



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ก.1 ขนาดและน้ำหนักของเมล็ดกาแฟอาราบิก้าก่อนการลอกเปลือกที่ทำการสุ่มวัด 100 เมล็ด

ตัวอย่าง \ ขนาด	ด้านหนา (มิลลิเมตร)	ด้านกว้าง (มิลลิเมตร)	ด้านยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
1	5.19	8.14	10.73	0.29
2	4.86	7.79	11.74	0.28
3	5.37	8.25	12.23	0.39
4	7.23	10.39	12.22	0.62
5	5.33	8.67	12.58	0.35
6	5.11	8.34	11.67	0.36
7	5.31	8.55	12.86	0.38
8	5.04	9.10	12.60	0.35
9	5.00	8.14	11.47	0.28
10	5.58	9.16	13.56	0.44
11	5.28	8.53	12.60	0.38
12	5.59	8.46	12.18	0.38
13	5.45	8.26	12.91	0.40
14	5.96	9.05	13.46	0.42
15	5.33	8.66	12.79	0.36
16	5.29	8.90	11.50	0.30
17	5.66	9.68	13.41	0.41
18	4.85	8.41	12.51	0.33
19	5.51	8.17	12.16	0.29
20	5.06	8.99	12.77	0.37
21	5.58	8.99	11.78	0.33
22	4.85	8.45	11.80	0.34
23	5.46	9.26	13.24	0.46
24	5.08	8.95	12.60	0.38
25	5.07	9.31	12.92	0.42

ภาคผนวก ก.1 (ต่อ)

ขนาด ตัวอย่าง	ด้านหนา (มิลลิเมตร)	ด้านกว้าง (มิลลิเมตร)	ด้านยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
26	5.25	8.83	12.21	0.44
27	5.27	8.66	12.39	0.39
28	5.72	8.57	13.73	0.51
29	4.98	9.25	12.09	0.32
30	5.39	8.85	12.28	0.44
31	6.68	9.88	13.56	0.66
32	5.53	8.36	12.97	0.37
33	5.29	8.42	13.76	0.42
34	5.30	8.95	12.54	0.48
35	4.78	8.93	12.98	0.34
36	5.48	9.14	12.44	0.53
37	5.67	9.12	12.06	0.47
38	6.59	8.74	12.94	0.37
39	5.37	8.19	12.73	0.45
40	4.93	8.60	11.85	0.43
41	5.46	8.93	14.75	0.60
42	5.16	8.79	12.03	0.41
43	7.53	9.77	12.72	0.74
44	5.72	8.94	11.70	0.36
45	4.74	8.56	12.31	0.34
46	5.18	8.45	12.26	0.43
47	5.54	8.97	12.88	0.44
48	4.71	8.10	12.58	0.32
49	5.40	8.64	13.03	0.43
50	5.30	8.78	11.63	0.42
51	5.36	8.61	12.90	0.42

ภาคผนวก ก.1 (ต่อ)

ตัวอย่าง \ ขนาด	ด้านหนา (มิลลิเมตร)	ด้านกว้าง (มิลลิเมตร)	ด้านยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
52	5.15	8.95	11.79	0.43
53	5.04	9.02	11.39	0.34
54	5.09	8.69	12.84	0.42
55	5.22	8.56	12.66	0.40
56	5.67	8.98	13.62	0.45
57	5.39	8.40	12.27	0.37
58	5.27	8.60	12.12	0.41
59	4.99	8.25	11.78	0.37
60	5.48	8.61	12.31	0.41
61	5.17	8.30	11.70	0.34
62	5.70	9.31	13.44	0.41
63	5.77	8.69	12.54	0.44
64	5.25	8.43	11.45	0.36
65	5.92	8.75	14.39	0.48
66	5.10	8.38	12.63	0.34
67	5.23	8.38	11.32	0.32
68	5.08	8.64	11.53	0.35
69	5.15	8.73	12.16	0.27
70	5.03	8.38	11.66	0.33
71	5.39	8.72	12.18	0.38
72	5.07	9.24	13.29	0.37
73	5.02	9.10	11.76	0.36
74	5.20	8.62	11.90	0.35
75	5.65	9.42	12.38	0.44
76	5.10	8.83	12.86	0.39
77	4.96	9.21	12.04	0.27

ภาคผนวก ก.1 (ต่อ)

ขนาด ตัวอย่าง	ด้านหนา (มิลลิเมตร)	ด้านกว้าง (มิลลิเมตร)	ด้านยาว (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
78	5.39	9.06	11.70	0.33
79	5.47	8.86	11.80	0.23
80	5.08	9.05	12.35	0.32
81	5.44	8.73	12.54	0.35
82	5.20	8.45	12.76	0.38
83	5.40	8.00	12.70	0.31
84	5.48	8.94	12.57	0.37
85	4.84	8.87	11.72	0.26
86	5.43	9.00	13.67	0.41
87	5.37	8.67	11.91	0.36
88	4.78	8.94	11.39	0.30
89	5.21	8.49	12.12	0.30
90	5.76	8.72	12.03	0.34
91	4.93	9.26	11.90	0.29
92	5.21	9.10	11.35	0.29
93	4.89	8.36	12.39	0.34
94	5.12	8.28	12.58	0.36
95	5.36	8.67	12.43	0.39
96	5.38	8.68	13.60	0.41
97	5.43	9.02	12.91	0.39
98	5.19	8.64	11.89	0.35
99	5.04	8.48	11.99	0.36
100	5.39	8.58	12.77	0.42
ค่าเฉลี่ย	5.3425	8.7767	12.4469	0.385

ภาคผนวก ก.2 ขนาดของแรงเฉือนที่กระทำกับเมล็ดกาแฟอาราบิก้า สัมพันธ์กับระยะการเคลื่อน
ที่ของหัวกดเครื่อง Texture analysers รุ่นTA-XT2I

ตัวอย่างที่	Coffee 1 แรงเฉือน (นิวตัน)	Coffee 2 แรงเฉือน (นิวตัน)	Coffee 3 แรงเฉือน (นิวตัน)	Average แรงเฉือน (นิวตัน)
ระยะทาง (ม.ม.)	(นิวตัน)	(นิวตัน)	(นิวตัน)	(นิวตัน)
0	0.028	0.038	0.071	0.046
0.2	0.678	0.887	1.224	0.930
0.4	4.287	5.303	6.46	5.350
0.6	7.598	9.025	8.963	8.529
0.8	10.178	13.396	11.742	11.772
1	14.753	15.893	14.803	15.150
1.2	17.462	19.058	18.027	18.182
1.4	20.951	22.747	21.034	21.577
1.6	22.878	23.717	22.95	23.182
1.8	23.827	25.983	24.698	24.836
2	22.795	25.038	22.034	23.289
2.2	20.298	23.385	38.273	27.319
2.4	34.895	39.252	52.863	42.337
2.6	43.295	41.84	76.875	54.003
2.8	58.897	43.396	91.196	64.496
3	65.959	45.253	109.028	73.413
3.2	78.278	46.229	120.326	81.611
3.4	89.501	49.058	125.778	88.112
3.6	95.271	54.102	131.645	93.673
3.8	108.853	60.747	142.283	103.961
4	108.959	69.717	153.42	110.699
4.2	119.271	73.056	164.913	119.080
4.4	130.895	80.467	181.531	130.964
4.6	139.584	87.751	195.857	141.064
4.8	150.298	95.432	209.13	151.620

ภาคผนวก ก.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	Coffee 1 แรงเฉือน (นิวตัน)	Coffee 2 แรงเฉือน (นิวตัน)	Coffee 3 แรงเฉือน (นิวตัน)	Average แรงเฉือน (นิวตัน)
ระยะทาง (ม.ม.)				
5	164.291	101.18	222.201	162.557
5.2	185.754	109.631	227.755	174.380
5.4	197.543	118.418	233.581	183.181
5.6	199.054	124.788	240.733	188.192
5.8	202.081	130.857	248.202	193.713
6	205.415	138.056	256.003	199.825
6.2	216.201	145.84	261.264	207.768
6.4	219.272	157.859	271.604	216.245
6.6	208.55	168.534	279.969	219.018
6.8	201.598	174.882	289.158	221.879
7	195.271	180.352	298.534	224.719
7.2	183.535	178.958	307.896	223.463
7.4	180.94	184.955	320.841	228.912
7.6	185.206	189.829	333.356	236.130
7.8	189.598	198.288	347.636	245.174
8	190.695	209.353	360.607	253.552
8.2	191.556	228.753	370.995	263.768
8.4	193.859	240.522	382.587	272.323
8.6	196.663	252.765	390.664	280.031
8.8	197.284	264.794	398.26	286.779
9	197.933	280.217	395.576	291.242
9.2	198.956	295.12	282.057	258.711
9.4	200.835	310.101	245.329	252.088
9.6	211.878	332.467	254.681	266.342
9.8	220.059	365.18	268.411	284.550

ภาคผนวก ก.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	Coffee 1 แรงเฉือน (นิวตัน)	Coffee 2 แรงเฉือน (นิวตัน)	Coffee 3 แรงเฉือน (นิวตัน)	Average แรงเฉือน (นิวตัน)
ระยะทาง (ม.ม.)				
10	231.639	378.568	283.755	297.987
10.2	240.417	398.654	291.646	310.239
10.4	258.141	410.659	306.529	325.110
10.6	279.411	415.568	315.053	336.677
10.8	308.357	420.116	321.857	350.110
11	292.567	423.115	278.057	331.246
11.2	285.634	428.61	205.697	306.647
11.4	280.341	428.729	112.689	273.920
11.6	235.543	396.274	58.659	230.159
11.8	260.695	355.285	15.637	210.539
12	215.369	320.595	4.831	180.265
12.2	157.766	335.285	0.28	164.444
12.4	94.908	360.659	0.054	151.874
12.6	49.311	310.695	-0.022	119.995
12.8	27.563	252.765	-0.039	93.430
13	6.224	209.353	-0.051	71.842
13.2	0.14	164.832	-0.112	54.953
13.4	0.052	132.598	-0.127	44.174
13.6	0.027	115.275	-0.13	38.391
13.8	0.002	98.45	-0.162	32.763
14	-0.023	94.605	-0.158	31.475
14.2	-0.047	49.387	-0.144	16.399
14.4	-0.072	13.669	-0.152	4.482
14.6	-0.097	6.224	-0.18	1.982
14.8	-0.123	2.695	-0.155	0.806

ภาคผนวก ก.2 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	Coffee 1 แรงเฉือน (นิวตัน)	Coffee 2 แรงเฉือน (นิวตัน)	Coffee 3 แรงเฉือน (นิวตัน)	Average แรงเฉือน (นิวตัน)
ระยะทาง (ม.ม.)	(นิวตัน)	(นิวตัน)	(นิวตัน)	(นิวตัน)
15	-0.147	0.26	-0.149	-0.012
15.2	-0.172	0.113	-0.18	-0.080
15.4	-0.198	-0.024	-0.16	-0.127
15.6	-0.222	-0.139	-0.128	-0.163
15.8	-0.248	-0.179	-0.165	-0.197
16	-0.273	-0.188	-0.162	-0.208

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ภาคผนวก ก.3 กราฟกรณีศึกษาของ Regan and Henderson ในการหาค่ากำลังขับเคลื่อน
แนวเอียง

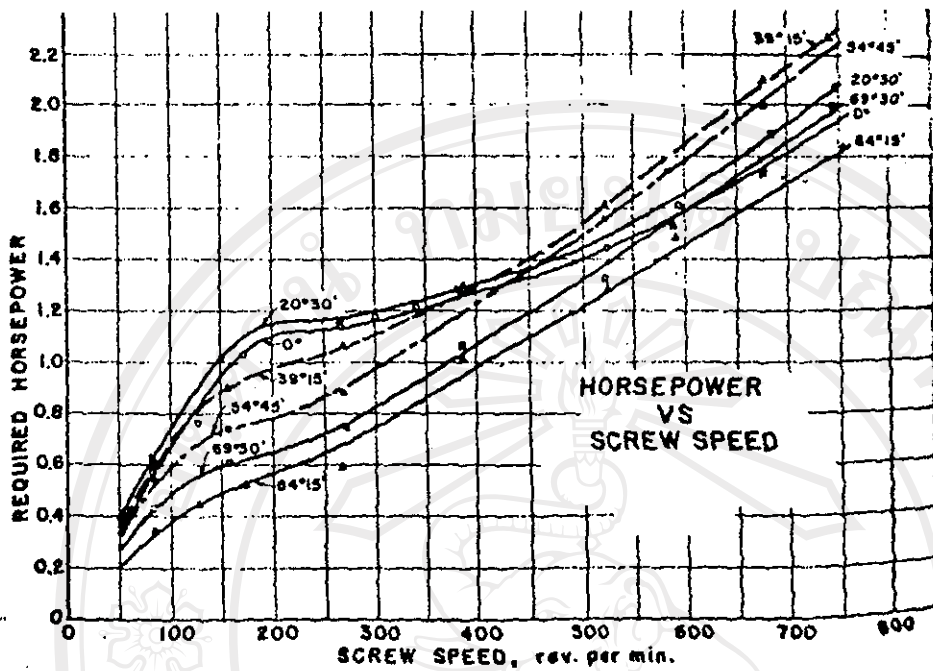


Fig. 8.7. Capacity and power required by a 6 in. by 12 ft. auger conveyor when operated at various inclinations. (From Regan 1959).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

1. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า

1.1 อัตราการเคลื่อนที่ของเมล็ดกาแฟ (เมตร/วินาที)

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	550	650	750	850
การทดลอง (เมตร/วินาที)				
ครั้งที่ 1	0.012	0.018	0.020	0.031
ครั้งที่ 2	0.015	0.016	0.024	0.027
ครั้งที่ 3	0.015	0.017	0.022	0.029
ค่าเฉลี่ย	0.014	0.017	0.022	0.029

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	3.870×10^{-4}	1.290×10^{-4}	43.000	0.000
Within Groups	8	2.400×10^{-5}	3.000×10^{-6}		
Total	11	4.110×10^{-4}			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 3.261×10^{-3} (เมตร/วินาที)

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 4.745×10^{-3} (เมตร/วินาที)

1.2 ความสามารถในการผลิต (ก.ก./ชม.)

ความเร็รรอบ (รอบ/นาที)	550	650	750	850
การทดลอง (ก.ก./ชม.)				
ครั้งที่ 1	444.85	440.59	472.54	500.38
ครั้งที่ 2	425.89	441.17	463.39	530.69
ครั้งที่ 3	439.54	446.25	474.74	517.20
ค่าเฉลี่ย	436.76	442.67	470.22	516.09

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	11,776.054	3,925.351	42.186	0.000
Within Groups	8	744.384	93.048		
Total	11	12,520.438			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 18.16 ก.ก./ชม.

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 26.42 ก.ก./ชม.

1.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดกาแฟหลังการลอกเปลือก

ความเร็รรอบ (รอบ/นาที)	550	650	750	850
การทดลอง (% โดย น.น.)				
ครั้งที่ 1	87.69	83.34	86.59	90.59
ครั้งที่ 2	85.42	83.88	84.39	87.25
ครั้งที่ 3	86.93	85.95	86.63	87.93
ค่าเฉลี่ย	86.68	84.39	85.87	88.59

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	27.583	9.194	4.602	0.037
Within Groups	8	15.984	1.998		
Total	11	43.567			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 2.66 %

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 3.87 %

1.4 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขณะไม่มีภาระ (กิโลวัตต์)

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	550	650	750	850
การทดลอง (กิโลวัตต์)				
ครั้งที่ 1	0.91	0.98	1.17	2.11
ครั้งที่ 2	0.94	0.95	1.18	2.10
ครั้งที่ 3	0.91	0.95	1.19	2.12
ค่าเฉลี่ย	0.92	0.96	1.18	2.11

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	2.791	0.930	4,651.375	0.000
Within Groups	8	1.600×10^{-3}	2.000×10^{-4}		
Total	11	2.792			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 0.03 %
- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 0.04 %

1.5 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขณะมีภาระ (กิโลวัตต์)

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	550	650	750	850
การทดลอง (กิโลวัตต์)				
ครั้งที่ 1	2.33	2.37	2.68	3.53
ครั้งที่ 2	2.28	2.39	2.72	3.54
ครั้งที่ 3	2.32	2.38	2.61	3.52
ค่าเฉลี่ย	2.31	2.38	2.67	3.53

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	2.827	0.942	942.275	0.000
Within Groups	8	8.000×10^{-3}	1.000×10^{-3}		
Total	11	2.835			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 0.06 %

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 0.09 %

1.6 ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./ก.ก.)

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	550	650	750	850
การทดลอง (ลบ.ม./ก.ก.)				
ครั้งที่ 1	3.24×10^{-4}	3.22×10^{-4}	3.11×10^{-4}	2.91×10^{-4}
ครั้งที่ 2	3.26×10^{-4}	3.24×10^{-4}	3.11×10^{-4}	2.94×10^{-4}
ครั้งที่ 3	3.27×10^{-4}	3.22×10^{-4}	3.12×10^{-4}	2.92×10^{-4}
ค่าเฉลี่ย	3.26×10^{-4}	3.23×10^{-4}	3.11×10^{-4}	2.92×10^{-4}

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	2.051×10^{-9}	6.838×10^{-10}	431.860	0.000
Within Groups	8	1.267×10^{-11}	1.583×10^{-12}		
Total	11	2.064×10^{-9}			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 2.37×10^{-6} (เมตร/วินาที)

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 3.45×10^{-6} (เมตร/วินาที)

1.7 เปอร์เซ็นต์เมล็ดกาแฟที่แตกหัก

ความเร็วยรอบ (รอบ/นาที) การทดลอง (%)	550	650	750	850
ครั้งที่ 1	1	6	5	23
ครั้งที่ 2	3	5	6	21
ครั้งที่ 3	2	5	7	20
ครั้งที่ 4	3	4	8	25
ครั้งที่ 5	3	3	8	22
ครั้งที่ 6	2	7	7	26
ครั้งที่ 7	1	7	4	21
ครั้งที่ 8	1	5	5	19
ครั้งที่ 9	3	6	6	23
ครั้งที่ 10	3	6	7	24
ค่าเฉลี่ย	2.20	5.40	6.30	22.40

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	2460.275	820.092	357.858	0.000
Within Groups	36	82.500	2.292		
Total	39	2542.775			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 1.56%

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 2.27%

1.8 เปอร์เซ็นต์เมล็ดกาแฟที่ไม่แตกหัก

ความเร็รรอบ (รอบ/นาที) การทดลอง (%)	550	650	750	850
ครั้งที่ 1	99	94	95	77
ครั้งที่ 2	97	95	94	79
ครั้งที่ 3	98	95	93	80
ครั้งที่ 4	97	96	92	75
ครั้งที่ 5	97	97	92	78
ครั้งที่ 6	98	93	93	74
ครั้งที่ 7	99	93	96	79
ครั้งที่ 8	99	95	95	81
ครั้งที่ 9	97	94	94	77
ครั้งที่ 10	97	94	93	76
ค่าเฉลี่ย	97.80	94.60	93.70	77.60

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	2460.275	820.092	357.858	0.000
Within Groups	36	82.500	2.292		
Total	39	2542.775			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 1.56%

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 2.27%

1.9 เปอร์เซ็นต์เมล็ดกาแฟที่ลอกเมื่อหมด

ความเร็วยรอบ (รอบ/นาที) การทดลอง (%)	550	650	750	850
ครั้งที่ 1	74	98	99	100
ครั้งที่ 2	68	99	98	99
ครั้งที่ 3	76	97	100	100
ครั้งที่ 4	78	97	99	99
ครั้งที่ 5	73	98	97	98
ครั้งที่ 6	76	97	98	99
ครั้งที่ 7	81	99	98	99
ครั้งที่ 8	80	99	98	98
ครั้งที่ 9	72	97	99	99
ครั้งที่ 10	74	98	97	97
ค่าเฉลี่ย	75.20	97.90	98.30	98.80

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	4017.700	1339.233	304.756	0.000
Within Groups	36	158.200	4.394		
Total	39	4175.900			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 2.16%

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 3.15%

1.10 เปอร์เซ็นต์เศษตกค้างปะปน

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที) การทดลอง (% โดย น.น.)	550	650	750	850
ครั้งที่ 1	1.97	1.75	1.55	2.23
ครั้งที่ 2	2.01	1.68	2.32	1.95
ครั้งที่ 3	1.95	1.68	1.95	1.89
ครั้งที่ 4	1.71	2.09	1.72	1.85
ครั้งที่ 5	2.25	1.99	1.94	1.98
ครั้งที่ 6	2.31	1.92	2.06	2.05
ครั้งที่ 7	1.84	2.32	2.17	2.25
ครั้งที่ 8	1.65	1.97	1.96	1.98
ครั้งที่ 9	1.63	2.08	1.88	2.23
ครั้งที่ 10	1.98	2.02	1.84	1.77
ค่าเฉลี่ย	1.93	1.95	1.94	2.02

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	4.803×10^{-2}	1.601×10^{-2}	0.376	0.771
Within Groups	36	1.534	4.262×10^{-2}		
Total	39	1.582			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 0.21% โดยน้ำหนัก
- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 0.31% โดยน้ำหนัก

1.11 เปรียบเทียบความชื้นของเมล็ดกาแฟหลังการลอกเมือก

ความเร็รรอบ (รอบ/นาที) การทดลอง (% โดย น.น.)	550	650	750	850
ครั้งที่ 1	51.50	53.20	53.70	55.60
ครั้งที่ 2	53.70	55.60	53.40	56.80
ครั้งที่ 3	52.90	54.50	52.80	52.70
ครั้งที่ 4	52.40	54.70	55.60	54.50
ครั้งที่ 5	53.50	52.50	51.50	52.90
ค่าเฉลี่ย	52.80	54.10	53.40	54.50

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3	8.500	2.833	1.490	0.256
Within Groups	16	30.500	1.906		
Total	19	39.000			

- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 2.01% โดยน้ำหนัก
- ค่า LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ 2.93% โดยน้ำหนัก

2. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลการทดลองและเปรียบเทียบวิธีการลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า

2.1 เปอร์เซ็นต์เมล็ดกาแฟที่แตกหัก

การทดลอง (%)	วิธี	หมักธรรมชาติ	เครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า
ครั้งที่ 1		2	4
ครั้งที่ 2		1	6
ครั้งที่ 3		2	7
ครั้งที่ 4		2	5
ครั้งที่ 5		1	6
ครั้งที่ 6		4	6
ครั้งที่ 7		1	7
ครั้งที่ 8		3	6
ครั้งที่ 9		1	4
ครั้งที่ 10		2	8
ค่าเฉลี่ย		1.90	5.90

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	80.000	80.000	60.504	0.000
Within Groups	18	23.800	1.322		
Total	19	103.800			

2.2 เปรียบเทียบเมล็ดกาแฟที่ไม่แตกหัก

การทดลอง (%)	วิธี	หมักธรรมชาติ	เครื่องลอกเมื่อกาแฟอาราบิก้า
	ครั้งที่ 1	98	96
	ครั้งที่ 2	99	94
	ครั้งที่ 3	98	93
	ครั้งที่ 4	98	95
	ครั้งที่ 5	99	94
	ครั้งที่ 6	96	94
	ครั้งที่ 7	99	93
	ครั้งที่ 8	97	94
	ครั้งที่ 9	99	96
	ครั้งที่ 10	98	92
	ค่าเฉลี่ย	98.10	94.10

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	80.000	80.000	60.504	0.000
Within Groups	18	23.800	1.322		
Total	19	103.800			

2.3 เปรูเซ็นต์เมล็ดกาแฟที่ลอกเมือกหมด

การทดลอง (%)	วิธี	หมักธรรมชาติ	เครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า
ครั้งที่ 1		100	97
ครั้งที่ 2		100	99
ครั้งที่ 3		100	99
ครั้งที่ 4		100	98
ครั้งที่ 5		100	99
ครั้งที่ 6		100	98
ครั้งที่ 7		100	98
ครั้งที่ 8		100	97
ครั้งที่ 9		100	98
ครั้งที่ 10		100	99
ค่าเฉลี่ย		100	98.20

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	16.200	16.200	52.071	0.000
Within Groups	18	5.600	0.311		
Total	19	21.800			

2.4 เปอร์เซนต์ความชื้นของเมล็ดกาแฟหลังการลอกเมือก

การทดลอง (%)	วิธี	หมักธรรมชาติ	เครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า
	ครั้งที่ 1	61.30	51.80
	ครั้งที่ 2	61.50	54.10
	ครั้งที่ 3	60.80	54.50
	ครั้งที่ 4	59.70	53.30
	ครั้งที่ 5	58.70	52.30
	ค่าเฉลี่ย	60.40	53.20

ANOVA Table

Source of Variance	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	1	129.600	129.600	70.627	0.000
Within Groups	8	14.680	1.835		
Total	9	144.280			

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของการลอกเปลือกกาแฟอาราบิก้าด้วยวิธีการ
หมักธรรมชาติและวิธีการใช้เครื่องลอกเปลือกกาแฟอาราบิก้า

การคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่าย

กาแฟอาราบิก้าเป็นพืชที่ให้ผลผลิตช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ รวมระยะเวลา
ประมาณ 4 เดือน ผลกาแฟเมื่อเก็บเกี่ยวจำเป็นต้องทำการผลิตเป็นสารกาแฟเพื่อจำหน่ายหรือเก็บ
รักษาต่อไป ในการคำนวณคิดระยะเวลาการลอกเปลือกกาแฟเพื่อทำการผลิตสารกาแฟรวม 120 วัน

1. วิธีการหมักธรรมชาติ

การหมักกาแฟอาราบิก้า 1 ครั้ง ใช้เวลา 30 ชม. ดังนั้นสามารถทำงานได้มากที่สุด 96 ครั้ง/ปี

1.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)

- ค่าเสื่อมราคาบ่อหมักกาแฟ

คิดค่าก่อสร้างบ่อหมักขนาด 1.13 × 3.16 × 0.56 เมตร	15,000	บาท
อายุการใช้งาน	10	ปี
ราคาบ่อหมักเมื่อหมดอายุการใช้งาน	0	บาท

คิดต้นทุนเป็นค่าเสื่อมราคาบ่อหมัก แบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation)

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนค่าเสื่อมราคาบ่อหมักกาแฟ} &= (P-L) / N \\ &= (15,000 - 0) / 10 \quad \text{บาท/ปี} \\ &= 1,500 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

- ค่าเสียโอกาสเงินทุนในการสร้างบ่อหมัก

คิดดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ เวลาที่ศึกษา 1.75%

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนค่าเสียโอกาสเงินทุน} &= [(P+L)/2] \times i \\ &= [(15,000+0)/2] \times 0.0175 \quad \text{บาท/ปี} \\ &= 131.25 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ต้นทุนคงที่รวม} &= 1,500 + 131.25 \quad \text{บาท/ปี} \\ &= 1,631.25 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

1.2 ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

- ค่าจ้างแรงงาน

ใช้แรงงาน 2 คน คนละ 150 บาท/ครั้งที่ทำการหมักกาแฟ

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนค่าแรงงาน} &= 2 \text{ คน/ครั้ง} \times 96 \text{ ครั้ง/ปี} \times 150 \text{ บาท/คน} \\ &= 28,800 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

- ค่าน้ำ

ใช้ปริมาณน้ำในขบวนการผลิต(การหมักกาแฟและการล้างทำความสะอาด) 1.39×10^3 ลบ.ม./กก.

คิดค่าน้ำ 10 บาท/ลบ.ม.

ต้นทุนค่าน้ำ	$= 1.39 \times 10^3 \text{ ลบ.ม./กก.} \times 800 \text{ กก./ครั้ง} \times 96 \text{ ครั้ง/ปี} \times 10 \text{ บาท/ลบ.ม.}$	
	$= 1,067.52$	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนแปรผันรวม	$= 28,800 + 1,067.52$	บาท/ปี
	$= 29,867.52$	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนรวม	$= 1,631.25 + 29,867.52$	บาท/ปี
	$= 31,498.77$	บาท/ปี
ระยะเวลา 1 ปี ใช้วิธีหมักธรรมชาติ สามารถลอกเมือกกาแฟได้	$= 800 \text{ กก./ครั้ง} \times 96 \text{ ครั้ง/ปี}$	
	$= 76,800$	กก./ปี
ดังนั้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายของวิธีหมักธรรมชาติ	$= 31,498.77 / 76,800$	บาท/ปี
	$= 0.41 \text{ บาท/กก.}$	—————(1)

2. วิธีการใช้เครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า

2.1 ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost)

- ค่าเสื่อมราคาเครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า

คิดมูลค่าเครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า	50,000	บาท
อายุการใช้งาน	7	ปี
มูลค่าเครื่องมือหมดอายุการใช้งาน	0	บาท
คิดต้นทุนเป็นค่าเสื่อมราคาของเครื่อง แบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation)		
ต้นทุนค่าเสื่อมราคาเครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า	$= (P-L)/N$	
	$= (50,000 - 0) / 7$	บาท/ปี
	$= 7,142.86$	บาท/ปี

- ค่าเสียโอกาสเงินทุนเครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้า

ดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ เวลาที่ศึกษา 1.75%

ต้นทุนค่าเสียโอกาสเงินทุน	$= [(P+L)/2] \times i$	
	$= [(50,000+0)/2] \times 0.0175$	บาท/ปี
	$= 437.50$	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม	$= 7,142.86 + 437.5$	บาท/ปี
	$= 7580.36$	บาท/ปี

2.2 ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

- ค่าจ้างแรงงาน

ใช้แรงงาน 2 คน วันละ 150 บาท/คน ระยะเวลาในการลอกเมือกกาแฟ 120 วัน/ปี

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนค่าแรงงาน} &= 2 \text{ คน/วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี} \times 150 \text{ บาท/คน} \\ &= 36,000 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

- ค่าน้ำ

เครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้าทำงานได้ 468.11 กก./ชม. ใช้ปริมาณน้ำ 3.09×10^{-4} ลบ.ม./กก.
คิดค่าน้ำ 10 บาท/ลบ.ม.

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนค่าน้ำ} &= 3.09 \times 10^{-4} \text{ ลบ.ม./กก.} \times 468.11 \text{ กก./ชม.} \times 8 \text{ ชม./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี} \times 10 \text{ บาท/ลบ.ม.} \\ &= 1,388.60 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

- ค่าไฟฟ้า

เครื่องลอกเมือกกาแฟอาราบิก้าใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน 6.87 แอมแปร์ 380 โวลต์

จากความสัมพันธ์

$$P = I \times V$$

$$\text{ดังนั้นเครื่องใช้พลังงาน} = 6.87 \times 380$$

กิโลวัตต์

$$= 2.61$$

กิโลวัตต์

ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

$$= 2.61 \times 8$$

กิโลวัตต์×ชม./วัน

$$= 20.88$$

กิโลวัตต์×ชม./วัน

คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

$$= 3$$

บาท/กิโลวัตต์×ชม.

$$\text{ต้นทุนค่าไฟฟ้า} = 20.88 \text{ กิโลวัตต์} \times \text{ชม./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี} \times 3 \text{ บาท/กิโลวัตต์} \times \text{ชม.}$$

$$= 7,516.80$$

บาท/ปี

- ค่าซ่อมบำรุง

คิดคงที่เท่ากับร้อยละ 5 ของมูลค่าเครื่องตลอดอายุการใช้งาน

$$= 0.05 \times 50,000$$

บาท/ปี

$$= 2,500$$

บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม

$$= 36,000 + 1,388.60 + 7,516.80 + 2,500 \text{ บาท/ปี}$$

$$= 47,405.40$$

บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด

$$= 7,580.36 + 47,405.40$$

บาท/ปี

$$= 54,985.76$$

บาท/ปี

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องลอกเมือกกาแฟสามารถทำงานได้

$$= 468.11 \text{ กก./ชม.} \times 8 \text{ ชม./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$$

$$= 449,385.60$$

กก./ปี

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ต้นทุนค่าใช้จ่ายของวิธีใช้เครื่องลอกเมื่ออกกาแฟ} &= 54,985.76 / 449,385.60 \text{ บาท/ก.ก.} \\ &= 0.12 \text{ บาท/ก.ก.} \quad \text{_____}(2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นวิธีใช้เครื่องลอกเมื่ออกกาแฟมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีหมักธรรมชาติ} \\ &= 0.41 - 0.12 \text{ บาท/ก.ก.} \\ &= 0.29 \text{ บาท/ก.ก.} \quad \text{_____}(3) \end{aligned}$$

การคำนวณจุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน

1. วิธีการหมักธรรมชาติ

คิดก่อสร้างบ่อหมักและทำการลอกเมื่ออกกาแฟ	0.54	บาท/ก.ก.
มีต้นทุนค่าใช้จ่าย	0.41	บาท/ก.ก.
ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่ม	0.13	บาท/ก.ก.
การใช้บ่อหมักสามารถลอกเมื่ออกกาแฟได้	76,800	ก.ก./ปี
หาจุดคุ้มทุนของการใช้บ่อหมักกาแฟจากความสัมพันธ์, รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย		
ดังนั้นได้ว่า	$0.54 \text{ บาท/ก.ก.} \times N \text{ ก.ก./ปี} = 0.41 \text{ บาท/ก.ก.} \times 76,800$	ก.ก./ปี
โดยที่	$N = \text{ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน}$	ก.ก./ปี
	$= (0.41 \times 76,800) / 0.54$	ก.ก./ปี
	$= 58,311.11$	ก.ก./ปี
ดังนั้นจะคุ้มทุนเมื่อทำการลอกเมื่ออกกาแฟ	58,311.11	ก.ก./ปี _____(4)
ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่มในการทำงาน	$= (76,800 - 58,311.11) \times 0.13$	บาท/ปี
	$= 2,403.56$	บาท/ปี

หาระยะเวลาคืนทุนจากความสัมพันธ์,

$$\begin{aligned} \text{ระยะเวลาคืนทุนบ่อหมักกาแฟ} &= \text{ราคาบ่อหมักกาแฟ/มูลค่าเพิ่ม} \\ &= 15,000 \text{ บาท} / 2,403.56 \quad \text{บาท/ปี} \\ &= 6.3 \text{ ปี} \quad \text{_____}(5) \end{aligned}$$

หาอัตราผลตอบแทนเงินลงทุนจากความสัมพันธ์,

$$\begin{aligned} \text{อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนบ่อหมักกาแฟ} &= (\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ/มูลค่าบ่อหมัก}) \times 100\% \\ &= (2,403.56 \text{ บาท/ปี} / 15,000 \text{ บาท}) \times 100\% \\ &= 16.02\% / \text{ปี} \quad \text{_____}(6) \end{aligned}$$

2. วิธีการใช้เครื่องลอกเมื่ออกกาแฟอาราบิก้า

คิดซื้อเครื่องและทำการลอกเมื่ออกกาแฟ	0.25	บาท/ก.ก.
มีต้นทุนค่าใช้จ่าย	0.12	บาท/ก.ก.

ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่ม 0.13 บาท/ก.ก.

เครื่องลอกเปลือกกาแฟอาราบิก้าสามารถทำงานได้ 449,385.60 ก.ก./ปี

หาจุดคุ้มทุนของเครื่องจากความสัมพันธ์, รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นได้ว่า $0.25 \text{ บาท/ก.ก} \times N \text{ ก.ก./ปี} = 0.12 \text{ บาท/ก.ก.} \times 449,385.60 \text{ ก.ก./ปี}$

โดยที่ $N = \text{ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน, ก.ก./ปี}$

$$= (0.12 \times 449,385.60) / 0.25 \quad \text{ก.ก./ปี}$$

$$= 215,705.09 \quad \text{ก.ก./ปี}$$

ดังนั้นจะคุ้มทุนเมื่อเครื่องทำการลอกเปลือกกาแฟ 215,705.09 ก.ก/ปี _____ (7)

มูลค่าเพิ่มในการทำงานของเครื่อง $= (449,385.60 - 215,705.09) \times 0.13$ บาท/ปี

$$= 30,378.47 \quad \text{บาท/ปี}$$

หาระยะเวลาคืนทุนจากความสัมพันธ์,

ระยะเวลาคืนทุนเครื่องลอกเปลือกกาแฟอาราบิก้า = ราคาเครื่อง/มูลค่าเพิ่ม

$$= 50,000 \text{ บาท} / 30,378.47 \text{ บาท/ปี}$$

$$= 1.7 \text{ ปี} \quad \text{_____ (8)}$$

หาอัตราผลตอบแทนเงินทุนจากความสัมพันธ์,

อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนเครื่องลอกเปลือกกาแฟ = (มูลค่าเพิ่มสุทธิ/มูลค่าเครื่อง) $\times 100\%$

$$= (30,378.47 \text{ บาท/ปี} / 50,000 \text{ บาท}) \times 100\%$$

$$= 60.76\% \text{ /ปี} \quad \text{_____ (9)}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

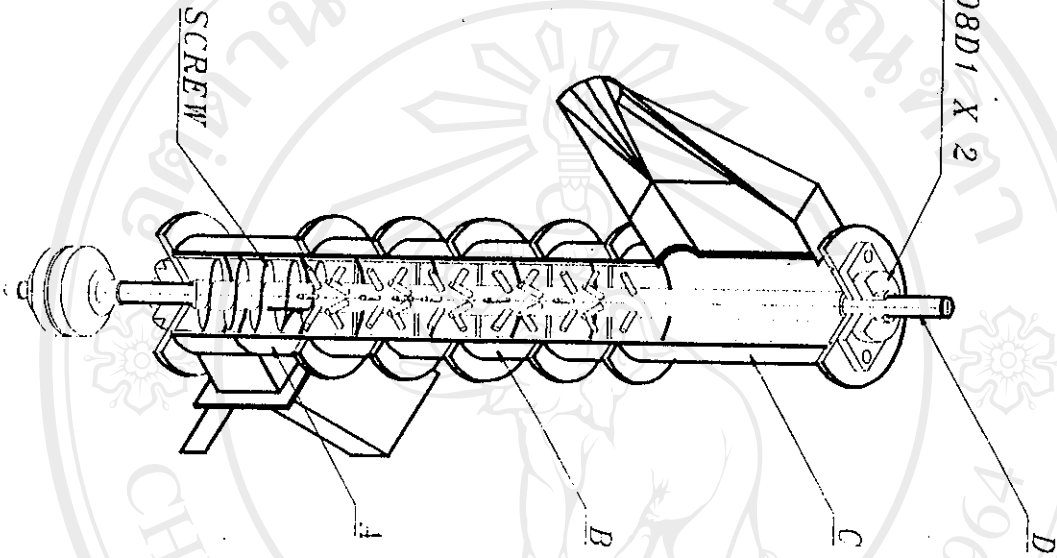


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

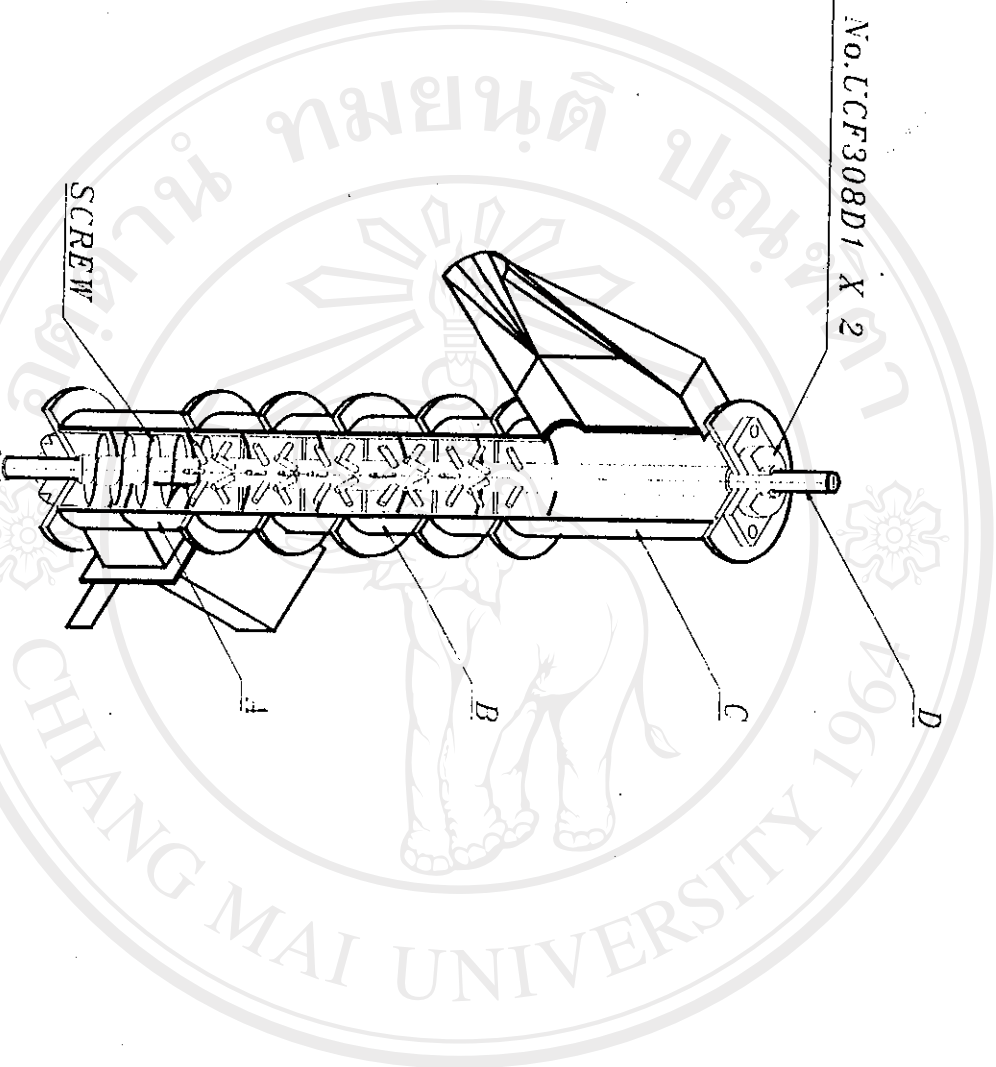
Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

Bearing No. LCFF308D1 X 2

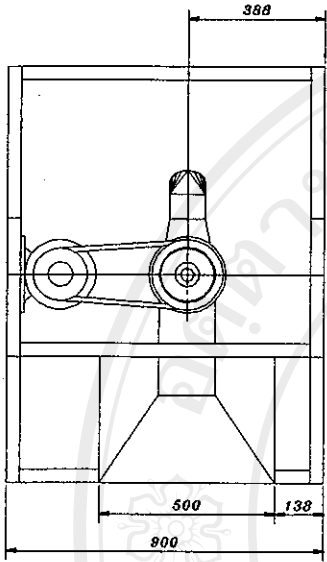


D	สกรูเกลียวเล็ก	050			
C	วงแหวนรอง	carbon steel pipe dia. 156.2			
B	ปะเก็น				
A	แบริ่งลูกปืนเล็ก	carbon steel pipe dia. 156.2	PCA - 02		1
จำนวน					
ชื่อรายการ					
อัตราส่วน					
1 : 15					

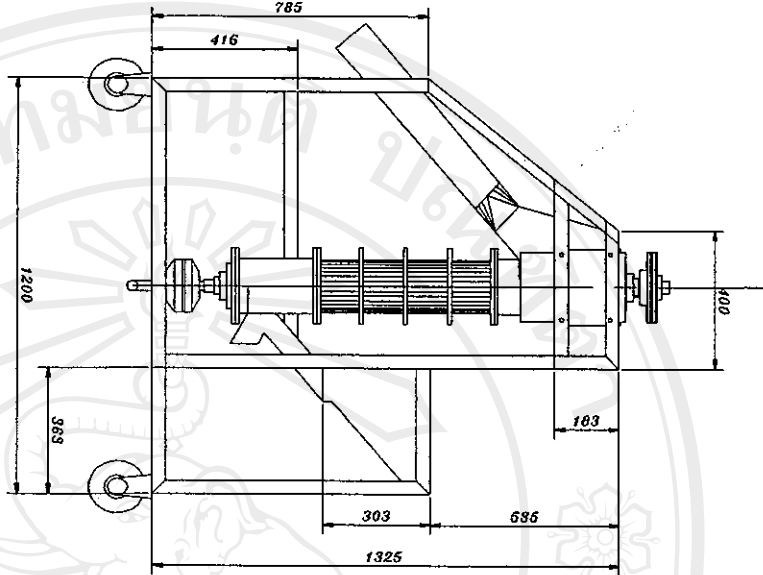


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

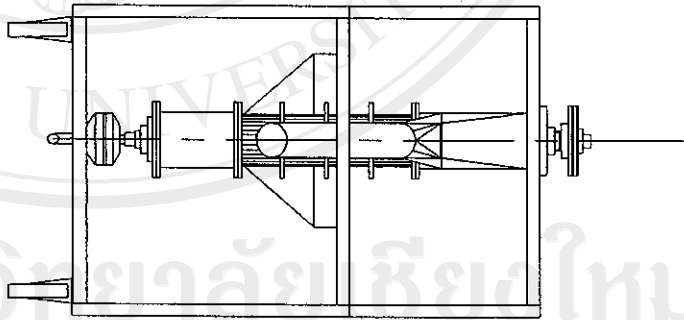
TOP VIEW



FRONT VIEW

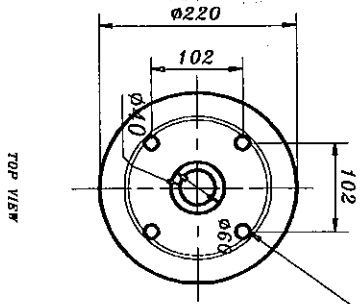


SIDE VIEW

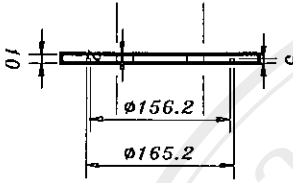


สถาปัตย	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ
1 : 15	เครื่องตอกเสาเข็ม	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

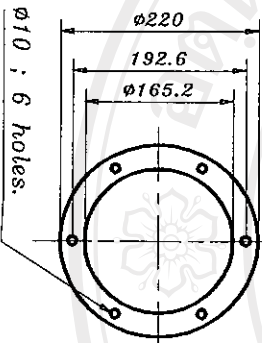


TOP VIEW



SIDE VIEW

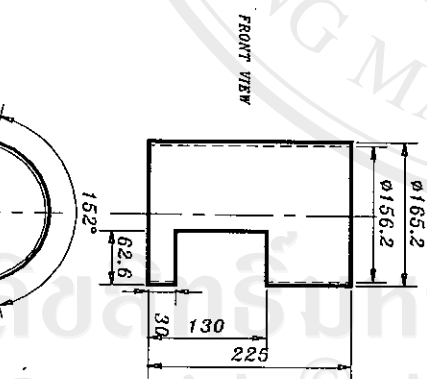
STUD 3/8" X 4



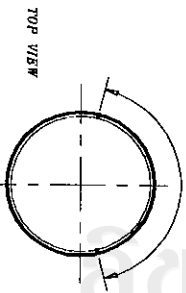
TOP VIEW



SIDE VIEW



FRONT VIEW



TOP VIEW

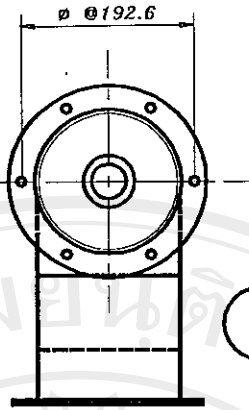
CARBON STEEL TUBES JIS G3444
 φ out 156.2 φ in 156.2 mm

A2

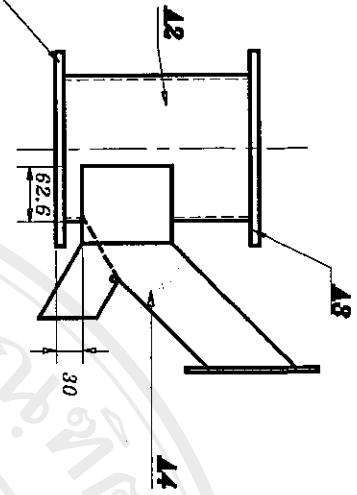
ขนาดท่อ 1 1/2 นิ้ว

ขนาดท่อ 1 1/2 นิ้ว

TOP VIEW

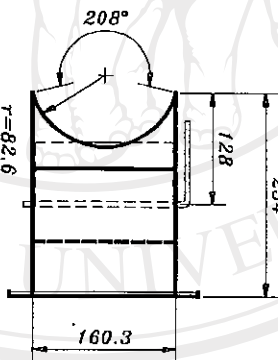


FRONT VIEW

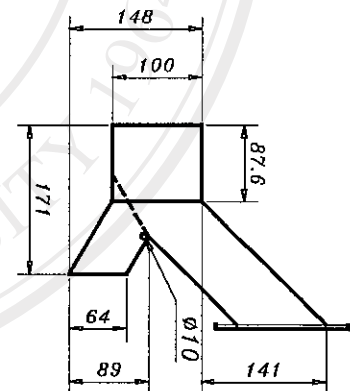


FRONT VIEW

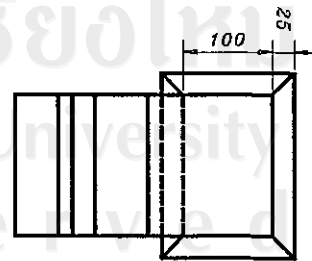
TOP VIEW



FRONT VIEW



FRONT VIEW

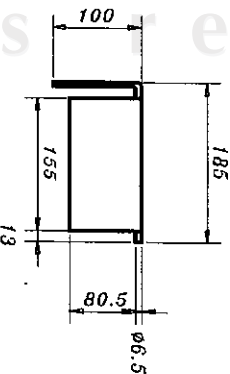


SIDE VIEW

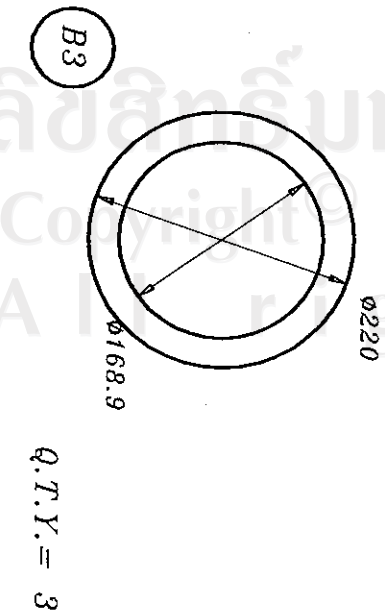
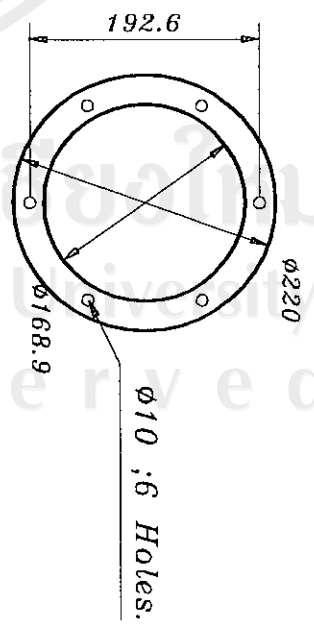
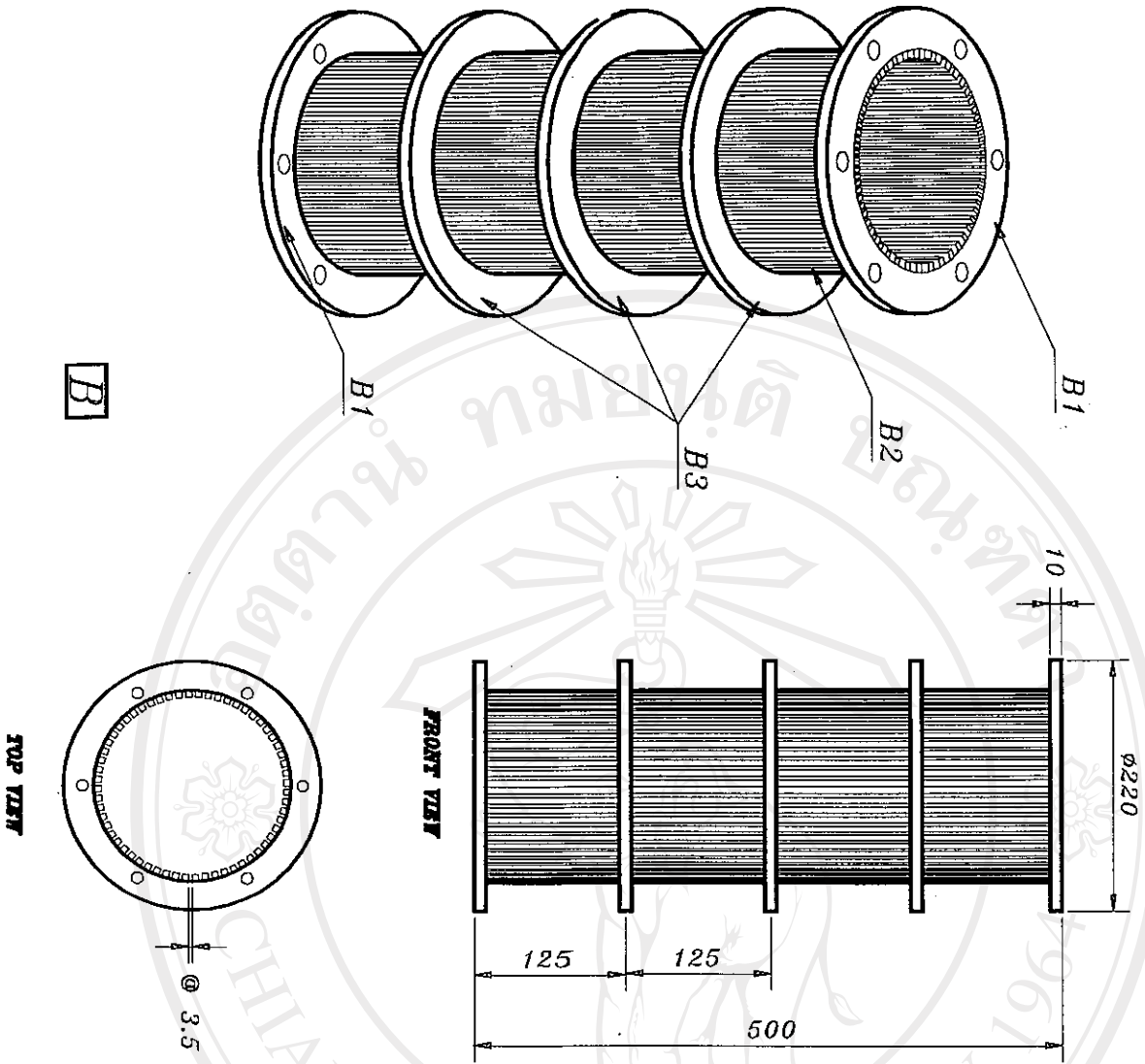
Steel sheet thk. 2 mm

แผ่นเหล็กหนา 2 มม.

A4



SIDE VIEW

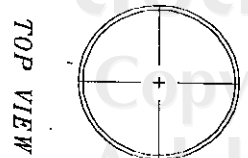
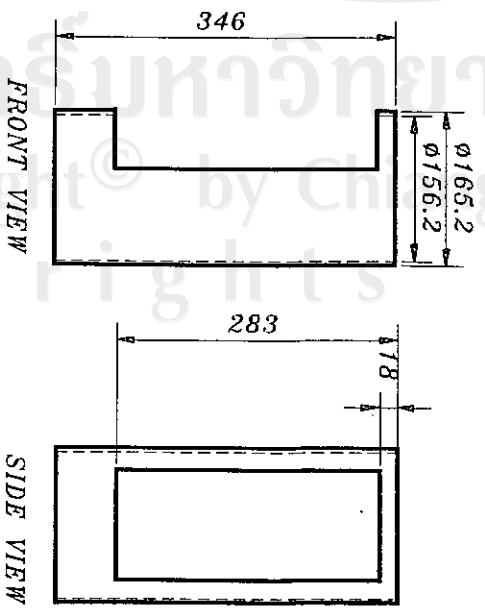
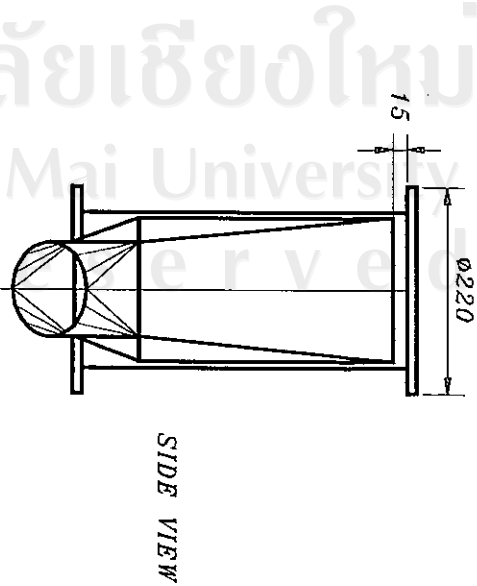
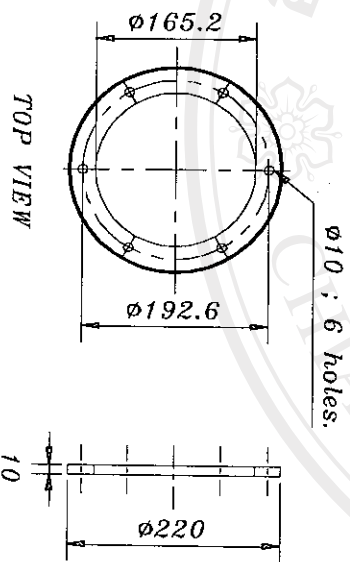
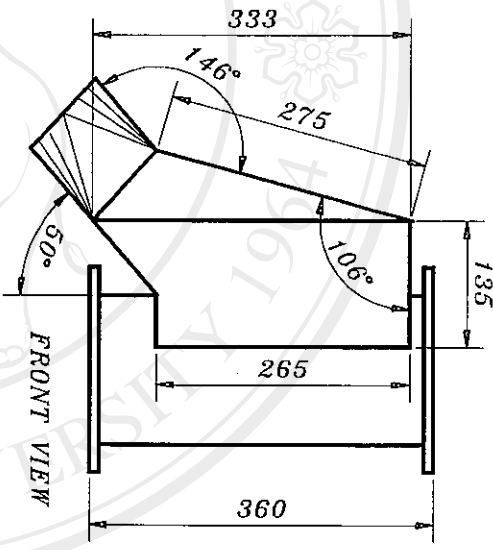
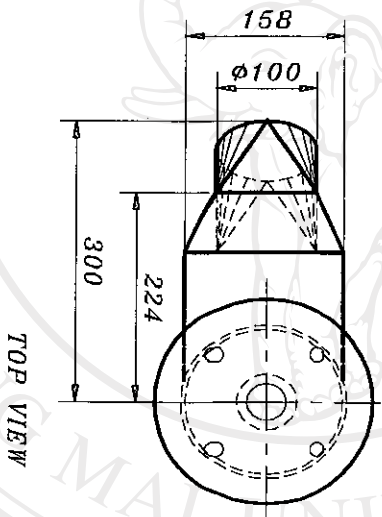
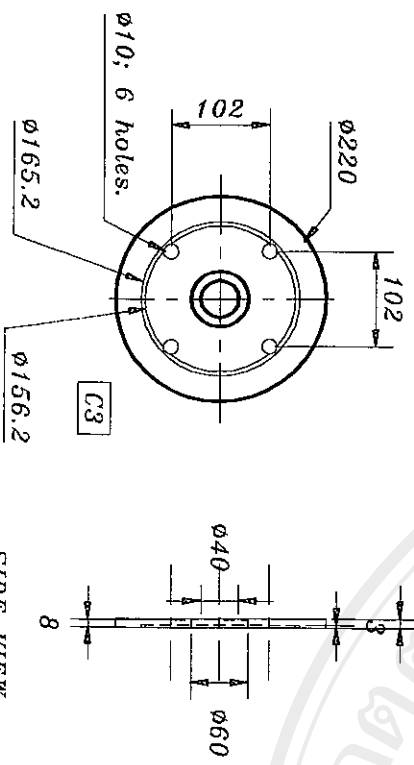
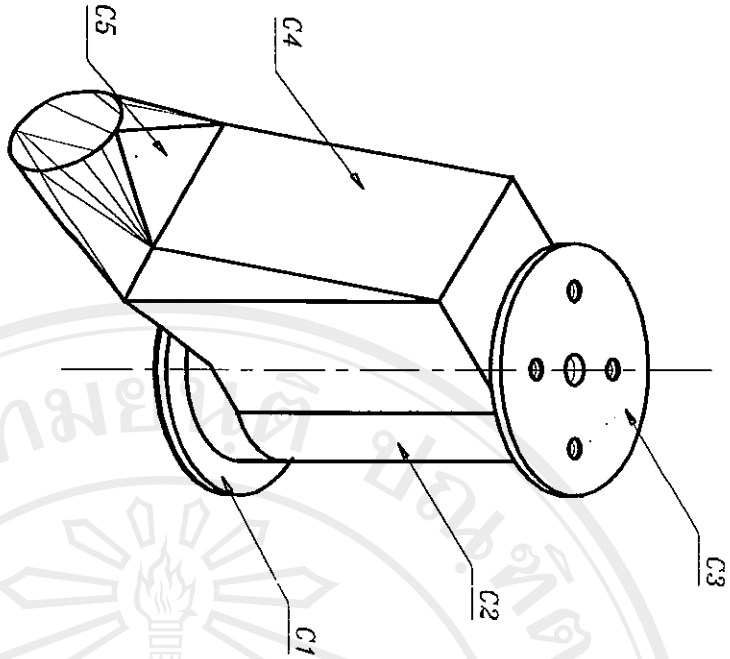


B

TOP VIEW

FRONT VIEW

117

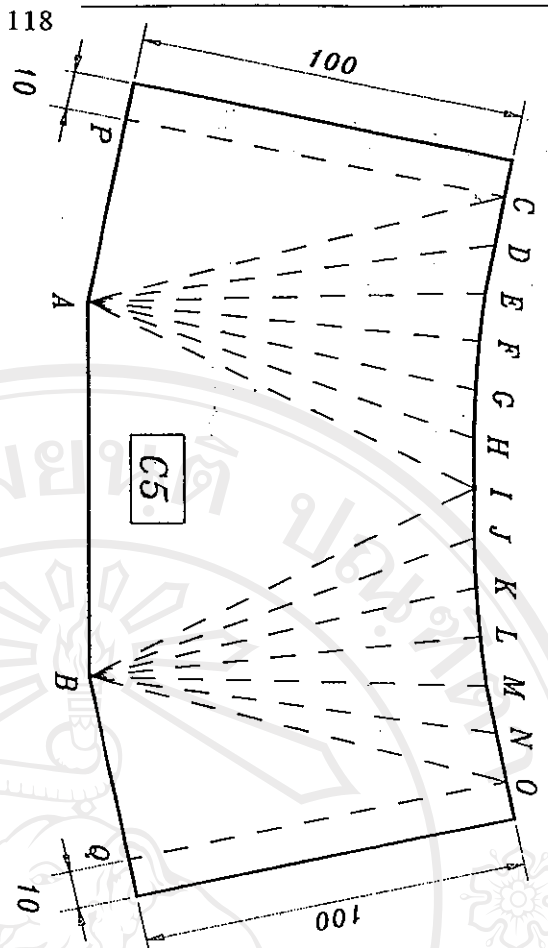


SIDE VIEW

หน้างาน

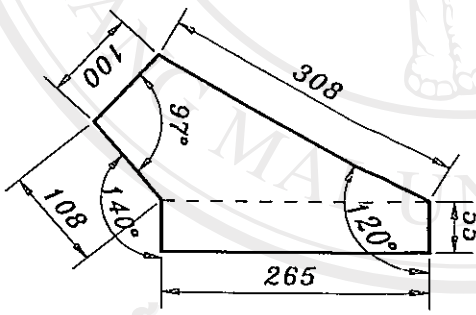
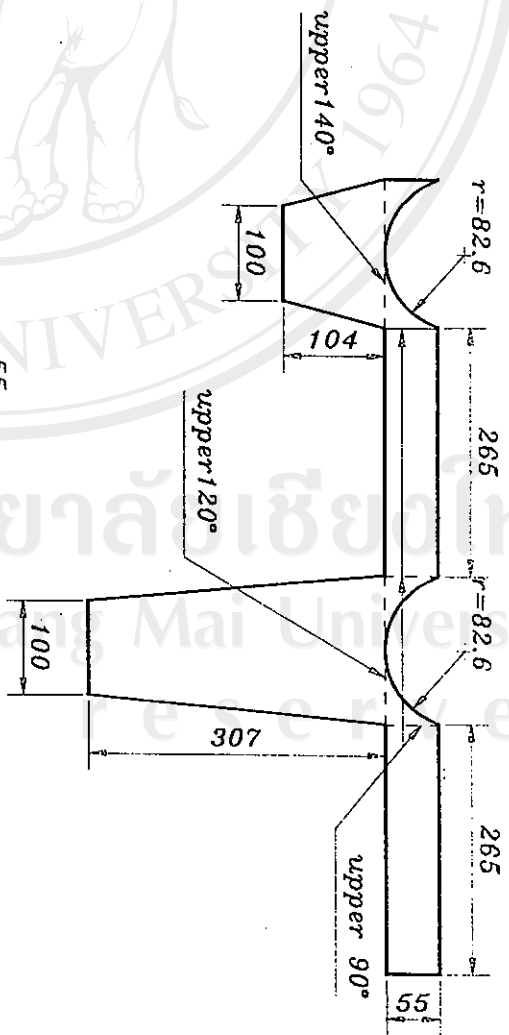
ชื่อวิชา

มหาวิทยาลัย



- A-C=112
- A-D=107
- A-E=103.3
- A-F=102.2
- A-G=103.3
- A-H=107
- A-I=112
- P-A=50
- A-B=100
- B-I=112
- B-J=107
- B-K=103.3
- B-L=102.2
- B-M=103.3
- B-N=107
- B-O=112
- B-Q=50
- ©C-D=13

1 : 4

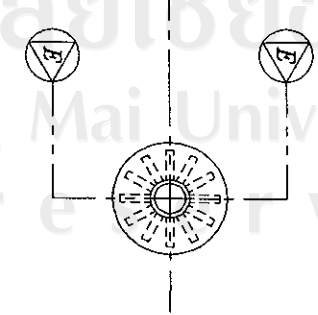
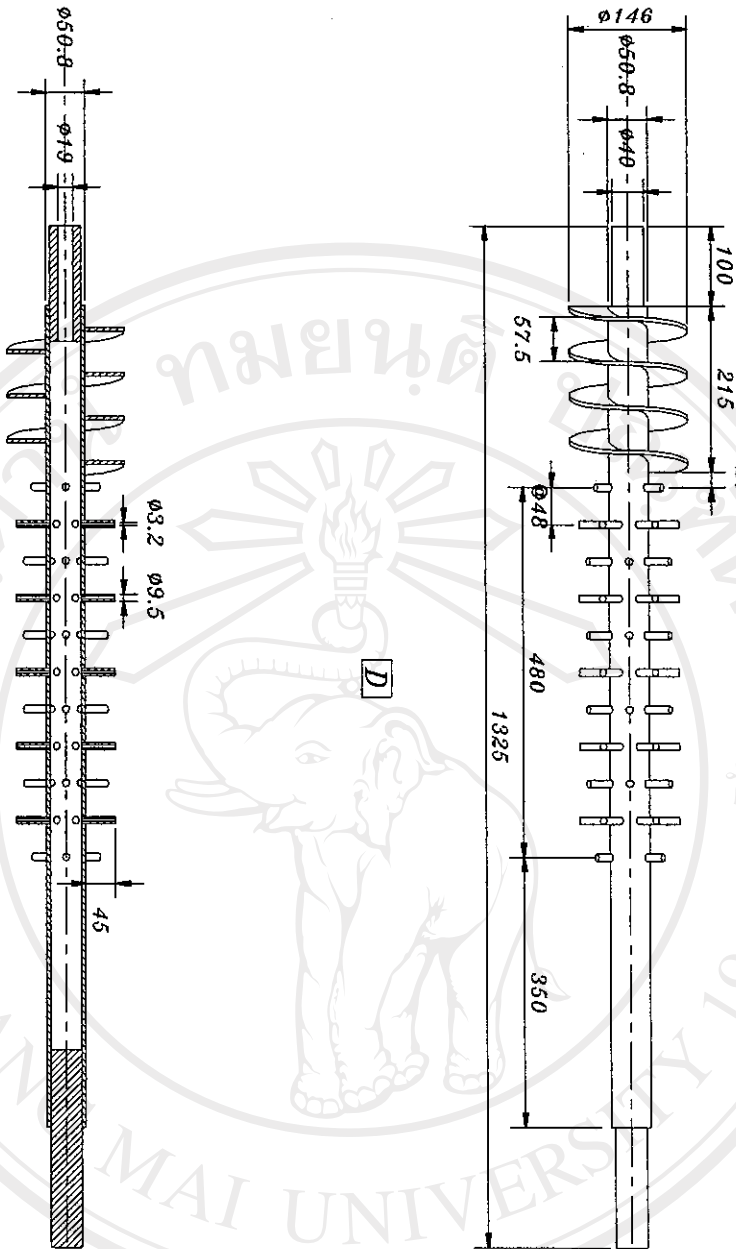


Q.T.Y.=2

1 : 15

C4

รหัสส่วน	ชื่อชิ้นงาน	รายละเอียดงาน
MM.		หมอกดแป้น
		PCA - 05



ชุดตลับคุมเฟือง

มาตรฐาน

ชื่อชิ้นงาน

หมายเลขแบบ

1 : 15

MM.

ชุดเฟืองตลับลิ้น

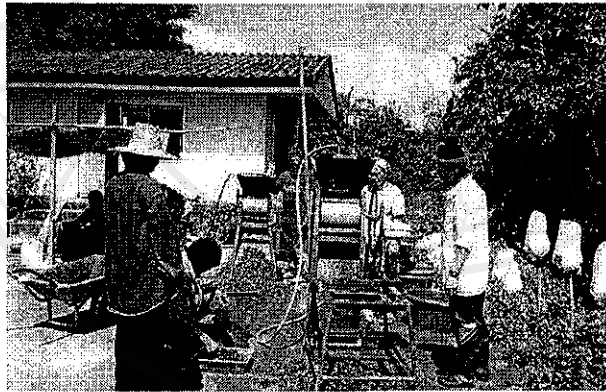
PCA - 06

ภาคผนวก ง.

ขั้นตอนการผลิตสารกาแฟแบบวิธีเปียก



รูปที่ 1. เมล็ดกาแฟสุกเต็มที่พร้อมทำการเก็บเกี่ยว



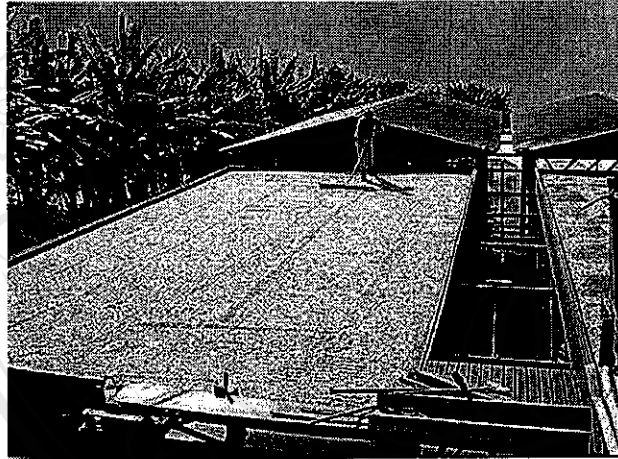
รูปที่ 2. ปอกเปลือกนอกผลกาแฟ ได้เมล็ดกาแฟพร้อมเมือก



รูปที่ 3. ลอกเมือกเมล็ดกาแฟ



รูปที่ 4. เมล็ดกาแพที่ผ่านการลอกเมือกนำไปทำการลดความชื้น



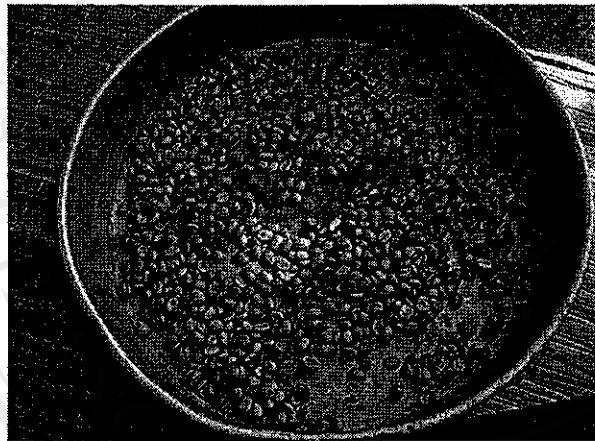
รูปที่ 5. การพลิกกลับเมล็ดกาแพช่วยให้เมล็ดกาแพแห้งอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 6. กาแพที่ตากแห้งจะมีเปลือกชั้นในหุ้มอยู่



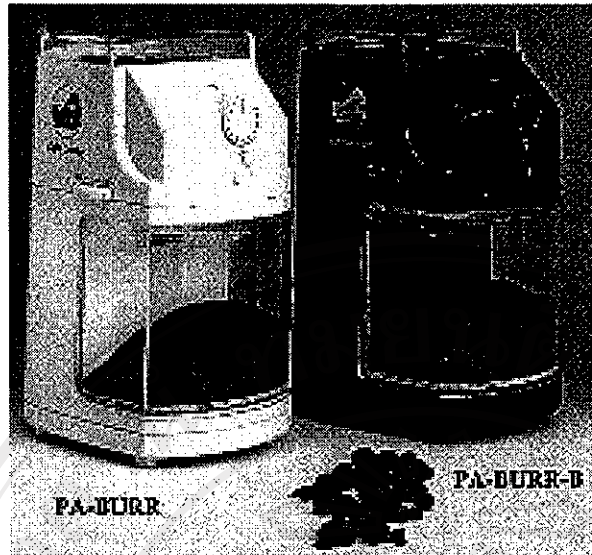
รูปที่ 7. เครื่องสีเปลือกชั้นใน (กะลา)กาแฟ



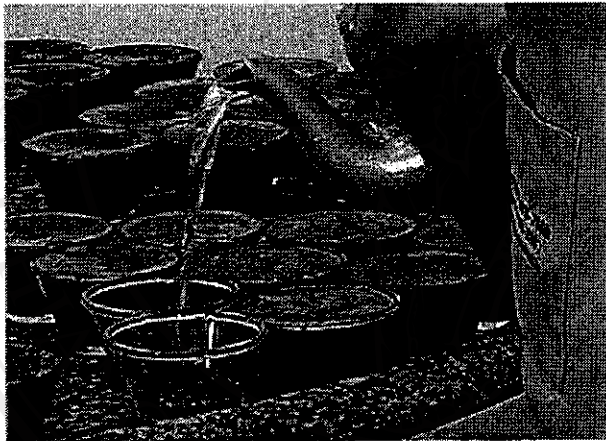
รูปที่ 8. สรรกาแฟที่ได้



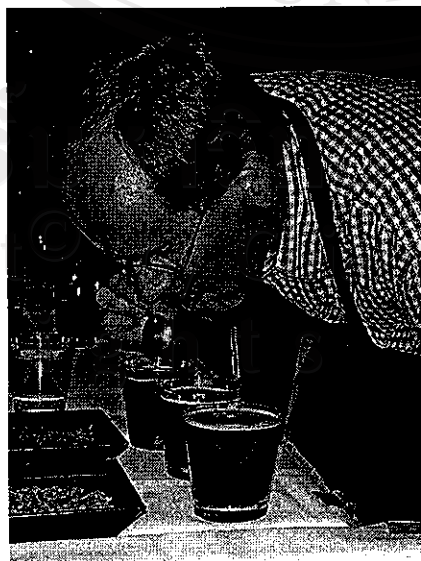
รูปที่ 9. การคั่วกาแฟ



รูปที่ 10. การบดสารกาแฟได้สารกาแฟคั่วบด



รูปที่ 5.11 ชงสารกาแฟคั่วบดด้วยน้ำร้อน



รูปที่ 5.12 วิเคราะห์คุณภาพสารกาแฟด้วยวิธีการชิม (cup test)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพุทธธินันท์ จารุวัฒน์
วัน เดือน ปีเกิด	30 มิถุนายน พ.ศ. 2519
ภูมิลำเนา	68 ถ.ชลบุรี-บ้านบึง ต.บ้านบึง อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาเครื่องจักรกลเกษตร ปีการศึกษา 2541 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved