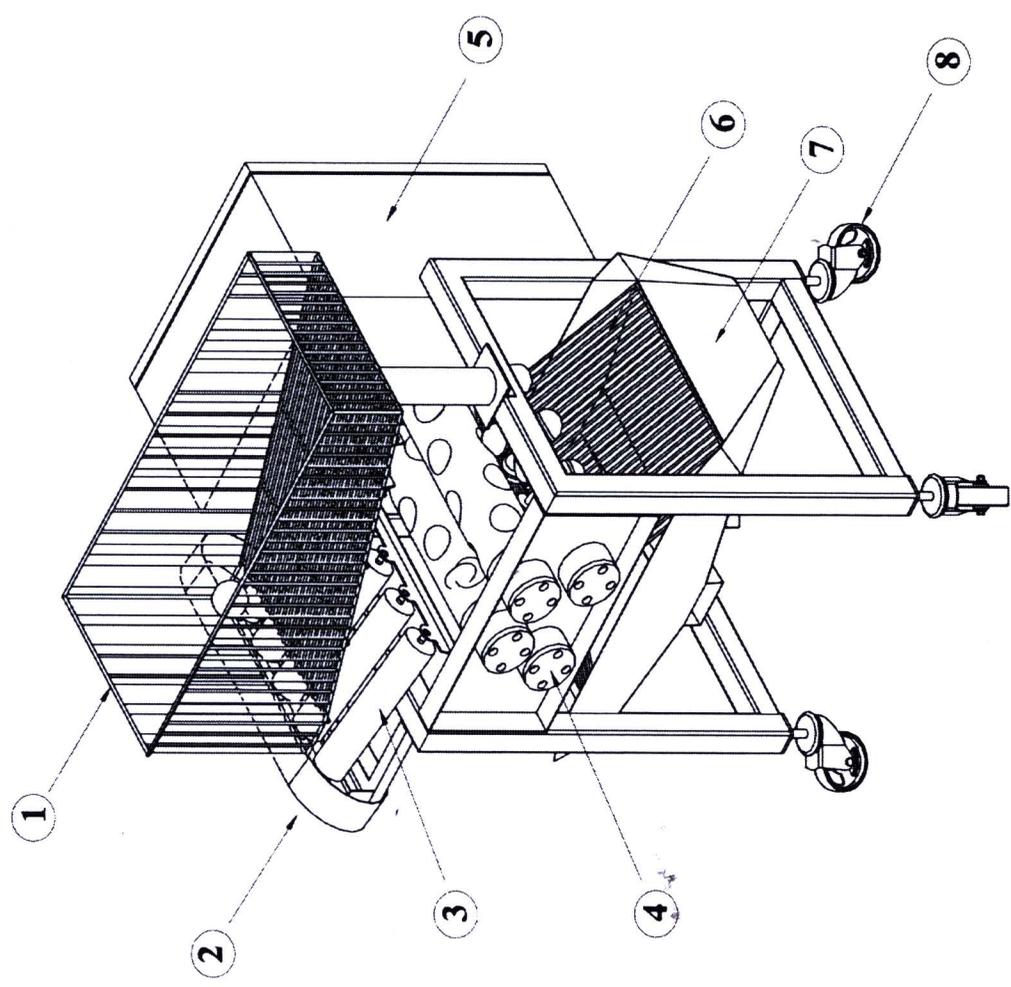


SIDE VIEW



TOP VIEW

		<b>คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี</b> ภาควิศวกรรมและอุตสาหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี	
ศีธาไพฑูริย์	อธิวัฒน์ วงษ์ชาติโยน	ภาควิศวกรรมและอุตสาหกรรมศาสตร์	ภาควิศวกรรมและอุตสาหกรรมศาสตร์
อธิวัฒน์ วงษ์ชาติโยน	อธิวัฒน์ วงษ์ชาติโยน	ภาควิศวกรรมและอุตสาหกรรมศาสตร์	ภาควิศวกรรมและอุตสาหกรรมศาสตร์
อธิวัฒน์ วงษ์ชาติโยน	อธิวัฒน์ วงษ์ชาติโยน	ภาควิศวกรรมและอุตสาหกรรมศาสตร์	ภาควิศวกรรมและอุตสาหกรรมศาสตร์



- |                             |
|-----------------------------|
| 1. ตะกร้า                   |
| 2. ฟาครอบ ไซและสเตอร์       |
| 3. ดูกถึงลำเลียงผลส้ม       |
| 4. เตื่อถูกเป็นชุดคัน       |
| 5. ตู้ระบบส่งกำลัง          |
| 6. ตะแกรงแยกเปลือกส้ม       |
| 7. ถาดรองน้ำส้มและเปลือกส้ม |
| 8. ล้อเลื่อน                |

	คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบรียรัมย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลค้ำน้ำหนักแบบโรตารีหลายหัวคัน	
	วิชาไทย อชนแบบไทย	วิชาค้ำน้ำหนักแบบโรตารี วิชาค้ำน้ำหนักแบบโรตารี
	หนวย ธิธิธิติ หนวย ธิธิธิติ	หนวย ธิธิธิติ หนวย ธิธิธิติ

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องคั้นน้ำส้มต้นแบบ

ตารางผนวก 14 ผลการทดสอบน้ำหนักผลส้ม

ระยะห่างชุดต้น (มิลลิเมตร)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	น้ำหนักส้ม (กิโลกรัม)		
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2	5	2	5.012	5.031	5.036
2	5	3	5.008	5.014	5.023
2	5	4	5.085	5.049	5.063
2	10	2	5.069	5.023	5.021
2	10	3	5.053	5.045	5.022
2	10	4	5.061	5.055	5.048
2	15	2	5.002	5.036	5.023
2	15	3	5.006	5.048	5.019
2	15	4	5.023	5.026	5.017
2.5	5	2	5.043	5.023	5.024
2.5	5	3	5.036	5.046	5.062
2.5	5	4	5.045	5.012	5.018
2.5	10	2	5.061	5.009	5.047
2.5	10	3	5.088	5.003	5.000
2.5	10	4	5.064	5.047	5.034
2.5	15	2	5.018	5.040	5.012
2.5	15	3	5.062	5.056	5.024
2.5	15	4	5.023	5.052	5.054
3	5	2	5.006	5.002	5.002
3	5	3	5.012	5.043	5.023
3	5	4	5.020	5.072	5.046
3	10	2	5.018	5.045	5.020
3	10	3	5.015	5.032	5.032
3	10	4	5.019	5.021	5.054
3	15	2	5.024	5.029	5.001
3	15	3	5.046	5.042	5.035
3	15	4	5.069	5.002	5.048

ตารางผนวก 15 ผลการทดสอบน้ำหนักน้ำส้ม

ระยะทางชุดคัน (มิลลิเมตร)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	น้ำหนักน้ำส้ม (กรัม)		
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2	5	2	2,272.792	2,303.443	2,261.567
2	5	3	2,229.912	2,273.398	2,239.705
2	5	4	2,288.250	2,295.831	2,308.525
2	10	2	2,230.360	2,225.239	2,264.873
2	10	3	2,283.956	2,206.986	2,252.116
2	10	4	2,275.517	2,252.710	2,228.894
2	15	2	2,257.052	2,300.394	2,260.501
2	15	3	2,275.728	2,302.494	2,280.734
2	15	4	2,258.502	2,310.151	2,289.859
2.5	5	2	2,281.151	2,266.629	2,225.682
2.5	5	3	2,275.210	2,282.659	2,278.507
2.5	5	4	2,314.141	2,300.007	2,223.074
2.5	10	2	2,296.226	2,205.563	2,312.182
2.5	10	3	2,256.325	2,250.700	2,255.100
2.5	10	4	2,288.826	2,265.699	2,265.652
2.5	15	2	2,217.303	2,287.706	2,261.765
2.5	15	3	2,272.494	2,240.111	2,221.563
2.5	15	4	2,278.885	2,269.005	2,289.310
3	5	2	2,287.642	2,204.832	2,297.969
3	5	3	2,255.214	2,268.493	2,220.066
3	5	4	2,235.175	2,298.225	2,211.460
3	10	2	2,276.622	2,235.894	2,291.580
3	10	3	2,270.366	2,296.756	2,309.436
3	10	4	2,214.498	2,296.154	2,285.924
3	15	2	2,247.361	2,278.771	2,298.510
3	15	3	2,305.618	2,269.016	2,275.870
3	15	4	2,274.566	2,196.928	2,297.900

ตารางผนวก 16 ผลการทดสอบน้ำหนักน้ำส้มที่ค้างอยู่ในเปลือก

ระยะห่างชุดคั้น (มิลลิเมตร)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	น้ำหนักน้ำส้มที่ค้างอยู่ในเปลือก (กรัม)		
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2	5	2	77.100	78.657	75.149
2	5	3	63.693	62.581	58.348
2	5	4	89.276	86.824	92.762
2	10	2	79.553	80.899	77.509
2	10	3	54.294	54.062	56.255
2	10	4	92.273	93.667	85.590
2	15	2	105.240	99.725	106.367
2	15	3	89.574	85.465	82.819
2	15	4	118.293	125.124	117.503
2.5	5	2	102.123	101.102	95.324
2.5	5	3	88.767	88.073	83.595
2.5	5	4	115.735	111.155	104.801
2.5	10	2	107.746	101.439	101.218
2.5	10	3	86.692	82.550	81.404
2.5	10	4	114.999	116.539	117.514
2.5	15	2	127.337	140.779	123.535
2.5	15	3	110.874	107.891	103.975
2.5	15	4	143.090	147.478	170.515
3	5	2	179.510	169.708	174.029
3	5	3	164.232	165.277	154.692
3	5	4	186.860	186.880	175.076
3	10	2	183.314	182.988	176.997
3	10	3	150.970	150.194	159.836
3	10	4	186.328	196.793	204.352
3	15	2	208.422	209.025	197.673
3	15	3	191.234	189.076	182.112
3	15	4	217.153	222.356	214.729

ตารางผนวก 17 ผลการทดสอบน้ำหนักเปลือกและเมล็ด

ระยะห่างชุดคัน (มิลลิเมตร)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	น้ำหนักเปลือกและเมล็ด (กรัม)		
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2	5	2	2,650.108	2,617.900	2,663.284
2	5	3	2,706.395	2,664.021	2,701.947
2	5	4	2,622.474	2,617.345	2,598.713
2	10	2	2,690.087	2,693.861	2,657.618
2	10	3	2,661.750	2,738.953	2,691.629
2	10	4	2,632.210	2,653.622	2,685.516
2	15	2	2,637.708	2,599.881	2,633.132
2	15	3	2,634.698	2,612.041	2,636.447
2	15	4	2,623.205	2,564.725	2,592.637
2.5	5	2	2,616.726	2,632.269	2,678.994
2.5	5	3	2,636.023	2,629.268	2,637.898
2.5	5	4	2,570.124	2,588.839	2,672.125
2.5	10	2	2,596.028	2,692.998	2,586.600
2.5	10	3	2,656.983	2,666.750	2,663.496
2.5	10	4	2,596.175	2,617.762	2,616.834
2.5	15	2	2,655.360	2,571.514	2,614.700
2.5	15	3	2,616.632	2,651.998	2,674.463
2.5	15	4	2,578.025	2,583.517	2,540.175
3	5	2	2,532.848	2,625.460	2,528.003
3	5	3	2,580.554	2,566.230	2,625.243
3	5	4	2,577.965	2,514.896	2,613.464
3	10	2	2,540.064	2,581.118	2,531.423
3	10	3	2,578.664	2,553.050	2,530.728
3	10	4	2,599.174	2,507.053	2,509.724
3	15	2	2,544.217	2,512.205	2,503.818
3	15	3	2,503.148	2,541.908	2,542.018
3	15	4	2,508.281	2,580.715	2,487.371

ตารางผนวก 18 ผลการทดสอบเวลาที่ใช้ในการกิน

ระยะห่างชุดคั้น (มิลลิเมตร)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ขนาดผลสั้ม (เบอร์)	เวลาที่ใช้ในการกิน (วินาที)		
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2	5	2	74.71	73.82	75.55
2	5	3	60.13	61.12	62.26
2	5	4	50.67	49.54	49.28
2	10	2	37.83	37.39	37.60
2	10	3	30.24	30.34	29.67
2	10	4	25.11	25.09	25.12
2	15	2	24.93	25.24	25.12
2	15	3	19.95	20.18	19.85
2	15	4	17.13	17.24	17.20
2.5	5	2	75.54	73.38	75.91
2.5	5	3	59.92	58.67	61.09
2.5	5	4	50.49	49.80	50.80
2.5	10	2	37.88	37.11	37.30
2.5	10	3	30.46	30.31	29.82
2.5	10	4	25.22	25.28	24.83
2.5	15	2	25.09	25.06	24.86
2.5	15	3	20.22	20.20	19.91
2.5	15	4	16.74	16.96	16.99
3	5	2	74.91	73.41	72.41
3	5	3	59.89	58.65	61.02
3	5	4	49.85	49.32	48.88
3	10	2	37.49	37.35	36.90
3	10	3	29.87	30.10	30.38
3	10	4	24.97	24.78	24.90
3	15	2	24.97	25.14	24.65
3	15	3	20.13	19.88	19.90
3	15	4	16.79	16.45	16.66



ตารางผนวก 19 ผลการทดสอบความสามารถในการคั้นผลส้ม

ระยะห่างชุดคั้น (มิลลิเมตร)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	ความสามารถในการคั้นผลส้ม (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)		
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2	5	2	241.52	245.34	239.98
2	5	3	299.83	295.31	290.46
2	5	4	361.25	366.87	369.85
2	10	2	482.37	483.59	480.79
2	10	3	601.46	598.62	609.39
2	10	4	719.83	725.32	723.58
2	15	2	722.38	718.34	719.84
2	15	3	903.52	900.65	910.34
2	15	4	1055.71	1049.27	1050.23
2.5	5	2	240.33	246.42	238.25
2.5	5	3	302.56	309.64	298.31
2.5	5	4	359.68	362.32	355.64
2.5	10	2	480.98	485.98	487.13
2.5	10	3	601.36	594.31	603.54
2.5	10	4	722.97	718.64	729.77
2.5	15	2	720.03	723.91	725.85
2.5	15	3	901.23	900.87	908.34
2.5	15	4	1080.09	1072.19	1070.73
3	5	2	240.58	245.31	248.67
3	5	3	301.26	309.54	296.34
3	5	4	362.51	370.21	371.61
3	10	2	481.81	486.3	489.78
3	10	3	604.37	601.82	596.31
3	10	4	723.52	729.43	730.58
3	15	2	724.23	720.12	730.38
3	15	3	902.35	913.26	910.84
3	15	4	1086.94	1094.36	1090.92

ตารางผนวก 20 ผลการทดสอบความสามารถในการคั้นน้ำส้ม

ระยะห่างชุดคั้น (มิลลิเมตร)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	ความสามารถในการคั้นน้ำส้ม (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)		
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2	5	2	109.52	112.33	107.77
2	5	3	133.51	133.90	129.51
2	5	4	162.56	166.82	168.64
2	10	2	212.24	214.24	216.87
2	10	3	271.86	261.87	273.28
2	10	4	326.23	323.23	319.49
2	15	2	325.96	328.13	323.95
2	15	3	410.74	410.80	413.68
2	15	4	474.68	482.29	479.35
2.5	5	2	108.71	111.20	105.55
2.5	5	3	136.69	140.07	134.28
2.5	5	4	164.99	166.27	157.56
2.5	10	2	218.23	213.99	223.17
2.5	10	3	266.68	267.36	272.21
2.5	10	4	326.77	322.61	328.45
2.5	15	2	318.16	328.59	327.55
2.5	15	3	404.59	399.14	401.66
2.5	15	4	490.03	481.55	485.01
3	5	2	109.94	108.13	114.24
3	5	3	135.56	139.24	130.98
3	5	4	161.41	167.75	162.86
3	10	2	218.59	215.52	223.58
3	10	3	273.61	274.69	273.68
3	10	4	319.23	333.58	330.44
3	15	2	323.97	326.31	335.69
3	15	3	412.30	410.99	411.71
3	15	4	487.73	480.65	496.60

ตารางผนวก 21 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการคัน

ระยะห่างชุดคัน (มิลลิเมตร)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ขนาดผลส้ม (เบอร์)	ประสิทธิภาพการคัน (เปอร์เซ็นต์)		
			ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2	5	2	96.72	96.70	96.78
2	5	3	97.52	97.62	97.66
2	5	4	96.25	96.36	96.14
2	10	2	96.56	96.49	96.69
2	10	3	97.58	97.61	97.56
2	10	4	96.10	96.01	96.30
2	15	2	95.55	95.85	95.51
2	15	3	96.21	96.42	96.50
2	15	4	95.02	94.86	95.12
2.5	5	2	95.72	95.73	95.89
2.5	5	3	96.25	96.29	96.46
2.5	5	4	95.24	95.39	95.50
2.5	10	2	95.52	95.60	95.81
2.5	10	3	96.30	96.46	96.52
2.5	10	4	95.22	95.11	95.07
2.5	15	2	94.57	94.20	94.82
2.5	15	3	95.35	95.41	95.53
2.5	15	4	94.09	93.90	93.07
3	5	2	92.72	92.85	92.96
3	5	3	93.21	93.21	93.49
3	5	4	92.29	92.48	92.66
3	10	2	92.55	92.44	92.83
3	10	3	93.77	93.86	93.53
3	10	4	92.24	92.11	91.79
3	15	2	91.51	91.60	92.08
3	15	3	92.34	92.31	92.59
3	15	4	91.29	90.81	91.45

ตารางผนวก 22 ผลการทดสอบเครื่องคั้นน้ำส้มต้นแบบ

ระยะห่างชุด คั้น (มิลลิเมตร)	ความเร็ว รอบ (รอบต่อ นาที)	ขนาด ผลส้ม (เบอร์)	ความสามารถใน การคั้นน้ำส้ม (กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง)	ความสามารถใน การคั้นน้ำส้ม (กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพ การคั้น (เปอร์เซ็นต์)
2	5	2	242.28	109.87	96.73
2	5	3	295.20	132.31	97.60
2	5	4	365.99	166.01	96.25
2	10	2	482.25	214.45	96.58
2	10	3	603.16	269.00	97.58
2	10	4	722.91	322.98	96.14
2	15	2	720.19	326.01	95.64
2	15	3	904.84	411.74	96.38
2	15	4	1051.74	478.77	95.00
2.5	5	2	241.67	108.49	95.78
2.5	5	3	303.50	137.01	96.33
2.5	5	4	359.21	162.94	95.38
2.5	10	2	484.70	218.46	95.64
2.5	10	3	599.74	268.75	96.43
2.5	10	4	723.79	325.94	95.13
2.5	15	2	723.26	324.77	94.53
2.5	15	3	903.48	401.80	95.43
2.5	15	4	1074.34	485.53	93.69
3	5	2	244.85	110.77	92.84
3	5	3	302.38	135.26	93.30
3	5	4	368.11	164.01	92.48
3	10	2	485.96	219.23	92.61
3	10	3	600.83	273.99	93.72
3	10	4	727.84	327.75	92.05

ตารางผนวก 22 (ต่อ)

ระยะห่าง ชุดคั้น (มิลลิเมตร)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ขนาด ผลส้ม (เบอร์)	ความสามารถใน การคั้นน้ำส้ม (กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง)	ความสามารถใน การคั้นน้ำส้ม (กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง)	ประสิทธิภาพ การคั้น (เปอร์เซ็นต์)
3	15	2	724.91	328.66	91.73
3	15	3	908.82	411.67	92.41
3	15	4	1090.74	488.33	91.18

ตารางผนวก 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการคั้นผลส้มเบอร์ 2

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	43.414	21.707	1.958	.174
clearance	2	60.846	30.423	2.744	.094
rpm	2	1036178.996	518089.498	46728.796**	.000
clearance * rpm	4	12.174	3.043	.275	.890
Error	16	177.395	11.087(a)		

ตารางผนวก 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการคั้นผลส้มเบอร์ 3

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	2.672	1.336	.044	.957
clearance	2	39.573	19.787	.647	.537
rpm	2	1649038.109	824519.055	26963.327**	.000
clearance * rpm	4	146.644	36.661	1.199	.349
Error	16	489.268	30.579(a)		

ตารางผนวก 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการคั่นผลส้มเบอร์ 4

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	25.726	12.863	.703	.510
clearance	2	1087.251	543.625	29.696	.380
rpm	2	2254879.192	1127439.596	61586.348**	.000
clearance * rpm	4	1384.928	346.232	18.913	.277
Error	16	292.906	18.307(a)		

ตารางผนวก 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการคั่นน้ำส้มผลส้มเบอร์ 2

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	61.542	30.771	2.212	.142
clearance	2	39.763	19.882	1.429	.268
rpm	2	211452.433	105726.217	7600.437**	.000
clearance * rpm	4	88.819	4	7.848	.564
Error	16	222.569	13.911(a)		

ตารางผนวก 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการคั่นน้ำส้มผลส้มเบอร์ 3

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	3.157	1.578	.142	.868
clearance	2	90.189	45.094	4.066	.037
rpm	2	336717.922	168358.961	15179.436**	.000
clearance * rpm	4	192.509	48.127	4.339	.014
Error	16	177.460	11.091(a)		

ตารางผนวก 28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการคั่นน้ำส้มผลส้มเบอร์ 4

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	13.153	6.576	.250	.782
clearance	2	76.051	38.026	1.446	.265
rpm	2	460499.714	230249.857	8753.132**	.000
clearance * rpm	4	117.978	29.494	1.121	.381
Error	16	420.878	26.305(a)		

ตารางผนวก 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพการคั่นผลส้มเบอร์ 2

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	.276	.138	5.930	.012
clearance	2	74.828	37.414	1607.798**	.000
rpm	2	6.951	3.476	149.356**	.000
clearance * rpm	4	.050	.012	.534	.713
Error	16	.372	.023(a)		

ตารางผนวก 30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพการคั่นผลส้มเบอร์ 3

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	.095	.048	4.091	.037
clearance	2	78.318	39.159	3360.204**	.000
rpm	2	7.221	3.611	309.826**	.000
clearance * rpm	4	.223	.056	4.779	.010
Error	16	.186	.012(a)		

ตารางผนวก 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพการคั้นผลส้มเบอร์ 4

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	.034	.017	.247	.784
clearance	2	72.893	36.446	529.723**	.000
rpm	2	10.140	5.070	73.688**	.000
clearance * rpm	4	.339	.085	1.230	.337
Error	16	1.101	.069(a)		

หมายเหตุ \*\* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 (ตารางผนวก 23-31)

ตารางผนวก 32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารนารินจินจากเครื่องคั้นน้ำส้มแบบต่าง ๆ

Source	df	SS	MS	F	Sig.
block	2	2.9500	1.4750	0.14	5.14
naringin	3	4937.95	1645.983	56.45	.000
Error	6	63.1251	10.5208		

ตารางผนวก 33 ผลการทดสอบการหาปริมาณสารนารินจินจากเครื่องคั้นน้ำส้มแบบต่าง ๆ

วิธีการคั้น	ปริมาณสารนารินจิน			
	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ค่าเฉลี่ย
เครื่องคั้นน้ำส้มต้นแบบ	52.75	54.64	57.58	54.99±2.43 <sup>b</sup>
เครื่องคั้นน้ำส้มแบบ โรตารี	66.45	60.21	59.76	62.14±3.74 <sup>a</sup>
เครื่องคั้นน้ำส้มแบบจานหมุน	40.21	46.96	44.10	43.76±3.39 <sup>c</sup>
การคั้นน้ำส้มด้วยมือ	8.02	9.27	10.59	9.29±1.28 <sup>d</sup>

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ภาคผนวก จ

ประวัติผู้วิจัย



## ประวัติผู้วิจัย

<b>ชื่อ-สกุล</b>		นายฉัตรวัฒน์ วงษาเทียม
<b>เกิดเมื่อ</b>		26 ธันวาคม 2525
<b>สถานที่เกิด</b>		จังหวัดขอนแก่น
<b>ประวัติการศึกษา</b>	พ.ศ. 2544	จบมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนวมินทราชูทิศ พายัพ จังหวัดเชียงใหม่
	พ.ศ. 2549	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
<b>ประวัติการฝึกงาน</b>	พ.ศ. 2549	นักศึกษาฝึกงาน บริษัท เจวีอินคัสเตรียล จำกัด จังหวัดเชียงใหม่
<b>ประวัติการทำงาน</b>	พ.ศ. 2550	วิศวกรเครื่องกล บริษัท กรีนไลฟ์เทคโนโลยี จำกัด จังหวัดเชียงใหม่
<b>ผลงานทางวิชาการ</b>	พ.ศ. 2549	การออกแบบและประเมินผลชุดกระเช้าช่วยเก็บเกี่ยวลำไยแบบติดตั้งบนรถกระบะ โครงการวิศวกรรมปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
	พ.ศ. 2553	ฉัตรวัฒน์ วงษาเทียม สุเนตร สืบคำ และเสมอขวัญ ตันติกุล การพัฒนาเครื่องคั้นน้ำส้มอัดโนมดิแบบโรตารีหลายหัวคั้น ใน รายงานการประชุมงานสัมมนาวิชาการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ระหว่างวันที่ 1-3 กันยายน 2553 ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่

