

ภาคผนวก ก.

ตารางบันทึกข้อมูลการวัดขนาดและน้ำหนักผลกาแฟอาราบิก้าสด 100 ผล

ตัวอย่าง \ ขนาด	ด้านกว้าง (มิลลิเมตร)	ด้านยาว (มิลลิเมตร)	ด้านหนา (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
1	16.92	17.77	15.23	2.00
2	15.32	16.09	13.79	1.81
3	12.47	13.09	11.22	1.47
4	11.77	12.36	10.59	1.39
5	17.31	18.18	15.58	2.05
6	16.65	17.48	14.99	1.97
7	13.29	13.95	11.96	1.57
8	11.94	12.54	10.75	1.41
9	11.87	12.46	10.68	1.40
10	14.36	15.08	12.92	1.70
11	12.12	12.73	10.91	1.43
12	11.97	12.57	10.77	1.42
13	13.38	14.05	12.04	1.58
14	13.44	14.11	12.10	1.59
15	16.98	17.83	15.28	2.01
16	14.55	15.28	13.10	1.72
17	13.87	14.56	12.48	1.64
18	15.54	16.32	13.99	1.84
19	13.86	14.55	12.47	1.64
20	16.12	16.93	14.51	1.91
21	15.94	16.74	14.35	1.88
22	15.73	16.52	14.16	1.86
23	13.95	14.65	12.56	1.65
24	12.57	13.20	11.31	1.49
25	15.72	16.51	14.15	1.86

ตัวอย่าง \ ขนาด	ด้านกว้าง (มิลลิเมตร)	ด้านยาว (มิลลิเมตร)	ด้านหนา (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
26	16.51	17.34	14.86	1.95
27	17.84	18.73	16.06	2.11
28	14.47	15.19	13.02	1.71
29	13.33	14.00	12.00	1.58
30	12.12	12.73	10.91	1.43
31	13.57	14.25	12.21	1.60
32	14.91	15.66	13.42	1.76
33	15.87	16.66	14.28	1.88
34	16.41	17.23	14.77	1.94
35	15.57	16.35	14.01	1.84
36	15.87	16.66	14.28	1.88
37	14.94	15.69	13.45	1.77
38	14.78	15.52	13.30	1.75
39	14.61	15.34	13.15	1.73
40	14.82	15.56	13.34	1.75
41	15.44	16.21	13.90	1.83
42	16.83	17.67	15.15	1.99
43	14.47	15.19	13.02	1.71
44	12.28	12.89	11.05	1.45
45	11.79	12.38	10.61	1.39
46	14.88	15.62	13.39	1.76
47	15.36	16.13	13.82	1.82
48	16.78	17.62	15.10	1.98
49	14.59	15.32	13.13	1.73
50	14.07	14.77	12.66	1.66
51	13.39	14.06	12.05	1.58
52	15.07	15.82	13.56	1.78

ตัวอย่าง \ ขนาด	ด้านกว้าง (มิลลิเมตร)	ด้านยาว (มิลลิเมตร)	ด้านหนา (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
53	16.01	16.81	14.41	1.89
54	17.05	17.90	15.35	2.02
55	13.45	14.12	12.11	1.59
56	12.94	13.59	11.65	1.53
57	13.73	14.42	12.36	1.62
58	17.03	17.88	15.33	2.01
59	17.00	17.85	15.30	2.01
60	16.93	17.78	15.24	2.00
61	15.98	16.78	14.38	1.89
62	16.41	17.23	14.77	1.94
63	15.67	16.45	14.10	1.85
64	13.43	14.10	12.09	1.59
65	15.94	16.74	14.35	1.88
66	16.57	17.40	14.91	1.96
67	16.96	17.81	15.26	2.01
68	15.34	16.11	13.81	1.81
69	14.44	15.16	13.00	1.71
70	13.78	14.47	12.40	1.63
71	15.92	16.72	14.33	1.88
72	14.93	15.68	13.44	1.77
73	17.02	17.87	15.32	2.01
74	15.81	16.60	14.23	1.87
75	11.77	12.36	10.59	1.39
76	12.37	12.99	11.13	1.46
77	16.23	17.04	14.61	1.92
78	13.84	14.53	12.46	1.64

ตัวอย่าง \ ขนาด	ด้านกว้าง (มิลลิเมตร)	ด้านยาว (มิลลิเมตร)	ด้านหนา (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
79	15.49	16.26	13.94	1.83
80	15.77	16.56	14.19	1.86
81	15.93	16.73	14.34	1.88
82	15.90	16.70	14.31	1.88
83	14.06	14.76	12.65	1.66
84	16.77	17.61	15.09	1.98
85	15.71	16.50	14.14	1.86
86	16.07	16.87	14.46	1.90
87	17.09	17.94	15.38	2.02
88	11.97	12.57	10.77	1.42
89	12.67	13.30	11.40	1.50
90	15.47	16.24	13.92	1.83
91	15.81	16.60	14.23	1.87
92	16.09	16.89	14.48	1.90
93	12.29	12.90	11.06	1.45
94	14.47	15.19	13.02	1.71
95	15.33	16.10	13.80	1.81
96	13.81	14.50	12.43	1.63
97	15.95	16.75	14.36	1.89
98	16.21	17.02	14.59	1.92
99	13.05	13.70	11.75	1.54
100	14.47	15.19	13.02	1.71
เฉลี่ย	14.85	15.59	13.37	1.76

ภาคผนวก ข

ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบเครื่องสีที่มีผลผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย

ตารางที่ 1 บันทึกข้อมูลการใช้งานของเครื่องสีเปลือกสควบแบบลูกสีทรงกระบอกหมุนแนวนอน ของ กองเกษตรวิศวกรรม 179 รอบ/นาที่ มอเตอร์ 1 แรงม้า เฟสเดียว

หัวข้อบันทึกข้อมูล	การทดลองที่	การทดลอง	การทดลอง	การทดลอง
		ที่ 1	ที่ 2	ที่ 3
น้ำหนักกาแฟก่อนการสีเปลือกสควบ (กก.)		100	100	100
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด (นาที่)		15.79	15.00	16.26
กระแสไฟฟ้าก่อนการสี(แอมแปร์)		2.70	2.80	2.70
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)		4.40	4.60	4.60
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)		715	747	788
น้ำหนักเมล็ดเมื่อหลังการสี (กก.)		61.35	67.67	61.75
น้ำหนักเปลือกสควบหลังการสี (กก.)		38.65	32.33	38.25
	ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สุ่มตัวอย่างด้านเมล็ดเมื่อ 1,000 กรัม				
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสควบ, กรัม		47.00	67.00	36.00
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม		8.00	22.00	18.00
เปลือกปนมากับเมล็ดเมื่อ, กรัม		47.00	29.00	59.00
	ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สุ่มตัวอย่างด้านทั้งเปลือกสควบ 1,000 กรัม				
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสควบ, กรัม		7.00	13.00	10.00
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม		11.00	8.00	5.00
เมล็ดเมื่อปนมากับเปลือก, กรัม		22.00	39.00	41.00

ตารางที่ 2 การคำนวณผลข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสดแบบลูกสีทรงกระบอกหมุนแนว
นอน ของกองเกษตรวิศวกรรม 179 รอบ/นาฬิกา มอเตอร์ 1 แรงม้า เฟสเดียว

หัวข้อบันทึกข้อมูล	การทดลองที่ ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
น.น.กาแพก่อนการสีเปลือกสด(ก.ก.)	100.00	100.00	100.00
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด(นาฬิกา)	15.79	15.00	16.26
อัตราการผลิต(ก.ก./ชม.)	379.98	400	369
ผลกาแพที่ไม่ถูกสีปนเมล็ดเมือก	47.00	67.00	36.00
ผลกาแพที่ไม่ถูกสีปนเปลือกสด	7.00	13.00	10.00
เปอร์เซ็นต์การสี(% โดยน้ำหนัก)	94.60	92	95.40
เมล็ดเมือกแตกเสียหายด้านเมล็ดเมือก,กรัม	8.00	22.00	18.00
เมล็ดเมือกแตกเสียหายด้านทั้งเปลือกสด,กรัม	11.00	8.00	5.00
เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกรวม(%โดยน้ำหนัก)	1.9	3	2.3
เปลือกปนมากับเมล็ดเมือก (%โดยน้ำหนัก)	47.00 4.7	29.00 2.9	59.00 5.9
เมล็ดเมือกปนมากับเปลือก,กรัม (%โดยน้ำหนัก)ก	22.00 2.2	39.00 3.9	41.00 4.1
อัตราการใช้ของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	715	747	788
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์) พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์)	4.40	4.60	4.60

ตารางที่ 3 บันทึกข้อมูลการทำงานของเครื่องสีเปลือกสดแบบลูกสีทรงกระบอกหมุนแนวนอน ของ บริษัทเพชรศรี อ.สวี จ.ชุมพร 180 รอบ/นาที 1 แรงม้า เฟสเดียว

การทดลองที่	การทดลอง ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
หัวข้อบันทึกข้อมูล			
น้ำหนักกาแฟก่อนการสีเปลือกสด (กก.)	100	100	100
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด (นาที)	13.35	11.17	14.18
กระแสไฟฟ้าก่อนการสี(แอมแปร์)	2.90	2.90	2.70
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	4.50	4.60	4.70
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	885	885	885
น้ำหนักเมล็ดเมื่อหลังการสี (กก.)	61.16	64.74	62.25
น้ำหนักเปลือกสดหลังการสี (กก.)	38.84	35.26	37.75
ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สุ่มตัวอย่างด้านเมล็ดเมื่อ 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	27.35	38.43	25.72
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	9.42	12.14	11.44
เปลือกปนมากับเมล็ดเมื่อ, กรัม	35.78	38.23	43.00
ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สุ่มตัวอย่างด้านทั้งเปลือกสด 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	9.75	11.43	7.32
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	5.67	3.97	3.86
เมล็ดเมื่อปนมากับเปลือก, กรัม	21.40	37.98	23.24

ตารางที่ 4 การคำนวณผลข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสดแบบลูกสีทรงกระบอกหมุนแนว
นอน ของ บริษัทเพชรศรี อ.สวี่ จ.ชุมพร 180 รอบ/นาที 0.746 กิโลวัตต์เฟสเดียว

หัวข้อบันทึกข้อมูล	การทดลองที่ ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
น.น.กาแพก่อนการสีเปลือกสด(ก.ก.)	100.00	100.00	100.00
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด(นาที)	13.35	11.17	14.18
อัตราการสี(ก.ก./ชม.)	449	537	423
ผลกาแพที่ไม่ถูกสีปนเมล็ดเมือก	27.35	38.43	25.72
ผลกาแพที่ไม่ถูกสีปนเปลือกสด	9.75	11.43	7.32
เปอร์เซ็นต์การสี(% โดยน้ำหนัก)	96.29	95.01	96.70
เมล็ดเมือกแตกเสียหายด้านเมล็ดเมือก,กรัม	9.42	12.14	11.44
เมล็ดเมือกแตกเสียหายด้านทั้งเปลือกสด,กรัม	5.67	3.97	3.86
เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกรวม(%โดยน้ำหนัก)	1.51	1.62	1.53
เปลือกปนมากับเมล็ดเมือก	35.78	38.23	43.00
(%โดยน้ำหนัก)	3.58	3.82	4.3
เมล็ดเมือกปนมากับเปลือก,กรัม	21.40	37.98	23.24
(%โดยน้ำหนัก)	2.14	3.80	2.32
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	885	879	867
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี (แอมแปร์)	4.50	4.60	4.70

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ตารางบันทึกผลการทดสอบและสรุปผลข้อมูลการทดสอบที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 1 บันทึกข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสดที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 250 รอบ/นาที

การทดลองที่	การทดลอง ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3	
หัวข้อบันทึกข้อมูล				
น้ำหนักกาแฟก่อนการสีเปลือกสด (กก.)	100	100	100	
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด (นาที)	4.58	4.87	4.83	
กระแสไฟฟ้าก่อนการสี(แอมแปร์)	0.7	0.6	0.6	
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	1.20	1.25	1.30	
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	201	201	201	
น้ำหนักเมล็ดเมื่อหลังการสี (กก.)	61.76	64.90	69.36	
น้ำหนักเปลือกสดหลังการสี (กก.)	38.24	35.1	30.64	
	ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
กลุ่มตัวอย่างด้านเมล็ดเมื่อ 1,000 กรัม				
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	27.90	57.70	38.90	
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	6.70	2.60	3.90	
เปลือกปนมากับเมล็ดเมื่อ, กรัม	18.00	27.50	32.50	
	ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
กลุ่มตัวอย่างด้านทั้งเปลือกสด 1,000 กรัม				
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	11.14	15.30	8.06	
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	4.80	4.12	3.08	
เมล็ดเมื่อปนมากับเปลือก, กรัม	5.80	13.93	12.07	

ตารางที่ 2 บันทึกข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสดที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 300 รอบ/นาที

การทดลองที่	การทดลอง ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
หัวข้อบันทึกข้อมูล			
น้ำหนักกาแฟก่อนการสีเปลือกสด (กก.)	100	100	100
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด (นาที)	4.11	4.11	3.93
กระแสไฟฟ้าก่อนการสี(แอมแปร์)	0.70	0.75	0.70
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	1.3	1.35	1.4
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	205	205	205
น้ำหนักเมล็ดเมื่อหลังการสี (กก.)	67.35	54.24	56.76
น้ำหนักเปลือกสดหลังการสี (กก.)	32.65	45.76	43.24
ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
กลุ่มตัวอย่างด้านเมล็ดเมื่อ 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	15.7	24.25	19.15
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	8.70	3.50	7.90
เปลือกปนมากับเมล็ดเมื่อ, กรัม	24.75	23.71	9.44
ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
กลุ่มตัวอย่างด้านทั้งเปลือกสด 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	3.4	6.73	5.77
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	1.78	2.39	3.03
เมล็ดเมื่อปนมากับเปลือก, กรัม	9.74	12.64	11.22

All rights reserved

ตารางที่ 3 บันทึกข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสดที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 350 รอบ/นาที

การทดลองที่	การทดลอง ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
หัวข้อบันทึกข้อมูล			
น้ำหนักกาแฟก่อนการสีเปลือกสด (กก.)	100	100	100
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด (นาที)	3.63	3.78	3.84
กระแสไฟฟ้าก่อนการสี(แอมแปร์)	0.70	0.70	0.70
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	1.45	1.40	1.41
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	210	210	210
น้ำหนักเมล็ดเมื่อหลังการสี (กก.)	65.56	61.0	61.12
น้ำหนักเปลือกสดหลังการสี (กก.)	34.44	39.0	38.88
ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ส่วนผสมอย่างด้านเมล็ดเมื่อ 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	7.80	11.60	10.60
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	2.75	10.13	6.62
เปลือกปนมากับเมล็ดเมื่อ, กรัม	10.34	18.64	18.72
ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ส่วนผสมอย่างด้านทั้งเปลือกสด 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	0	0	0
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	1.56	4.47	3.87
เมล็ดเมื่อปนมากับเปลือก, กรัม	14.55	10.48	10.97

ตารางที่ 4 บันทึกข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสดที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 400 รอบ/นาที

การทดลองที่	การทดลอง ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
หัวข้อบันทึกข้อมูล			
น้ำหนักกาแฟก่อนการสีเปลือกสด (กก.)	100	100	100
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด (นาที)	3.19	3.25	3.40
กระแสไฟฟ้าก่อนการสี(แอมแปร์)	0.80	0.85	0.90
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	1.62	1.63	1.70
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	215	215	215
น้ำหนักเมล็ดเมื่อกหลังการสี (กก.)	65.45	62.31	62.65
น้ำหนักเปลือกสดหลังการสี (กก.)	34.55	37.69	37.35
ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สูตรตัวอย่างด้านเมล็ดเมื่อก 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	5.60	9.45	7.45
เมล็ดเมื่อกแตกเสียหาย, กรัม	13.08	12.05	12.58
เปลือกปนมากับเมล็ดเมื่อก, กรัม	17.56	9.43	16.51
ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สูตรตัวอย่างด้านหึ่งเปลือกสด 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	0.00	1.76	1.24
เมล็ดเมื่อกแตกเสียหาย, กรัม	2.13	3.41	3.55
เมล็ดเมื่อกปนมากับเปลือก, กรัม	15.66	26.49	27.15

ตารางที่ 5 บันทึกข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสดที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 450 รอบ/นาที

การทดลองที่	การทดลอง ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
หัวข้อบันทึกข้อมูล			
น้ำหนักกาแฟก่อนการสีเปลือกสด (กก.)	100	100	100
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด (นาที)	3.11	3.07	3.24
กระแสไฟฟ้าก่อนการสี(แอมแปร์)	0.90	0.90	0.90
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	1.83	1.91	1.78
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	216	216	216
น้ำหนักเมล็ดเมื่อหลังการสี (กก.)	64.89	63.43	62.18
น้ำหนักเปลือกสดหลังการสี (กก.)	35.11	36.57	37.82
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สุ่มตัวอย่างด้านเมล็ดเมื่อ 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	6.50	9.00	8.50
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	31.00	17.00	21.00
เปลือกปนมากับเมล็ดเมื่อ, กรัม	13.20	14.80	12.80
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สุ่มตัวอย่างด้านทั้งเปลือกสด 1,000 กรัม			
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีเปลือกสด, กรัม	0	0	0
เมล็ดเมื่อแตกเสียหาย, กรัม	9.40	7.10	14.70
เมล็ดเมื่อปนมากับเปลือก, กรัม	35.60	35.50	39.60

ตารางที่ 6 การคำนวณผลข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสคที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัด
แนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 250 รอบ/นาที

หัวข้อบันทึกข้อมูล	การทดลองที่ ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
น.น.กาแพก่อนการสีเปลือกสค(ก.ก.)	100.00	100.00	100.00
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด(นาที)	4.58	4.87	4.83
อัตราการผลิต(ก.ก./ชม.)	1,310	1,232	1,242
ผลกาแพที่ไม่ถูกสีปนเมล็ดเมือก	27.90	57.70	38.90
ผลกาแพที่ไม่ถูกสีปนเปลือกสค	11.14	15.30	8.06
เปอร์เซ็นต์การสี(% โดยน้ำหนัก)	96.10	92.70	95.30
เมล็ดเมือกแตกเสียหายด้านเมล็ดเมือก,กรัม	6.70	2.60	3.90
เมล็ดเมือกแตกเสียหายด้านทั้งเปลือกสค,กรัม	4.80	4.12	3.08
เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกรวม(%โดยน้ำหนัก)	1.15	0.67	0.70
เปลือกปนมากับเมล็ดเมือก (%โดยน้ำหนัก)	18.00 1.80	27.50 2.75	32.50 3.25
เมล็ดเมือกปนมากับเปลือก,กรัม (%โดยน้ำหนัก)	5.80 0.58	13.93 1.39	12.07 1.21
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	200	200	200
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์) พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์)	1.20 0.62	1.25 0.64	1.30 0.67

ตารางที่ 7 การคำนวณผลข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสาคูที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัด
แนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 300 รอบ/นาที

หัวข้อบันทึกข้อมูล	การทดลองที่ ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
น.น.ภาพก่อนการสีเปลือกสาคู(ก.ก.)	100.00	100.00	100.00
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด(นาที)	4.11	4.11	3.93
อัตราการผลิต(ก.ก./ชม.)	1,459	1,459	1,526
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีปนเมล็ดเมือก	15.70	24.25	19.15
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีปนเปลือกสาคู	3.40	6.73	5.77
เปอร์เซ็นต์การสี(% โดยน้ำหนัก)	98.09	96.90	97.51
เมล็ดเมือกแตกเสียหายด้านเมล็ดเมือก,กรัม	8.70	3.50	7.90
เมล็ดเมือกแตกเสียหายด้านทั้งเปลือกสาคู,กรัม	1.78	2.39	3.03
เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกรวม(%โดยน้ำหนัก)	1.05	0.59	1.09
เปลือกปนมากับเมล็ดเมือก	24.75	23.71	9.44
(%โดยน้ำหนัก)	2.48	2.37	0.94
เมล็ดเมือกปนมากับเปลือก,กรัม	9.74	12.64	11.22
(%โดยน้ำหนัก)	0.97	1.26	1.12
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	200	210	215
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	1.20	1.25	1.30
พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์)	0.67	0.69	0.72

ตารางที่ 8 การคำนวณผลข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสดที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัด
แนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 350 รอบ/นาที

หัวข้อบันทึกข้อมูล	การทดลองที่ ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
น.น.กาแพก่อนการสีเปลือกสด(ก.ก.)	100.00	100.00	100.00
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด(นาที)	3.63	3.78	3.84
อัตราการผลิต(ก.ก./ชม.)	1,653	1,587	1,563
ผลกาแพที่ไม่ถูกสีปนเมล็ดเปลือก	7.80	11.60	10.60
ผลกาแพที่ไม่ถูกสีปนเปลือกสด	0.00	0.00	0.00
เปอร์เซ็นต์การสี(% โดยน้ำหนัก)	99.22	98.84	98.94
เมล็ดเปลือกแตกเสียหายด้านเมล็ดเปลือก,กรัม	2.75	10.13	6.62
เมล็ดเปลือกแตกเสียหายด้านทั้งเปลือกสด,กรัม	1.56	4.47	3.87
เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกรวม(%โดยน้ำหนัก)	0.43	1.46	1.05
เปลือกปนมากับเมล็ดเปลือก	10.34	18.64	18.72
(%โดยน้ำหนัก)	1.03	1.86	1.87
เมล็ดเปลือกปนมากับเปลือก,กรัม	14.55	10.48	10.97
(%โดยน้ำหนัก)	1.46	1.05	1.10
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	210	200	215
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	1.45	1.40	1.41
พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์)	0.74	0.72	0.72

ตารางที่ 9 การคำนวณผลข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสดที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัด
แนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 400 รอบ/นาที

หัวข้อบันทึกข้อมูล	การทดลองที่ ที่ 1	การทดลอง ที่ 2	การทดลอง ที่ 3
น.น.กาแพก่อนการสีเปลือกสด(ก.ก.)	100.00	100.00	100.00
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด(นาที)	3.19	3.25	3.40
อัตราการผลิต(ก.ก./ชม.)	1,881	1,846	1,764
ผลกาแพที่ไม่ถูกลูกสีบ่มเมล็ดเปลือก	5.60	9.45	7.45
ผลกาแพที่ไม่ถูกลูกสีบ่มเปลือกสด	0.00	1.76	1.24
เปอร์เซ็นต์การสี(% โดยน้ำหนัก)	99.44	98.88	99.13
เมล็ดเปลือกแตกเสียหายด้านเมล็ดเปลือก,กรัม	13.08	12.05	12.58
เมล็ดเปลือกแตกเสียหายด้านทั้งเปลือกสด,กรัม	2.13	3.41	3.55
เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกรวม(%โดยน้ำหนัก)	1.52	1.55	1.61
เปลือกปนมากับเมล็ดเปลือก	17.56	9.43	16.51
(%โดยน้ำหนัก)	1.76	0.94	1.65
เมล็ดเปลือกปนมากับเปลือก,กรัม	15.66	26.49	27.15
(%โดยน้ำหนัก)	1.57	2.65	2.72
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	220	210	220
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	1.62	1.63	1.70
พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์)	0.83	0.84	0.87

ตารางที่ 10 การคำนวณผลข้อมูลการทดสอบของเครื่องสีเปลือกสาคูที่ออกแบบ ลูกสีทรงกรวยตัด แนวตั้ง ช่องทางการสี 4 ช่องสีเปลือก ที่ความเร็วรอบลูกสี 450 รอบ/นาที

หัวข้อบันทึกข้อมูล	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2	การทดลองที่ 3
น.น.กาแฟก่อนการสีเปลือกสาคู(ก.ก.)	100.00	100.00	100.00
เวลาที่ใช้ในการสีทั้งหมด(นาที)	3.11	3.07	3.24
อัตราการผลิต(ก.ก./ชม.)	1,929	1,954	1,851
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีปนเมล็ดเปลือก	6.50	9.00	8.50
ผลกาแฟที่ไม่ถูกสีปนเปลือกสาคู	0.00	0.00	0.00
เปอร์เซ็นต์การสี(% โดยน้ำหนัก)	99.35	99.10	99.15
เมล็ดเปลือกแตกเสียหายด้านเมล็ดเปลือก,กรัม	31.00	17.00	21.00
เมล็ดเปลือกแตกเสียหายด้านทั้งเปลือกสาคู,กรัม	9.40	7.10	14.70
เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกรวม(%โดยน้ำหนัก)	4.04	2.41	3.57
เปลือกปนมากับเมล็ดเปลือก	13.20	14.80	12.80
(%โดยน้ำหนัก)	1.32	1.48	1.28
เมล็ดเปลือกปนมากับเปลือก,กรัม	35.60	35.50	39.60
(%โดยน้ำหนัก)	3.56	3.55	3.96
อัตราการไหลของน้ำที่ใช้(ลิตร/ชม.)	220	220	220
กระแสไฟฟ้าขณะทำการสี(แอมแปร์)	1.83	1.91	1.78
พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์)	0.94	0.98	0.91

ภาคผนวก ง.

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

1. อัตราการสี (ก.ก./ช.ม.)

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที) การทดลองที่	250	300	350	400	450
การทดลองที่ 1	1,310	1,463	1,652	1,881	1,929
การทดลองที่ 2	1,232	1,456	1,587	1,846	1,954
การทดลองที่ 3	1,242	1,526	1,562	1,765	1,851
ค่าเฉลี่ย	1,261	1,482	1,600	1,831	1,911

ANOVA Table

Source of Variance	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	832,132	4	208,033	87.610	0.000
Within Groups	23,745	10	2,375		
Total	855,877	14			

Duncan

รอบการสี	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
250	3	1,261			
300	3		1,482		
350	3			1,600	
400	3				1,831
450	3				1,911
Sig.		1.000	1.000	1.000	.070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

2. เปอร์เซ็นต์การสี (%โดยน้ำหนัก)

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที) การทดลองที่	250	300	350	400	450
การทดลองที่ 1	96.10	98.09	99.22	99.44	99.35
การทดลองที่ 2	92.70	96.90	98.84	98.88	99.10
การทดลองที่ 3	95.30	97.50	98.94	99.13	99.15
ค่าเฉลี่ย	95.70	97.50	99.00	99.15	99.20

ANOVA Table

Source of Variance	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	27.738	4	6.935	3.196	.062
Within Groups	21.698	10	2.170		
Total	49.436	14			

Duncan

รอบการสี	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
250	3	95.7000	
300	3	97.4967	97.4967
350	3		99.0000
400	3		99.1500
450	3		99.2000
Sig.		.166	.216

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

3. เปอร์เซ็นต์เมล็ดตก

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที) การทดลองที่	250	300	350	400	450
การทดลองที่ 1	1.15	1.05	0.43	1.52	4.04
การทดลองที่ 2	0.67	0.59	1.46	1.55	2.41
การทดลองที่ 3	0.70	1.09	1.05	1.61	3.57
ค่าเฉลี่ย	0.84	0.91	0.98	1.56	3.34

ANOVA Table

Source of Variance	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	13.320	4	3.330	14.808	.000
Within Groups	2.249	10	.225		
Total	15.569	14			

Duncan

รอบการสี	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
250	3	.8400	
300	3	.9100	
350	3	.9800	
400	3	1.5600	
450	3		3.3400
Sig.		.114	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4. เปลือกปนมากับเมล็ดเมือก (% โดยน้ำหนัก)

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที) การทดลองที่	250	300	350	400	450
การทดลองที่ 1	1.80	2.48	1.03	1.76	1.32
การทดลองที่ 2	2.75	2.37	1.86	0.94	1.48
การทดลองที่ 3	3.25	0.94	1.87	1.65	1.28
ค่าเฉลี่ย	1.36	1.45	1.587	1.93	2.60

ANOVA Table

Source of Variance	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	3.052	4	.763	2.215	.140
Within Groups	3.445	10	.344		
Total	6.497	14			

Duncan

รอบการสี	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
450	3	1.3600	
400	3	1.4500	
350	3	1.5867	1.5867
300	3	1.9300	1.9300
250	3		2.6000
Sig.		.293	.071

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

5. เมล็ดเมือกปนออกทางด้านทิ้งเปลือก (%โดยน้ำหนัก)

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	250	300	350	400	450
การทดลองที่ 1	0.58	0.97	1.46	1.57	3.56
การทดลองที่ 2	1.39	1.26	1.05	2.65	3.55
การทดลองที่ 3	1.21	1.12	1.10	2.72	3.96
ค่าเฉลี่ย	1.06	1.12	1.20	2.31	3.69

ANOVA Table

Source of Variance	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	15.530	4	3.883	26.877	.000
Within Groups	1.445	10	.144		
Total	16.975	14			

Duncan

รอบการสี	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
250	3	1.0600		
300	3	1.1167		
350	3	1.2033		
400	3		2.3133	
450	3			3.6900
Sig.		.669	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

6. พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที) การทดลองที่	250	300	350	400	450
การทดลองที่ 1	0.62	0.67	0.74	0.83	0.94
การทดลองที่ 2	0.64	0.69	0.72	0.84	0.98
การทดลองที่ 3	0.67	0.72	0.72	0.87	0.91
ค่าเฉลี่ย	0.643	0.693	0.727	0.847	0.943

ANOVA Table

Source of Variance	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	.179	4	4.479E-02	73.027	.000
Within Groups	6.133E-03	10	6.133E-04		
Total	.185	14			

Duncan

รอบการสี	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
250	3	.6433			
300	3		.6933		
350	3		.7267		
400	3			.8467	
450	3				.9433
Sig.		1.000	.130	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

7. อัตราการใช้น้ำในขั้นตอนการสี

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที) การทดลองที่	250	300	350	400	450
การทดลองที่ 1	200	200	210	220	220
การทดลองที่ 2	200	210	200	210	220
การทดลองที่ 3	200	215	215	220	220
ค่าเฉลี่ย	200	208.33	208.33	216.67	220

ANOVA Table

Source of Variance	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	743.333	4	185.833	6.194	.009
Within Groups	300.000	10	30.000		
Total	1,043.333	14			

Duncan

รอบการสี	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
250	3	200.0000		
300	3	208.3333	208.3333	
350	3	208.3333	208.3333	
400	3		216.6667	216.6667
450	3			220.0000
Sig.		.105	.105	.473

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ภาคผนวก จ.

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การพัฒนาเครื่องสีเปลือกสตกาเฟอราบีก็้า จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาท/กก.) จุดคุ้มทุน (กก./ปี) อัตราผลตอบแทน (%ปี) และระยะเวลาคืนทุน (ปี) เพื่อใช้ เป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุนช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวกาเฟอราบีก็้ามีระยะเวลาประมาณ 120 วัน/ปี เกษตรกรชาวสวนกาเฟอจะเก็บเกี่ยวกาเฟอได้ประมาณวันละ 1 ตันเศษ จึงประมาณการผลิต เป็น 1,500 กก./วัน

เครื่องสีเปลือกสตกาเฟอราบีก็้าชนิดลูกสีทรงกระบอกแวนอน กองเกษตรวิศวกรรม
ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) บาท/ปี

ค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสตกาเฟอราบีก็้า

คิดมูลค่าเครื่องสีเปลือกสตกาเฟอราบีก็้า	14,000	บาท
อายุการใช้งาน	5	ปี
มูลค่าเครื่องเมื่อหมดอายุการใช้งาน	0	บาท
คิดต้นทุนเป็นค่าเสื่อมราคาของเครื่อง แบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation)		
ต้นทุนค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสตกาเฟอราบีก็้า	$= (P-L)/N$	
	$= (14,000-0)/5$	บาท/ปี
	$= 2,800$	บาท/ปี

ค่าเสียโอกาสเงินทุนเครื่องสีเปลือกสตกาเฟอราบีก็้า

ดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ ปัจจุบัน	1.75%	
ต้นทุนค่าเสียโอกาสเงินทุน	$= ((P+L)/2) \times I$	
	$= ((14,000+0)/2) \times 0.0175$	บาท/ปี
	$= 122.50$	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม	$= 2,800+122.50$	บาท/ปี
	$= 2,922.50$	บาท/ปี

ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

ถ้าใช้เครื่องสีเปลือกสตกของกองเกษตรวิศวกรรมซึ่งมีอัตราการสี 392 กก./ชั่วโมง

$$\text{จะใช้เวลาในขั้นตอนการสี} = (1,500 / 392) = 3.83 \text{ ชั่วโมง/วัน}$$

ค่าจ้างแรงงาน

ใช้แรงงาน 2 คน ชั่วโมงละ 20บาท (160 บาท/วัน) วันหนึ่งทำงาน -3.83 ชั่วโมง ระยะเวลาในการสีเปลือกสตกาแฟ 120 วัน/ปี

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนค่าแรงงาน} &= 2 \text{ คน} \times 20 \text{ บาท/ชั่วโมง/คน} \times 3.83 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี} \\ &= 18,384 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

ค่าน้ำ

อัตราการใช้น้ำ 750 ล./ชม. หรือ 0.750 ลบ.ม./ชม. และค่าน้ำ คิดเป็น 8 บาท/ลบ.ม.

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นใน 1 ปี เสียค่าน้ำ} &= 8 \text{ บาท/ลบ.ม.} \times 0.750 \text{ ลบ.ม./ชม.} \times 3.83 \text{ ชม./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี} \\ &= 2,757.60 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

ค่าไฟฟ้า

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน = 0.650 กิโลวัตต์

ทำงานวันละ 3.83 ชั่วโมง = 0.650 x 3.83 กิโลวัตต์xชม

$$= 2.490 \text{ กิโลวัตต์xชม/วัน}$$

คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท

$$= 3.50 \text{ บาท/กิโลวัตต์xชม.}$$

ต้นทุนค่าไฟฟ้า = 2.490 กิโลวัตต์xชม /วัน x 120 วัน/ปี x 3.50 บาท/กิโลวัตต์xชม.

$$= 1,045.59 \text{ บาท/ปี}$$

ค่าซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอะไหล่

คิดคงที่เท่ากับร้อยละ 20 ของมูลค่าเครื่องตลอดอายุการใช้งาน

$$= 0.20 \times 14,000 \text{ บาท/ปี}$$

$$= 2,800 \text{ บาท/ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม

$$= 18,384 + 2757.60 + 1,045.59 + 2,800 \text{ บาท/ปี}$$

$$= 24,987.19 \text{ บาท/ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด

$$= 2,922.50 + 24,987.19 \text{ บาท/ปี}$$

$$= 27,909.69 \text{ บาท/ปี}$$

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องสีเปลือกสตกาแฟสามารถทำงานได้

$$= 1,500 \text{ กก./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$$

$$= 180,000 \text{ กก./ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องสีเปลือกสตกาแฟ

$$= 27,909.69 \text{ บาท/ปี} \div 180,000 \text{ กก./ปี}$$

$$= 0.155 \text{ บาท/กก.}$$

การคำนวณจุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน

รับจ้างตีเปลือกสดกกาแฟ	0.25	บาท/ก.ก.
มีต้นทุนค่าใช้จ่าย	0.155	บาท/ก.ก.
ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่ม	0.095	บาท/ก.ก.
เครื่องตีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าสามารถทำงานได้	180,000	ก.ก./ปี
หาจุดคุ้มทุนของเครื่องจากความสัมพันธ์ รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย		
ดังนั้นได้ว่า	$0.25 \text{ บาท/ก.ก.} \times N \text{ ก.ก./ปี} = 0.155 \text{ บาท/ก.ก.} \times 180,000$	ก.ก./ปี
โดยที่	$N = \text{ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน,}$	ก.ก./ปี
	$= (0.155 \times 180,000) / 0.25$	ก.ก./ปี
	$= 111,600$	ก.ก./ปี
ดังนั้นจะคุ้มทุนเมื่อเครื่องตีเปลือกสดกาแฟทำงานได้	111,600	ก.ก./ปี
มูลค่าเพิ่มในการทำงานของเครื่อง	$= (180,000 - 111,600) \times 0.095$	บาท/ปี
	$= 6,498$	บาท/ปี
หารระยะเวลาคืนทุนจากความสัมพันธ์,		
ระยะเวลาคืนทุนเครื่องตีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า	$= \text{ราคาเครื่อง} / \text{มูลค่าเพิ่ม}$	
	$= 14,000 \text{ บาท} / 6,498$	บาท/ปี
	$= 2.15$	ปี
หาอัตราผลตอบแทนเงินลงทุนจากความสัมพันธ์,		
อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนเครื่องลอกเปลือกกาแฟ	$= (\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ} / \text{มูลค่าเครื่อง}) \times 100\%$	
	$= (6,498 \text{ บาท/ปี} \div 14,000 \text{ บาท}) \times 100\%$	
	$= 46.41$	% / ปี

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าชนิดลูกสีทรงกระบอกแนวอน บริษัทเพชรศรี

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) บาท/ปี

ค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

คิดมูลค่าเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า	15,500	บาท
อายุการใช้งาน	5	ปี
มูลค่าเครื่องเมื่อหมดอายุการใช้งาน	0	บาท
คิดต้นทุนเป็นค่าเสื่อมราคาของเครื่อง แบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation)		
ต้นทุนค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า	$= (P-L)/N$	
	$= (15,500-0)/5$	บาท/ปี
	$= 3,100$	บาท/ปี

ค่าเสียโอกาสเงินทุนเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

ดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ ปัจจุบัน 1.75%

ต้นทุนค่าเสียโอกาสเงินทุน	$= ((P+L)/2) \times I$	
	$= ((15,500+0)/2) \times 0.0175$	บาท/ปี
	$= 135.63$	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม	$= 3,100+135.63$	
	$= 3,235.63$	บาท/ปี

ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

ถ้าใช้เครื่องสีเปลือกสดของกองเกษตรวิศวกรรมซึ่งมีอัตราการสี 470 ก.ก./ชั่วโมง

$$\text{จะใช้เวลาในขั้นตอนการสี} = (1,500 / 470) = 3.19 \text{ ชั่วโมง}$$

ค่าจ้างแรงงาน

ใช้แรงงาน 2 คน ชั่วโมงละ 20บาท (160 บาท/วัน) วันหนึ่งทำงาน -3.19 ชั่วโมง ระยะเวลาในการสีเปลือกสดกาแฟ 120 วัน/ปี

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนค่าแรงงาน} &= 2 \text{ คน} \times 20 \text{ บาท/ชั่วโมง/คน} \times 3.19 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี} \\ &= 15,312 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

ค่าน้ำ

อัตราการใช้น้ำ 877 ล./ชม. หรือ 0.877 ลบ.ม./ชม. และค่าน้ำ คิดเป็น 8 บาท/ลบ.ม.

$$\text{ดังนั้นใน 1 ปี เสียค่าน้ำ} = 8 \text{ บาท/ลบ.ม.} \times 0.877 \text{ ลบ.ม./ชม.} \times 3.19 \text{ ชม./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$$

=2,685.72

บาท/ปี

ค่าไฟฟ้า

เครื่องสีเปลือกสตกาแฟอาราบิก้าใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน

= 0.70

กิโลวัตต์

ทำงานวันละ 3.19 ชั่วโมง

= 0.70 x 3.19

กิโลวัตต์xชม /วัน

= 2.233

กิโลวัตต์xชม /วัน

คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท

= 3.50

บาท/กิโลวัตต์xชม.

ต้นทุนค่าไฟฟ้า

= 2.233 กิโลวัตต์xชม /วัน x 120 วัน/ปี x 3.50 บาท/กิโลวัตต์xชม.

= 937.86

บาท/ปี

ค่าซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอะไหล่

คิดคงที่เท่ากับร้อยละ 20 ของมูลค่าเครื่องตลอดอายุการใช้งาน

= 0.20 x 15,500

บาท/ปี

= 3,100

บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม

= 15,312 + 2,685.72 + 937.86 + 3,100

บาท/ปี

= 22,035.58

บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด

= 3,235.63 + 22,035.58

บาท/ปี

= 25,271.21

บาท/ปี

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องสีเปลือกสตกาแฟสามารถทำงานได้

= 1,500 กก./วัน x 120 วัน/ปี

= 180,000

กก./ปี

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องสีเปลือกสตกาแฟ

= 25,271.21 บาท/ปี ÷ 180,000

กก./ปี

= 0.140

บาท/กก.

การคำนวณจุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน

รับจ้างสีเปลือกสตกาแฟ

0.25

บาท/กก.

มีต้นทุนค่าใช้จ่าย

0.14

บาท/กก.

ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่ม

0.11

บาท/กก.

เครื่องสีเปลือกสตกาแฟอาราบิก้าสามารถทำงานได้

180,000

กก./ปี

หาจุดคุ้มทุนของเครื่องจากความสัมพันธ์,

รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นได้ว่า

0.25 บาท/กก. X N กก./ปี = 0.14 บาท/กก. X 180,000 กก./ปี

โดยที่

$$\begin{aligned}
 N &= \text{ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน, กก./ปี} \\
 &= (0.14 \times 180,000) / 0.25 \quad \text{กก./ปี} \\
 &= 100,800 \quad \text{กก./ปี}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นจะคุ้มทุนเมื่อเครื่องสีเปลือกสคกกาแฟทำงานได้ 100,800 กก./ปี

$$\begin{aligned}
 \text{มูลค่าเพิ่มในการทำงานของเครื่อง} &= (180,000 - 100,800) \times 0.11 \quad \text{บาท/ปี} \\
 &= 8,712 \quad \text{บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

หาระยะเวลาคืนทุนจากความสัมพันธ์,

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะเวลาคืนทุนเครื่องสีเปลือกสคกกาแฟอาราบิก้า} &= \text{ราคาเครื่อง} / \text{มูลค่าเพิ่ม} \\
 &= 15,500 \text{ บาท} / 8,712 \quad \text{บาท/ปี} \\
 &= 1.78 \quad \text{ปี}
 \end{aligned}$$

หาอัตราผลตอบแทนเงินทุนจากความสัมพันธ์,

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนเครื่องลอกเปลือกกาแฟ} &= (\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ} / \text{มูลค่าเครื่อง}) \times 100\% \\
 &= (8,712 \text{ บาท/ปี} \div 15,500 \text{ บาท}) \times 100\% \\
 &= 56.21 \quad \% / \text{ปี}
 \end{aligned}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

เครื่องสีเปลือกสคกกาแฟอาราบิก้าชนิดลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ที่ความเร็วรอบลูกสี 250 รอบ/นาที

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) บาท/ปี

ค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสคกกาแฟอาราบิก้า

คิดมูลค่าเครื่องสีเปลือกสคกกาแฟอาราบิก้า 19,000 บาท

อายุการใช้งาน 5 ปี

มูลค่าเครื่องเมื่อหมดอายุการใช้งาน 0 บาท

คิดต้นทุนเป็นค่าเสื่อมราคาของเครื่อง แบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation)

ต้นทุนค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสคกกาแฟอาราบิก้า = $(P-L)/N$
 $= (19,000-0)/5$ บาท/ปี
 $= 3,800$ บาท/ปี

ค่าเสียโอกาสเงินทุนเครื่องสีเปลือกสคกกาแฟอาราบิก้า

ดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ ปัจจุบัน 1.75%

ต้นทุนค่าเสียโอกาสเงินทุน = $((P+L)/2) \times I$
 $= ((19,000+0)/2) \times 0.0175$ บาท/ปี
 $= 166.5$ บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม = $3,800+166.25$
 $= 3,966.25$ บาท/ปี

ต้นทุนผันแปร(Variable Cost)

เครื่องสีเปลือกสคกกาแฟที่พัฒนาขึ้นที่ความเร็วรอบการสี 250 รอบ/นาที

มีอัตราการสี 1,261 ก.ก./ชั่วโมง จะใช้เวลาในขั้นตอนการสี = $(1,500 / 1,261) = 1.19$ ชั่วโมง/วัน

ค่าจ้างแรงงาน

ใช้แรงงาน 2 คน ชั่วโมงละ 20บาท (160 บาท/วัน) วันหนึ่งทำงาน -1.19 ชั่วโมง ระยะเวลาในการสี

เปลือกสคกกาแฟ 120 วัน/ปี

ต้นทุนค่าแรงงาน = $2 \text{ คน} \times 20 \text{ บาท/ชั่วโมง/คน} \times 1.19 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$
 $= 5,712$ บาท/ปี

ค่าน้ำ

อัตราการใช้น้ำ 208 ล./ชม.หรือ 0.208 ลบ.ม./ชม. และค่าน้ำ คิดเป็น 8 บาท/ลบ.ม.

ดังนั้นใน 1 ปี เสียค่าน้ำ = $8 \text{ บาท/ลบ.ม.} \times 0.208 \text{ ลบ.ม./ชม.} \times 1.19 \text{ ชม./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$

	= 228.48	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้า		
อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน	= 0.640	กิโลวัตต์
ทำงานวันละ 1.19 ชั่วโมง	= 0.640 x 1.19	กิโลวัตต์xชม /วัน
	= 0.762	กิโลวัตต์xชม /วัน
คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท	= 3.50	บาท/กิโลวัตต์xชม.
ต้นทุนค่าไฟฟ้า	= 0.762 กิโลวัตต์xชม /วัน x 120 วัน/ปี x 3.50 บาท/กิโลวัตต์xชม.	
	= 319.87	บาท/ปี
ค่าซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอะไหล่		
คิดคงที่เท่ากับร้อยละ 20 ของมูลค่าเครื่องตลอดอายุการใช้งาน		
	= 0.20 x 19,000	บาท/ปี
	= 3,800	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม	= 5,712+228.48+ 319.87 + 3,800	บาท/ปี
	= 10,060.35	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด	= 3,966.25 + 10,060.35	บาท/ปี
	= 14,026.60	บาท/ปี
ระยะเวลา 1 ปี เครื่องสีเปลือกสดกาแฟสามารถทำงานได้		
	= 1,500 ก.ก./วัน x 120 วัน/ปี	ก.ก./ปี
	= 180,000	ก.ก./ปี
ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องสีเปลือกสดกาแฟ		
	= 14,026.60 บาท/ปี ÷ 180,000	ก.ก./ปี
	= 0.078	บาท/ก.ก.
การคำนวณจุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน		
รับจ้างสีเปลือกสดกาแฟ	0.25	บาท/ก.ก.
มีต้นทุนค่าใช้จ่าย	0.078	บาท/ก.ก.
ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่ม	0.172	บาท/ก.ก.
เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าสามารถทำงานได้	180,000	ก.ก./ปี
หาจุดคุ้มทุนของเครื่องจากความสัมพันธ์, รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย		
ดังนั้นได้ว่า	0.25 บาท/ก.ก. X N ก.ก./ปี = 0.078 บาท/ก.ก. X 180,000 ก.ก./ปี	
โดยที่	N = ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน, ก.ก./ปี	

$$\begin{aligned}
 &= (0.078 \times 180,000) / 0.25 \quad \text{กก./ปี} \\
 &= 56,160 \quad \text{กก./ปี} \\
 \text{ดังนั้นจะคุ้มทุนเมื่อเครื่องสีเปลือกสตกาแฟทำงานได้} & \quad 56,160 \quad \text{กก./ปี} \\
 \text{มูลค่าเพิ่มในการทำงานของเครื่อง} &= (180,000 - 56,160) \times 0.172 \quad \text{บาท/ปี} \\
 &= 21,300 \quad \text{บาท/ปี} \\
 \text{หาระยะเวลาคืนทุนจากความสัมพันธ์,} & \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุนเครื่องสีเปลือกสตกาแฟอาราบิก้า} &= \text{ราคาเครื่อง} / \text{มูลค่าเพิ่ม} \\
 &= 19,000 \text{ บาท} / 21,300 \quad \text{บาท/ปี} \\
 &= 0.89 \text{ ปี} \\
 \text{หาอัตราผลตอบแทนเงินทุนจากความสัมพันธ์,} & \\
 \text{อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนเครื่องลอกเปลือกกาแฟ} &= (\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ} / \text{มูลค่าเครื่อง}) \times 100\% \\
 &= (21,300 \text{ บาท/ปี} \div 19,000 \text{ บาท}) \times 100\% \\
 &= 112.11 \quad \%/ปี
 \end{aligned}$$

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าชนิดลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ที่ความเร็วรอบลูกสี 300 รอบ/นาที

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) บาท/ปี

ค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

คิดมูลค่าเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า	19,000	บาท
อายุการใช้งาน	5	ปี
มูลค่าเครื่องเมื่อหมดอายุการใช้งาน	0	บาท
คิดต้นทุนเป็นค่าเสื่อมราคาของเครื่อง แบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation)		
ต้นทุนค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า	$= (P-L)/N$	
	$= (19,000-0)/5$	บาท/ปี
	$= 3,800$	บาท/ปี

ค่าเสียโอกาสเงินทุนเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

ดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ ปัจจุบัน	1.75%	
ต้นทุนค่าเสียโอกาสเงินทุน	$= ((P+L)/2) \times I$	
	$= ((19,000+0)/2) \times 0.0175$	บาท/ปี
	$= 166.5$	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม	$= 3,800+166.25$	
	$= 3,966.25$	บาท/ปี

ต้นทุนผันแปร(Variable Cost)

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟที่พัฒนาขึ้นที่ความเร็วรอบการสี 300 รอบ/นาที

มีอัตราการสี 1,482 ก.ก./ชั่วโมง จะใช้เวลาในขั้นตอนการสี $= (1,500 / 1,482) = 1.01$ ชั่วโมง/วันค่าจ้างแรงงาน

ใช้แรงงาน 2 คน ชั่วโมงละ 20บาท (160 บาท/วัน) วันหนึ่งทำงาน -1.01 ชั่วโมง ระยะเวลาในการสีเปลือกสดกาแฟ 120 วัน/ปี

ต้นทุนค่าแรงงาน $= 2 \text{ คน} \times 20 \text{ บาท/ชั่วโมง/คน} \times 1.01 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$
 $= 4,848$ บาท/ปี

ค่าน้ำ

อัตราการใช้น้ำ 208 ล./ชม.หรือ 0.208 ลบ.ม./ชม. และค่าน้ำ คิดเป็น 8 บาท/ลบ.ม.

ดังนั้นใน 1 ปี เสียค่าน้ำ $= 8 \text{ บาท/ลบ.ม.} \times 0.208 \text{ ลบ.ม./ชม.} \times 1.01 \text{ ชม./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$
 $= 201.68$ บาท/ปี

ค่าไฟฟ้า

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน

$$= 0.69 \quad \text{กิโลวัตต์}$$

ทำงานวันละ 0.94 ชั่วโมง

$$= 0.69 \times 1.01 \quad \text{กิโลวัตต์xชม /วัน}$$

$$= 0.697 \quad \text{กิโลวัตต์xชม /วัน}$$

คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท

$$= 3.50 \quad \text{บาท/กิโลวัตต์xชม.}$$

ต้นทุนค่าไฟฟ้า

$$= 0.697 \text{ กิโลวัตต์xชม /วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี} \times 3.50 \text{ บาท/กิโลวัตต์xชม.}$$

$$= 292.70 \quad \text{บาท/ปี}$$

ค่าซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอะไหล่

คิดคงที่เท่ากับร้อยละ 20 ของมูลค่าเครื่องตลอดอายุการใช้งาน

$$= 0.20 \times 19,000 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$= 3,800 \quad \text{บาท/ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม

$$= 4,848 + 201.68 + 292.70 + 3,800 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$= 9,142.38 \quad \text{บาท/ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด

$$= 3,966.25 + 9,142.38 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$= 13,108.62 \quad \text{บาท/ปี}$$

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องสีเปลือกสดกาแฟสามารถทำงานได้

$$= 1,500 \text{ ก.ก./วัน} \times 120 \quad \text{วัน/ปี}$$

$$= 180,000 \quad \text{ก.ก./ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องสีเปลือกสดกาแฟ

$$= 13,108.62 \text{ บาท/ปี} \div 180,000 \quad \text{ก.ก./ปี}$$

$$= 0.073 \quad \text{บาท/ก.ก.}$$

การคำนวณจุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน

รับจ้างสีเปลือกสดกาแฟ 0.25 บาท/ก.ก.

มีต้นทุนค่าใช้จ่าย 0.073 บาท/ก.ก.

ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่ม 0.177 บาท/ก.ก.

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าสามารถทำงานได้ 180,000 ก.ก./ปี

หาจุดคุ้มทุนของเครื่องจากความสัมพันธ์, รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นได้ว่า $0.25 \text{ บาท/ก.ก.} \times N \text{ ก.ก./ปี} = 0.073 \text{ บาท/ก.ก.} \times 180,000 \text{ ก.ก./ปี}$

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

$$\begin{aligned}
 &= (0.073 \times 180,000) / 0.25 && \text{กก./ปี} \\
 &= 52,560 && \text{กก./ปี} \\
 \text{ดังนั้นจะคุ้มทุนเมื่อเครื่องสีเปลือกสตกกาแฟทำงานได้} & 52,560 && \text{กก./ปี} \\
 \text{มูลค่าเพิ่มในการทำงานของเครื่อง} & && \\
 &= (180,000 - 52,560) \times 0.177 && \text{บาท/ปี} \\
 &= 22,556.88 && \text{บาท/ปี} \\
 \text{หาระยะเวลาคืนทุนจากความสัมพันธ์,} & && \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุนเครื่องสีเปลือกสตกกาแฟอาราบิก้า} & = \text{ราคาเครื่อง} / \text{มูลค่าเพิ่ม} && \\
 & = 19,000 \text{ บาท} / 22,556.88 && \text{บาท/ปี} \\
 & = 0.84 \text{ ปี} && \\
 \text{หาอัตราผลตอบแทนเงินทุนจากความสัมพันธ์,} & && \\
 \text{อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนเครื่องลอกเปลือกกาแฟ} & = (\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ} / \text{มูลค่าเครื่อง}) \times 100\% && \\
 & = (22,556.88 \text{ บาท/ปี} \div 19,000 \text{ บาท}) \times 100\% && \\
 & = 118.72 \text{ \% / ปี} &&
 \end{aligned}$$

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าชนิดลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ที่ความเร็วรอบลูกสี 350 รอบ/นาที

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) บาท/ปี

ค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

คิดมูลค่าเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า 19,000 บาท

อายุการใช้งาน 5 ปี

มูลค่าเครื่องเมื่อหมดอายุการใช้งาน 0 บาท

คิดต้นทุนเป็นค่าเสื่อมราคาของเครื่อง แบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation)

ต้นทุนค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

$$= (P-L)/N$$

$$= (19,000-0)/5$$

บาท/ปี

$$= 3,800$$

บาท/ปี

ค่าเสียโอกาสเงินทุนเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

ดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ ปัจจุบัน 1.75%

ต้นทุนค่าเสียโอกาสเงินทุน

$$= ((P+L)/2) \times I$$

$$= ((19,000+0)/2) \times 0.0175$$

บาท/ปี

$$= 166.5$$

บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม

$$= 3,800 + 166.25$$

$$= 3,966.25$$

บาท/ปี

ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟที่พัฒนาขึ้นที่ความเร็วรอบการสี 350 รอบ/นาที

มีอัตราการสี 1,600 ก.ก./ชั่วโมง จะใช้เวลาในขั้นตอนการสี $= (1,500 / 1,600) = 0.94$ ชั่วโมง/วัน

ค่าจ้างแรงงาน

ใช้แรงงาน 2 คน ชั่วโมงละ 20บาท (160 บาท/วัน) วันหนึ่งทำงาน -0.94 ชั่วโมง ระยะเวลาในการสีเปลือกสดกาแฟ 120 วัน/ปี

ต้นทุนค่าแรงงาน

$$= 2 \text{ คน} \times 20 \text{ บาท/ชั่วโมง/คน} \times 0.94 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$$

$$= 4,512$$

บาท/ปี

ค่าน้ำ

อัตราการใช้น้ำ 208 ล./ชม. หรือ 0.208 ลบ.ม./ชม. และค่าน้ำ คิดเป็น 8 บาท/ลบ.ม.

ดังนั้นใน 1 ปี เสียค่าน้ำ

$$= 8 \text{ บาท/ลบ.ม.} \times 0.208 \text{ ลบ.ม./ชม.} \times 0.94 \text{ ชม./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$$

$$=187.70$$

บาท/ปี

ค่าไฟฟ้า

เครื่องสีเปลือกสตกาแฟอาราบิก้าใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน

$$= 0.730$$

กิโลวัตต์

ทำงานวันละ 0.94 ชั่วโมง

$$= 0.730 \times 0.94$$

กิโลวัตต์xชม /วัน

$$= 0.686$$

กิโลวัตต์xชม /วัน

คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท

$$= 3.50$$

บาท/กิโลวัตต์xชม.

ต้นทุนค่าไฟฟ้า

$$= 0.686 \text{ กิโลวัตต์xชม /วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี} \times 3.50 \text{ บาท/กิโลวัตต์xชม.}$$

$$= 288.20$$

บาท/ปี

ค่าซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอะไหล่

คิดคงที่เท่ากับร้อยละ 20 ของมูลค่าเครื่องตลอดอายุการใช้งาน

$$= 0.20 \times 19,000$$

บาท/ปี

$$= 3,800$$

บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม

$$= 4,512 + 187.70 + 288.20 + 3,800$$

บาท/ปี

$$= 8,787.90$$

บาท/ปี

ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด

$$= 3,966.25 + 8,787.90$$

บาท/ปี

$$= 12,754.15$$

บาท/ปี

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องสีเปลือกสตกาแฟสามารถทำงานได้

$$= 1,500 \text{ ก.ก./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$$

วัน/ปี

$$= 180,000$$

ก.ก./ปี

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องสีเปลือกสตกาแฟ

$$= 12,754.15 \text{ บาท/ปี} \div 180,000$$

ก.ก./ปี

$$= 0.071$$

บาท/ก.ก.

การคำนวณจุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน

รับจ้างสีเปลือกสตกาแฟ

$$0.25$$

บาท/ก.ก.

มีต้นทุนค่าใช้จ่าย

$$0.071$$

บาท/ก.ก.

ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่ม

$$0.179$$

บาท/ก.ก.

เครื่องสีเปลือกสตกาแฟอาราบิก้าสามารถทำงานได้

$$180,000$$

ก.ก./ปี

หาจุดคุ้มทุนของเครื่องจากความสัมพันธ์,

$$\text{รายรับ} = \text{ต้นทุนค่าใช้จ่าย}$$

ดังนั้นได้ว่า

$$0.25 \text{ บาท/ก.ก.} \times N \text{ ก.ก./ปี} = 0.071 \text{ บาท/ก.ก.} \times 180,000 \text{ ก.ก./ปี}$$

โดยที่

$$\begin{aligned} N &= \text{ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน, กก./ปี} \\ &= (0.071 \times 180,000) / 0.25 \quad \text{กก./ปี} \\ &= 51,120 \quad \text{กก./ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นจะคุ้มทุนเมื่อเครื่องสีเปลือกสตกกาแฟทำงานได้} & \quad 51,120 \quad \text{กก./ปี} \\ \text{มูลค่าเพิ่มในการทำงานของเครื่อง} & = (180,000 - 51,120) \times 0.179 \quad \text{บาท/ปี} \\ & = 23,069.52 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หาระยะเวลาดำเนินทุนจากความสัมพันธ์,} \\ \text{ระยะเวลาคืนทุนเครื่องสีเปลือกสตกกาแฟอาราบิก้า} & = \text{ราคาเครื่อง / มูลค่าเพิ่ม} \\ & = 19,000 \text{ บาท} / 23,069.52 \quad \text{บาท/ปี} \\ & = 0.82 \text{ ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หาอัตราผลตอบแทนเงินทุนจากความสัมพันธ์,} \\ \text{อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนเครื่องลอกเปลือกกาแฟ} & = (\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ/มูลค่าเครื่อง}) \times 100\% \\ & = (23,069.52 \text{ บาท/ปี} \div 19,000 \text{ บาท}) \times 100\% \\ & = 121.42 \quad \%/ปี \end{aligned}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าชนิดลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ที่ความเร็วรอบลูกสี 400 รอบ/นาที

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) บาท/ปี

ค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

คิดมูลค่าเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า	19,000	บาท
อายุการใช้งาน	5	ปี
มูลค่าเครื่องเมื่อหมดอายุการใช้งาน	0	บาท
คิดต้นทุนเป็นค่าเสื่อมราคาของเครื่อง แบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation)		
ต้นทุนค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า	$= (P-L)/N$	
	$= (19,000-0)/5$	บาท/ปี
	$= 3,800$	บาท/ปี

ค่าเสียโอกาสเงินทุนเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

ดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ ปัจจุบัน	1.75%	
ต้นทุนค่าเสียโอกาสเงินทุน	$= ((P+L)/2) \times I$	
	$= ((19,000+0)/2) \times 0.0175$	บาท/ปี
	$= 166.5$	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม	$= 3,800+166.25$	
	$= 3,966.25$	บาท/ปี

ต้นทุนผันแปร(Variable Cost)

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟที่พัฒนาขึ้นที่ความเร็วรอบการสี 400 รอบ/นาที

มีอัตราการสี 1,831 ก.ก./ชั่วโมง จะใช้เวลาในขั้นตอนการสี $= (1,500 / 1,831) = 0.82$ ชั่วโมง/วัน

ค่าจ้างแรงงาน

ใช้แรงงาน 2 คน ชั่วโมงละ 20บาท (160 บาท/วัน) วันหนึ่งทำงาน -0.82 ชั่วโมง ระยะเวลาในการสีเปลือกสดกาแฟ 120 วัน/ปี

ต้นทุนค่าแรงงาน $= 2 \text{ คน} \times 20 \text{ บาท/ชั่วโมง/คน} \times 0.82 \text{ ชั่วโมง/วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$
 $= 3,936$ บาท/ปี

ค่าน้ำ

อัตราการใช้น้ำ 217 ล./ชม.หรือ 0.217 ลบ.ม./ชม. และค่าน้ำ คิดเป็น 8 บาท/ลบ.ม.

ดังนั้นใน 1 ปี เสียค่าน้ำ $= 8 \text{ บาท/ลบ.ม.} \times 0.217 \text{ ลบ.ม./ชม.} \times 0.82 \text{ ชม./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$

$$= 170.82 \quad \text{บาท/ปี}$$

ค่าไฟฟ้า

เครื่องสีเปลือกสตกาแฟอาราบิก้าใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน

$$= 0.850 \quad \text{กิโลวัตต์}$$

ทำงานวันละ 0.94 ชั่วโมง

$$= 0.850 \times 0.82 \quad \text{กิโลวัตต์xชม /วัน}$$

$$= 0.697 \quad \text{กิโลวัตต์xชม /วัน}$$

คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท

$$= 3.50 \quad \text{บาท/กิโลวัตต์xชม.}$$

ต้นทุนค่าไฟฟ้า

$$= 0.697 \text{ กิโลวัตต์xชม /วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี} \times 3.50 \text{ บาท/กิโลวัตต์xชม.}$$

$$= 292.74 \quad \text{บาท/ปี}$$

ค่าซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอะไหล่

คิดคงที่เท่ากับร้อยละ 20 ของมูลค่าเครื่องตลอดอายุการใช้งาน

$$= 0.20 \times 19,000 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$= 3,800 \quad \text{บาท/ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม

$$= 3,936 + 170.82 + 292.74 + 3,800 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$= 8,199 \quad \text{บาท/ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด

$$= 3,966.25 + 8,199 \quad \text{บาท/ปี}$$

$$= 12,165.81 \quad \text{บาท/ปี}$$

ระยะเวลา 1 ปี เครื่องสีเปลือกสตกาแฟสามารถทำงานได้

$$= 1,500 \text{ ก.ก./วัน} \times 120 \text{ วัน/ปี}$$

$$= 180,000 \quad \text{ก.ก./ปี}$$

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องสีเปลือกสตกาแฟ

$$= 12,165.81 \text{ บาท/ปี} \div 180,000 \quad \text{ก.ก./ปี}$$

$$= 0.068 \quad \text{บาท/ก.ก.}$$

การคำนวณจุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน

รับจ้างสีเปลือกสตกาแฟ 0.25 บาท/ก.ก.

มีต้นทุนค่าใช้จ่าย 0.068 บาท/ก.ก.

ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่ม 0.182 บาท/ก.ก.

เครื่องสีเปลือกสตกาแฟอาราบิก้าสามารถทำงานได้ 180,000 ก.ก./ปี

หาจุดคุ้มทุนของเครื่องจากความสัมพันธ์, รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นได้ว่า $0.25 \text{ บาท/ก.ก.} \times N \text{ ก.ก./ปี} = 0.068 \text{ บาท/ก.ก.} \times 180,000 \text{ ก.ก./ปี}$

โดยที่

$$\begin{aligned} N &= \text{ปริมาณการผลิตที่จุดคุ้มทุน, กก./ปี} \\ &= (0.068 \times 180,000) / 0.25 \quad \text{กก./ปี} \\ &= 48,960 \quad \text{กก./ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นจะคุ้มทุนเมื่อเครื่องสีเปลือกสคคาแฟทำงานได้} & \quad 48,960 \quad \text{กก./ปี} \\ \text{มูลค่าเพิ่มในการทำงานของเครื่อง} & = (180,000 - 48,960) \times 0.182 \quad \text{บาท/ปี} \\ & = 24,112 \quad \text{บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หาระยะเวลาดิ้นทุนจากความสัมพันธ์,} \\ \text{ระยะเวลาคืนทุนเครื่องสีเปลือกสคคาแฟอราบิก้า} & = \text{ราคาเครื่อง / มูลค่าเพิ่ม} \\ & = 19,000 \text{ บาท} / 24,112 \quad \text{บาท/ปี} \\ & = 0.79 \quad \text{ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หาอัตราผลตอบแทนเงินทุนจากความสัมพันธ์,} \\ \text{อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนเครื่องลอกเปลือกกาแฟ} & = (\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ/มูลค่าเครื่อง}) \times 100\% \\ & = (24,112 \text{ บาท/ปี} \div 19,000 \text{ บาท}) \times 100\% \\ & = 125.52 \quad \%/ปี \end{aligned}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าชนิดลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ที่ความเร็วรอบลูกสี 450 รอบ/นาที

ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) บาท/ปี

ค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

คิดมูลค่าเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า	19,000	บาท
อายุการใช้งาน	5	ปี
มูลค่าเครื่องเมื่อหมดอายุการใช้งาน	0	บาท
คิดต้นทุนเป็นค่าเสื่อมราคาของเครื่อง แบบเส้นตรง (Straight-Line Depreciation)		
ต้นทุนค่าเสื่อมราคาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า	= (P-L)/N	
	= (19,000-0)/5	บาท/ปี
	= 3,800	บาท/ปี

ค่าเสียโอกาสเงินทุนเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

ดอกเบี้ยเงินฝากประจำของสถาบันการเงิน ณ ปัจจุบัน 1.75%

ต้นทุนค่าเสียโอกาสเงินทุน	= ((P+L)/2) x I	
	= ((19,000+0)/2) x 0.0175	บาท/ปี
	= 166.5	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม	= 3,800+166.25	
	= 3,966.25	บาท/ปี

ต้นทุนผันแปร(Variable Cost)

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟที่พัฒนาขึ้นที่ความเร็วรอบการสี 450 รอบ/นาที

มีอัตราการสี 1,911 ก.ก./ชั่วโมง จะใช้เวลาในขั้นตอนการสี = (1,500 / 1,911) = 0.78 ชั่วโมง/วัน

ค่าจ้างแรงงาน

ใช้แรงงาน 2 คน ชั่วโมงละ 20บาท (160 บาท/วัน) วันหนึ่งทำงาน -0.78 ชั่วโมง ระยะเวลาในการสีเปลือกสดกาแฟ 120 วัน/ปี

ต้นทุนค่าแรงงาน = 2 คน x 20 บาท/ชั่วโมง/คน x 0.78 ชั่วโมง/วัน x 120 วัน/ปี
= 3,744 บาท/ปี

ค่าน้ำ

อัตราการใช้น้ำ 220 ล./ชม. หรือ 0.220 ลบ.ม./ชม. และค่าน้ำ คิดเป็น 8 บาท/ลบ.ม.

ดังนั้นใน 1 ปี เสียค่าน้ำ = 8 บาท/ลบ.ม. x 0.220 ลบ.ม./ชม. x 0.78 ชม./วัน x 120 วัน/ปี

$$= 164.74$$

บาท/ปี

ค่าไฟฟ้า

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าขณะทำงาน	= 0.940	กิโลวัตต์
ทำงานวันละ 0.94 ชั่วโมง	= 0.940 x 0.78	กิโลวัตต์xชม /วัน
	= 0.733	กิโลวัตต์xชม /วัน
คิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท	= 3.50	บาท/กิโลวัตต์xชม.
ต้นทุนค่าไฟฟ้า	= 0.733 กิโลวัตต์xชม /วัน x 120 วัน/ปี x 3.50 บาท/กิโลวัตต์xชม.	
	= 307.94	บาท/ปี

ค่าซ่อมบำรุงและเปลี่ยนอะไหล่

คิดงที่เท่ากับร้อยละ 20 ของมูลค่าเครื่องตลอดอายุการใช้งาน	= 0.20 x 19,000	บาท/ปี
	= 3,800	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนผันแปรรวม	= 3,744 + 164.74 + 307.94 + 3,800	บาท/ปี
	= 8,016	บาท/ปี
ดังนั้นต้นทุนรวมทั้งหมด	= 3,966.25 + 8,016	บาท/ปี
	= 11,982.25	บาท/ปี
ระยะเวลา 1 ปี เครื่องสี่เปลือกสดกาแฟสามารถทำงานได้	= 1,500 ก.ก./วัน x 120 วัน/ปี	ก.ก./ปี
	= 180,000	ก.ก./ปี
ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องสี่เปลือกสดกาแฟ	= 11,982.25 บาท/ปี ÷ 180,000	ก.ก./ปี
	= 0.067	บาท/ก.ก.

การคำนวณจุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุนและอัตราผลตอบแทนเงินลงทุน

รับจ้างสี่เปลือกสดกาแฟ	0.25	บาท/ก.ก.
มีต้นทุนค่าใช้จ่าย	0.067	บาท/ก.ก.
ดังนั้นมีมูลค่าเพิ่ม	0.183	บาท/ก.ก.

เครื่องสี่เปลือกสดกาแฟอาราบิก้าสามารถทำงานได้ 180,000 ก.ก./ปี

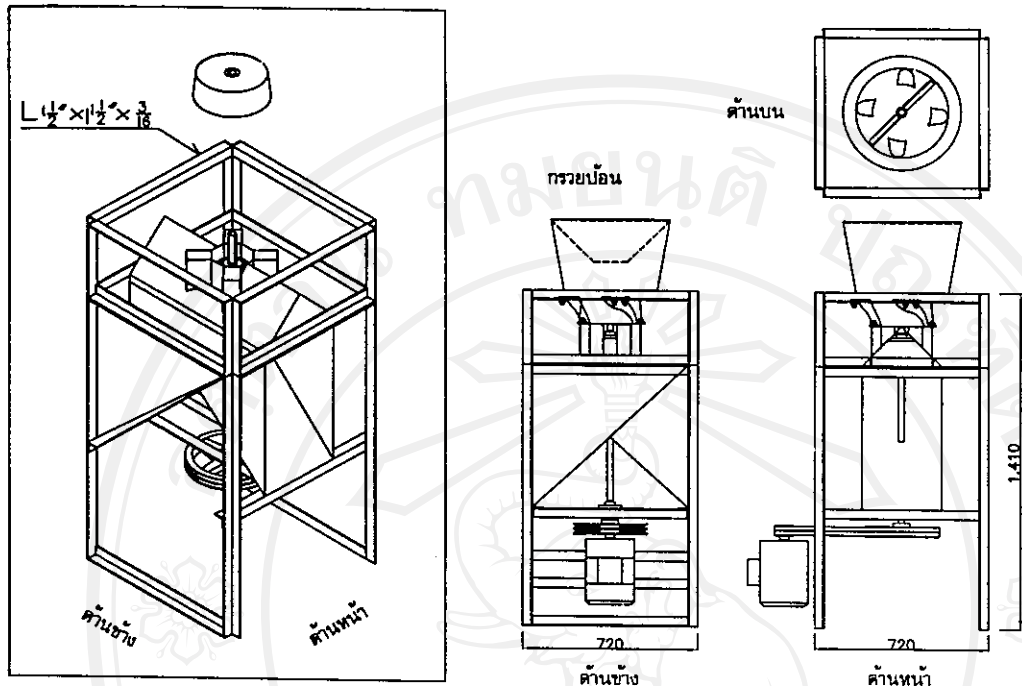
หาจุดคุ้มทุนของเครื่องจากความสัมพันธ์, รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย

ดังนั้นได้ว่า $0.25 \text{ บาท/ก.ก.} \times N \text{ ก.ก./ปี} = 0.067 \text{ บาท/ก.ก.} \times 180,000 \text{ ก.ก./ปี}$

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

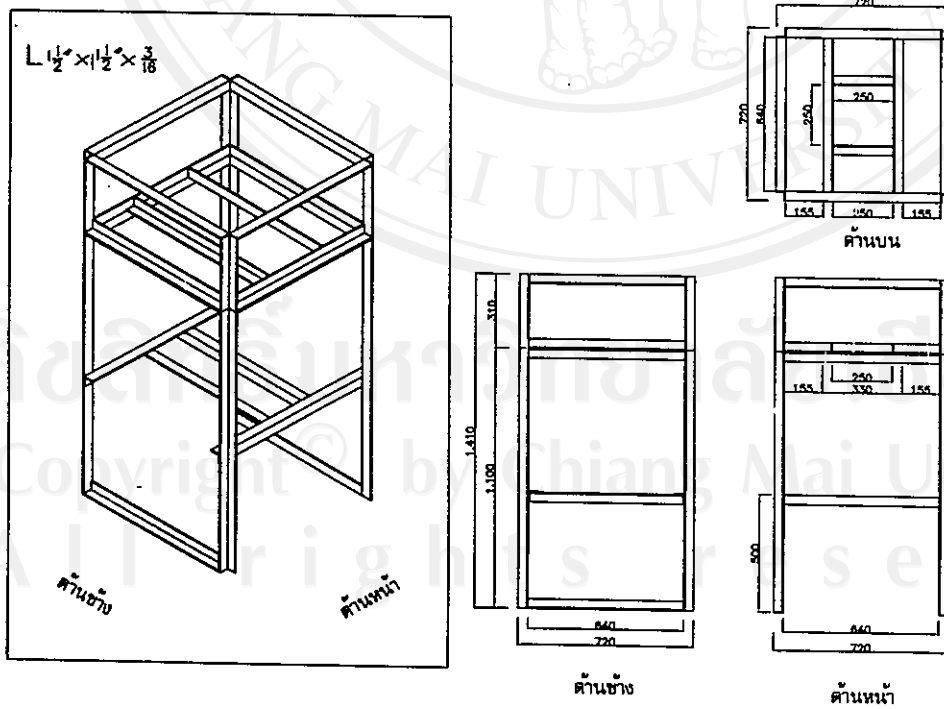
$$\begin{aligned}
 &= (0.067 \times 180,000) / 0.25 \quad \text{กก./ปี} \\
 &= 48,240 \quad \text{กก./ปี} \\
 \text{ดังนั้นจะคุ้มทุนเมื่อเครื่องสีเปลือกสดกาแฟทำงานได้} & \quad 48,240 \quad \text{กก./ปี} \\
 \text{มูลค่าเพิ่มในการทำงานของเครื่อง} &= (180,000 - 48,240) \times 0.183 \quad \text{บาท/ปี} \\
 &= 24,112 \quad \text{บาท/ปี} \\
 \text{หาระยะเวลาคืนทุนจากความสัมพันธ์,} & \\
 \text{ระยะเวลาคืนทุนเครื่องสีเปลือกสดกาแฟรายปี} &= \text{ราคาเครื่อง} / \text{มูลค่าเพิ่ม} \\
 &= 19,000 \text{ บาท} / 24,112 \quad \text{บาท/ปี} \\
 &= 0.79 \text{ ปี} \\
 \text{หาอัตราผลตอบแทนเงินทุนจากความสัมพันธ์,} & \\
 \text{อัตราผลตอบแทนเงินลงทุนเครื่องลอกเปลือกกาแฟ} &= (\text{มูลค่าเพิ่มสุทธิ} / \text{มูลค่าเครื่อง}) \times 100\% \\
 &= (24,112 \text{ บาท/ปี} \div 19,000 \text{ บาท}) \times 100\% \\
 &= 126.91 \quad \% / \text{ปี}
 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ฉ.



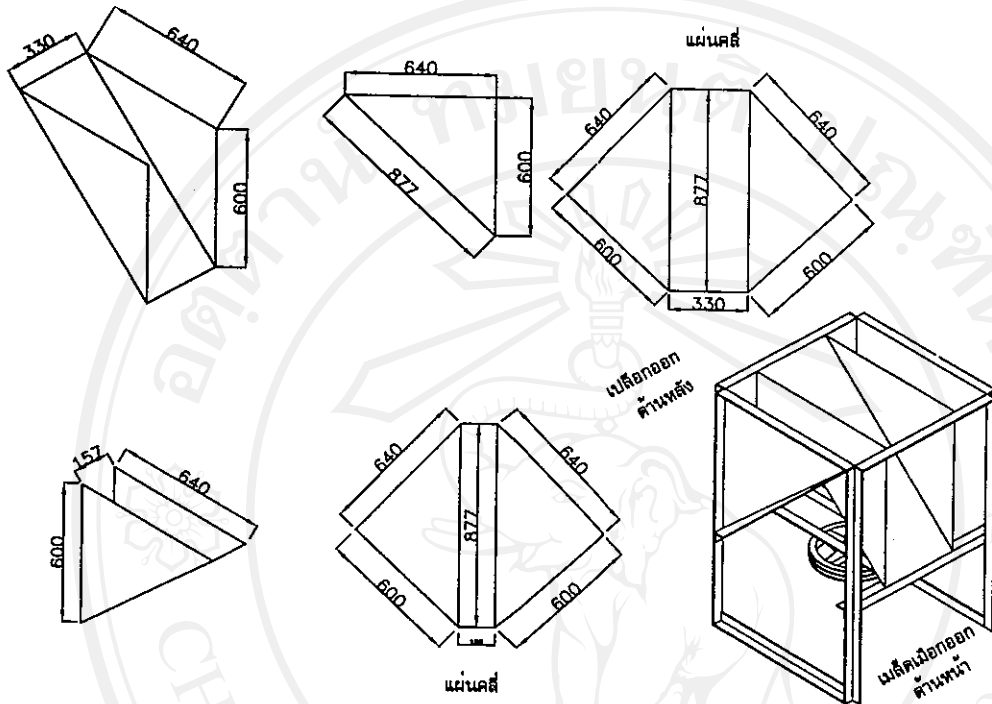
หน่วย : มิลลิเมตร

รูปที่ 1 แบบเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าชนิดลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง



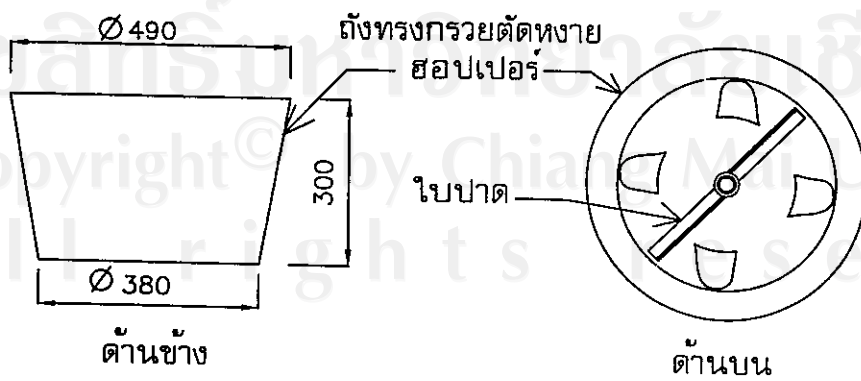
หน่วย : มิลลิเมตร

รูปที่ 2 แบบโครงสร้างของเครื่อง



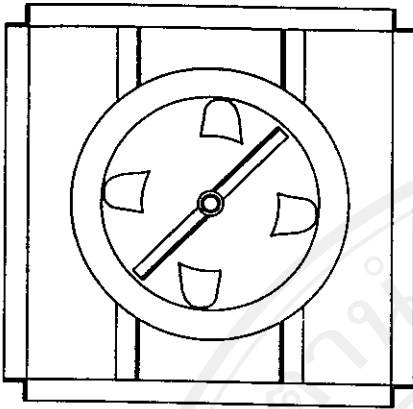
หน่วย : มิลลิเมตร

รูปที่ 3 แบบช่องทางออกเมทัลลิกเมื่อคและเปลือกหลังการตี

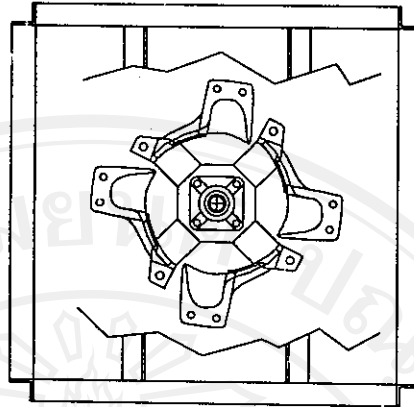


หน่วย : มิลลิเมตร

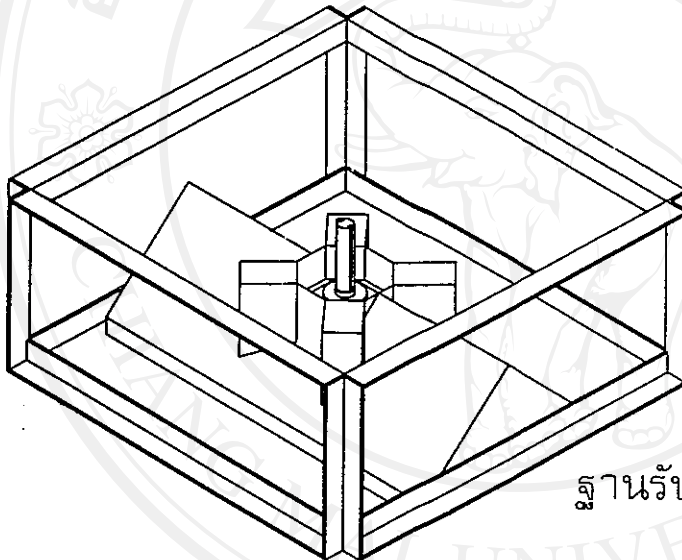
รูปที่ 4 ขอบเปอร์และใบปาดป้อนกาแฟเข้าเครื่องตีเปลือกสด



ป้อนต้นบน



4 ช่องทางการสี



ฐานรับ 4 ช่องการสี

รูปที่ 5 ตำแหน่งการป้อนกาแฟ ช่องการสีเปลือกสด และฐานรับแยกเปลือกกับเมล็ด

ภาคผนวก ข

เอกสารตีพิมพ์ในงานประชุมทางวิชาการ

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

Design and Development of Arabica Coffee Pulping Machine

ตีพิมพ์ในเอกสารชื่อ นวัตกรรมทางวิศวกรรมเกษตร เพื่อการเพิ่มผลผลิต มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Innovation in Agricultural Engineering for Increasing Productivity (หน้า 218-224) ในงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 5 ประจำปี 2547 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 26-27 เมษายน 2547 ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาสมรรถนะเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

Study on Performance of Arabica Coffee Pulping Machine

ตีพิมพ์ในเอกสารชื่อ เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ชื่อภาษาอังกฤษว่า The Proceedings of 43rd Kasetsart University Annual Conference เล่มที่ 2 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ และสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ (หน้า 214-221) จัดขึ้นเมื่อวันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2548 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

การออกแบบและพัฒนาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า
Design and Development of Arabica Coffee Pulping Machine

เวียง อากรชี่¹, สัมพันธ์ ไชยเทพ² และ โมตรี แนวนพนิช³

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

³ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ : เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นเป็นแบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านบน 240 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านล่าง 260 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร มีช่องป้อนการสี 4 ช่องทาง รอบการหมุนของลูกสี 365 รอบ/นาที มอเตอร์ต้นกำลัง 1 แรงม้า อัตราการสี 1600 กิโลกรัม/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการสี 99% มีเปอร์เซ็นต์การแตกหัก 0.98 % มีเปลือกและสิ่งเจือปน 1.59 % และมีเมล็ดคัดออกไปกับเปลือก 1.2% โดยน้ำหนัก มีอัตราการใช้น้ำในขั้นตอนการสี 210 ลิตร/ชั่วโมง

Abstract : An Arabica coffee pulping Machine was designed and constructed to evaluate its performance. It consisted of a pulping roll with 4 feeding ports. The pulper was driven by a 1 hp motor. The pulping roll was made of indented sheet formed into a conical shape having the upper diameter of 240 mm and the lower diameter of 260 mm with the height of 100 mm. Test results showed that at the roller speed of 365 rpm it has capacity of 1600 kg/hr with 99% pulping efficiency and 0.98% broken. Coffee-bean output contained 1.59% pulp, and 1.2% of coffee bean lost with the pulp. Water consumption rate was 210 l/hr.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

Keywords: Pulping Machine, Feeding ports, Coffee-bean

บทนำ

กาแฟอาราบิก้า จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ปลูกมากทาง ภาคเหนือ มีผลผลิตสารกาแฟรวมประมาณ 800-900 ตันต่อปี ซึ่งยังสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้อีกมากตามความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของสารกาแฟเป็นสำคัญ (กรมวิชาการเกษตร, 2542; ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2542) ช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวประมาณเดือนตุลาคม - กุมภาพันธ์ มีขั้นตอนการผลิตสารกาแฟหลังจากการเก็บเกี่ยวหลายขั้นตอนซึ่งแต่ละขั้นตอนก็มีความสำคัญต่อคุณภาพของสารกาแฟ หลังการเก็บเกี่ยวกาแฟสุกผลสดจะมีวิธีการทำสารกาแฟ 2 แบบคือ วิธีแห้ง (Dry Method or Natural Method) และวิธีเปียก (Wet Method or Parchment Method) วิธีแห้งจะทำแห้งทั้งเปลือกสดโดยวิธีการตากลานหรือใช้เครื่องอบแล้วสีได้สารกาแฟ (Green Coffee) สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆต่อไป นิยมใช้กับกาแฟพันธุ์โรบัสต้า ส่วนวิธีเปียกเป็นวิธีที่เหมาะสมในการทำสารกาแฟอาราบิก้าซึ่งให้คุณภาพดีกว่า แต่การทำสารกาแฟมีหลายขั้นตอนกว่า คือ การเปลือกสด (Pulping) การกำจัดเมือก (Demucilagging) การทำแห้ง (Drying) การสีกาแฟกะลา (Hulling) จนได้สารกาแฟที่พร้อมจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป ผลกาแฟสุกหลังจากเก็บเกี่ยวจากต้นกาแฟควรได้รับการเอาเปลือกออกทันทีหรือไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 36 ชั่วโมงเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการหมักของเปลือก (Fermentation) อันทำให้เกิดกลิ่นไม่ดี หรือเกิดสารพิษจากเชื้อราแก่สารกาแฟได้ (ศราวุธ, 2538; พงษ์ศักดิ์และบัณฑิต, 2542)

การสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าคือ การบดเปลือกสดให้แตกออก จากนั้นก็แยกเมล็ดกับเปลือกออกจากกัน การสีเปลือกสดกาแฟ อาจใช้วิธีตำในครกไม้เบา ๆ หรือใช้เครื่องสีเปลือกสด ถ้าใช้เครื่องที่มีประสิทธิภาพต่ำหรือปฏิบัติไม่ถูกวิธีจะทำให้เมล็ดกาแฟ (Bean) เกิดรอยชำหรือเป็นแผลขึ้นเป็นสาเหตุให้กาแฟเสื่อมคุณภาพได้ (Sivetz and Desrosier, 1979) ดังนั้นในการผลิต สารกาแฟอาราบิก้าจำนวนมากจำเป็นต้องมีเครื่องสีเปลือกสดที่มีประสิทธิภาพสามารถสีได้ปริมาณมากพอกับความต้องการเกิดความเสียหายกับเมล็ดกาแฟน้อย เปอร์เซ็นต์ผลกาแฟไม่ถูกสีเปลือกออกมีน้อยหรือไม่มีเลย ราคาเครื่องและต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมสารกาแฟที่ได้เหมาะสม

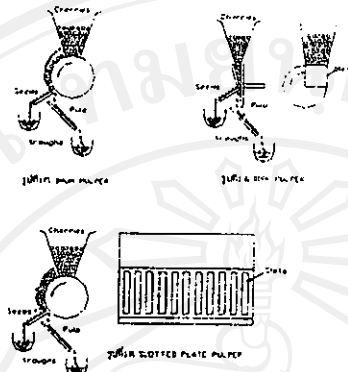
ปัจจุบันเครื่องสีกาแฟเปลือกสดที่มีใช้ในประเทศไทยมีทั้งการนำเข้าจากต่างประเทศและผลิตในประเทศ มีปัญหาคือการนำเข้าเครื่องสีเปลือกสดจากต่างประเทศมีราคาแพงกว่าการผลิตในประเทศมาก อุปกรณ์ซ่อมบำรุงต้องสั่งจากต่างประเทศ ส่วนเครื่องสีเปลือกสดที่ผลิตในประเทศประสิทธิภาพยังต่ำเมื่อเทียบกับต่างประเทศ ขาดข้อมูลการใช้งานที่ชัดเจน รูปแบบคล้ายคลึงกันไม่มีการพัฒนารูปแบบใหม่ ๆ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าให้มีประสิทธิภาพและราคาเหมาะสม โดยเปรียบเทียบกับเครื่องที่มีใช้และผลิตในประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า ได้มีการเก็บข้อมูลเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าที่มีใช้และผลิตในประเทศและออกแบบพัฒนาโดยผู้วิจัย



ภาพที่ 1 หลักพื้นฐานการปกเปลือกกาแฟสด

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าแบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้งมีส่วนประกอบหลักๆ ได้แก่

1. ชุดป้อนกาแฟ ประกอบด้วย ถังรูปทรงกรวยตัดหงายและใบปาด
2. ชุดลูกสีทรงกรวยตัด ประกอบด้วยตะแกรงรูปกรวยตัด ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางล่าง 260 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางบน 240 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร ช่องปอกเปลือก 4 ช่องทำจากทองเหลือง ระยะห่างของช่องปอกกับผนังตะแกรงลูกสีจะค่อยๆลดลงตามโค้งช่องปอกจากบนลงล่างเพื่อสามารถปอกเปลือกกาแฟผลสดได้ทุกขนาด
3. ชุดโครงสร้าง ประกอบด้วย โครงสร้างตัวเครื่องขนาด 0.72 x 0.72 x 1.41 เมตร มีช่องแยกเมล็ดเมื่อกับเปลือกหลังการสีออกจากกัน
4. ชุดขับเคลื่อนประกอบด้วย มอเตอร์ดันท้าถัง 1 แรงม้า เพลาแนวตั้งเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ร้อยผ่านมู่เล่ ชุดลูกสี และใบปาด

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าที่มีใช้อยู่เดิมและที่ออกแบบสร้างขึ้นใหม่
2. เครื่องชั่งดิจิตอลพิกัด 500 กิโลกรัม
3. เครื่องชั่งดิจิตอลพิกัด 2 กิโลกรัม
4. เครื่องวัดความเร็วรอบ
5. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
6. นาฬิกาจับเวลา
7. เครื่องวัดความชื้นอินฟราเรด
8. อื่นๆ

การทดสอบประสิทธิภาพ

เพื่อหาจุดทำงานที่เหมาะสมของเครื่องสีเปลือกสคคาเฟอราบีแก้วที่ออกแบบและสร้างขึ้น โดยทดสอบการทำงานที่รอบการหมุนลูกสีที่รอบต่างๆกัน แล้วเก็บข้อมูลมาเปรียบเทียบค่า ได้แก่ อัตราการสี (อัตราการสี กก./ชม.), ประสิทธิภาพการสีหรือ เปอร์เซ็นต์จำนวนผลกานเพที่ลูกสีเปลือกหลังการสี, เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดกานเพหลังการสี, ปริมาณการใช้น้ำในขั้นตอนการสี และค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการสี (ค่าไฟฟ้าหรือค่าน้ำมัน)

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

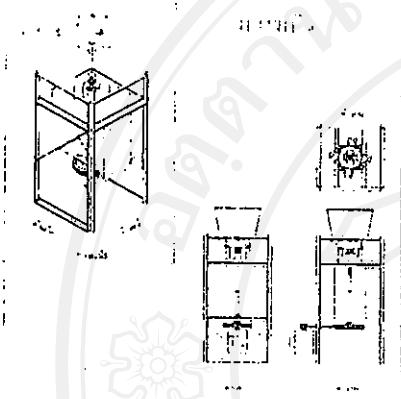
ตารางแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสีเปลือกสคคาเฟอราบีแก้ว

หัวข้อการบันทึกข้อมูล	เครื่องสีเปลือกสคคาเฟอราบีแก้วที่ใช้อยู่เดิม	เครื่องสีเปลือกสคคาเฟอราบีแก้วทรงกรวยตัดแนวตั้ง(รอบ/นาที)				
		250	300	365	400	450
อัตราการสี (กก./ชม.)	380	1260	1480	1600	1830	1910
ประสิทธิภาพการสี (% โดยน้ำหนัก)	94	94.7	97.5	99.00	99.15	99.20
เมล็ดเมือกที่เสียหาย (% โดยน้ำหนัก)	2.4	0.84	0.91	0.98	1.56	3.34
เปลือกปนเมล็ดเมือก (% โดยน้ำหนัก)	4.5	2.60	1.93	1.59	1.45	1.36
เมล็ดเมือกปนเปลือก (% โดยน้ำหนัก)	3.4	1.06	1.12	1.20	2.31	3.69
อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/ชั่วโมง)	750	201	205	210	215	216
พลังงานไฟฟ้า KW	0.697	0.643	0.691	0.730	0.864	0.946
ราคาเครื่อง (บาท)	14,000	19,000				

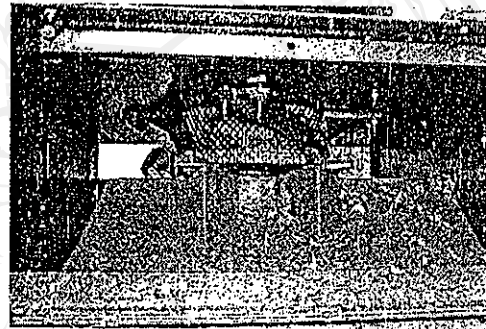
จากตารางแสดงข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีเปลือกสคคาเฟอราบีแก้วแบบลูกสีทรงกรวยคั่นแนวอนซึ่งมีใช้อยู่เดิม และการทดสอบเครื่องสีเปลือกสคคาเฟอราบีแก้วแบบลูกสีทรงกรวยคั่นแนวตั้งที่ความเร็วรอบต่างๆทำให้ทราบว่าเครื่องสีเปลือกสคคาเฟอราบีแก้วที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพการสีดีกว่าแบบเดิม มีอัตราการสีมากกว่าเดิมและข้อสูญเสีย ความสะอาดอยู่ในเกณฑ์ดีขึ้น ซึ่งจุดทำงานที่เหมาะสม

สมดังกล่าวจากตารางการทดสอบประสิทธิภาพ อยู่ที่ความเร็วรอบลูกตี 365 รอบต่อนาที อัตราการใช้น้ำ 210 ลิตรต่อชั่วโมง และปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการตีและอัตราการตีคือความเร็วเชิงเส้นที่ใช้ในการ จิกเปลือกกาแฟออกและเหวี่ยงทิ้งไป ระยะห่างในการรีดขนาดผลกาแฟสดในขณะที่เคลื่อนที่ลงมาในช่อง ปอกให้สามารถปอกกาแฟได้ทุกขนาด การบีบป้อนจิกกาแฟบนตะแกรงปอกต้องมีระยะที่ถูกต้อง ความคม และความหนาเหมาะสม

114



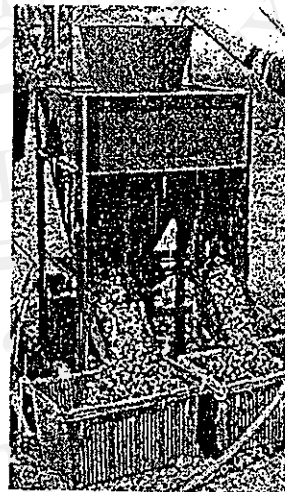
ภาพที่2 ภาพเขียนแบบตัวเครื่อง



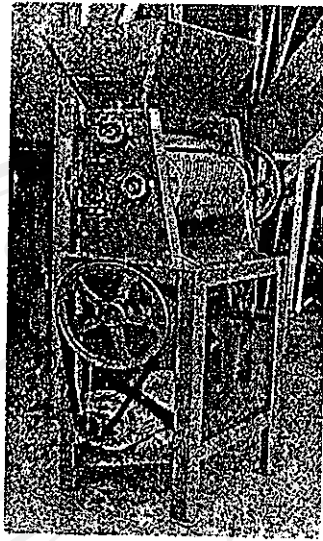
ภาพที่3 ภาพลูกตีเปลือก



ภาพที่4 ด้านทางออกเมล็ดเมื่อ



ภาพที่5 ภาพทางออกเปลือก



ภาพที่ 6 แบบลูกสีทรงกระบอกในแนวนอน (แบบเดิม)

สรุปผล

เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าแบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้งมีจุดทำงานที่เหมาะสมที่ความเร็วรอบลูกสี 365 รอบต่อนาที มีอัตราการสี 1600 กก.ต่อชั่วโมงซึ่งสูงกว่าอัตราการสีของเครื่องสีแบบทรงกระบอกแนวนอนที่ใช้อยู่เดิม ประมาณ 4 เท่า ประสิทธิภาพการสีสูงกว่าเดิม มีเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียของเมล็ดเมื่อน้อยกว่า ความปนของเปลือกในเมล็ดเมื่อน้อยกว่า รวมทั้งการใช้น้ำก็น้อยกว่า ราคาต้นทุนไม่แตกต่างกันมากนัก การใช้พลังงานต้นกำเนิดใกล้เคียงกัน จากข้อดีทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วนั้นจึงเหมาะสมที่จะนำมาผลิตในเชิงการค้าหรือส่งเสริมให้ผู้ประกอบการกาแฟอาราบิก้าได้นำไปใช้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะผู้ร่วมงานและให้การสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร เจ้าหน้าที่สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เจ้าหน้าที่สถานีทดลองเกษตรที่สูงเขาซ้อน จ.เพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวง จ.เชียงใหม่ และ โดยเฉพาะอย่างยิ่งท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ที่มีส่วนสนับสนุนให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2542. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่องยุทธศาสตร์การพัฒนากาแฟ.

วันที่ 28 พฤษภาคม 2542. โรงแรมห้วยสั้แทเวียร์น, กรุงเทพฯ. 70 หน้า.

- พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และบัณฑิต วาฤทธิ์. 2542. การปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าที่สูง. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 229 หน้า.
- ศราวุธ ฉันทจิตปรีชา. 2538. เทคนิคก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวกาแฟ. วารสารเกษตรก้าวหน้า ปีที่ 10. ฉบับที่ 3 เดือน พ.ค.-มิ.ย. 2538. หน้า 20-28.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟที่สูง. 2542. ผลิตภาพกาแฟอาราบิก้าไทยกับโอกาสทำการตลาด, รายงานการสัมมนา วันที่ 10 ธันวาคม 2542. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จ.เชียงใหม่. 106 หน้า.
- Bendig. 2001. "Wet Process" [Online]. Available:
<http://www.bendig.co.cr/products/wet.html>
- Main Frame in Frameset. 2001. "Coffee Pulper". [Online]. Available:
<http://www.agrotrends.com.br/ingles/icafe.html>
- Sivetz, M., and Desrosier, N.W. 1979. COFFEE TECHNOLOGY. AVI Publishing Company Inc., Westport Connecticut. 716 pp.
- Sudhakar, P. 2000. "Simple coffee pulper." [Online]. Available:
<http://www.nifindia.org/psudhakar.html>
- Clarke, R.J., and Macrae, R. 1987. COFFEE Volume2 TECHNOLOGY. Elsevier Science Publishing co.,Inc. New York, USA. 321 pp.
- Wilbaux, R. 1963. COFFEE PROCESSING. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 204 pp.

การศึกษาสมรรถนะเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า
Study On Performance Of Arabica Coffee Pulping Machine

เวียง อากรชิ¹, สัมพันธ์ ไชยเทพ² และ ไมตรี แนวพนิช³

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

³ กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ : เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าเป็นเครื่องจักรกลที่สำคัญในกระบวนการผลิตสารกาแฟอาราบิก้า มีหลักการทำงานที่สำคัญคือการปอกเปลือกผลกาแฟแยกออกจากเมล็ดสารกาแฟ โดยมีความถี่ในการทดสอบสมรรถนะคือ อัตราการสี เปอร์เซ็นต์การสี เปอร์เซ็นต์การแตกหักเมล็ดสาร การปนเปื้อนของเมล็ดสารและเปลือก การใช้พลังงานต้นกำลังและ การใช้น้ำในขั้นตอนการสี โดยใช้เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า แบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ขนาดกรวยเส้นผ่าศูนย์กลางด้านบน 240 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านล่าง 260 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร มีช่องป้อนการสี 4 ช่องทาง มอเตอร์ต้นกำลัง 1.50 กิโลวัตต์ โดยทดสอบที่ความเร็วรอบลูกสีต่างๆคือ 250, 300, 350, 400 และ 450 รอบ/นาที ตามลำดับ การวิเคราะห์ทางสถิติและเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของผลการทดสอบเพื่อเป็นข้อสรุปสมรรถนะของเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

Abstract: Arabica coffee pulping machine are utilized in green Arabica coffee processing by mean of splitting and separating pulp from seeds. The performance criteria of Arabica coffee pulping machine are pulping capacity, pulping percentage, percentage of broken seeds and unseparated pulp, power and water consumption. Performance test of one pulping roll with 4 feeding ports vertical conic pulper was executed at the various roller speed of 250, 300, 350, 400 and 450 rpm. The pulping machine was driven by a 1.5 kW motor with the conical shape indented steel sheet pulping roll of 100 mm. height with upper and lower diameter of 240 and 260 mm, respectively. Statistical and economic engineering analysis were accomplished for mechanical performance of Arabica coffee pulping machine.

Keywords: Arabica coffee pulping machine ,Pulping Machine, Feeding ports, Coffee-bean

บทนำ

กาแฟอาราบิก้าจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ปลูกมากทาง ภาคเหนือ มีผลผลิตสารกาแฟรวมประมาณ 800-900 ตันต่อปี ซึ่งยังสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้อีกมากตามความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของสารกาแฟเป็นสำคัญ (กรมวิชาการเกษตร, 2542; ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, 2542) ช่วงฤดูกาลเก็บเกี่ยวประมาณเดือนตุลาคม - กุมภาพันธ์ มีขั้นตอนการผลิตสารกาแฟหลังจากการเก็บเกี่ยวหลายขั้นตอนซึ่งแต่ละขั้นตอนก็มีความสำคัญต่อคุณภาพของสารกาแฟ หลังการเก็บเกี่ยวกาแฟสดจะมีวิธีการทำสารกาแฟ 2 แบบ คือ วิธีแห้ง (Dry Method or Natural Method) และวิธีเปียก (Wet Method or Parchment Method) วิธีแห้งจะทำแห้งทั้งเปลือกสดโดยวิธีการตากลานหรือใช้เครื่องอบแล้วสีได้สารกาแฟ (Green Coffee) สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆต่อไป นิยมใช้กับกาแฟพันธุ์โรบัสต้า ส่วนวิธีเปียกเป็นวิธีที่เหมาะสมในการทำสารกาแฟอาราบิก้าซึ่งให้คุณภาพดีกว่า แต่การทำสารกาแฟมีหลายขั้นตอนกว่า คือ การลอกเปลือกสด (Pulping) การกำจัดเมือก (Demucilaging) การทำแห้ง (Drying) การสีกาแฟกะลา (Hulling) จนได้สารกาแฟที่พร้อมจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป ผลกาแฟสดหลังจากเก็บเกี่ยวจากต้นกาแฟ ควรได้รับการเอาเปลือกออกทันทีหรือไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 36 ชั่วโมงเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการหมักของเปลือก (Fermentation) อันทำให้เกิดกลิ่นไม่ดี หรือเกิดสารพิษจากเชื้อราแก่สารกาแฟได้ (พงษ์ศักดิ์และบัณฑิต, 2542)

การสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าคือ การบีบเปลือกสดให้แตกออก จากนั้นก็แยกเมล็ดกับเปลือกออกจากกัน การสีเปลือกสดกาแฟ อาจใช้วิธีตำในครกไม้เบา ๆ หรือใช้เครื่องสีเปลือกสด ถ้าใช้เครื่องที่มีประสิทธิภาพต่ำหรือปฏิบัติไม่ถูกวิธีจะทำให้เมล็ดกาแฟ (Bean) เกิดรอยขีดหรือเป็นแผลขึ้นเป็นสาเหตุให้กาแฟเสื่อมคุณภาพได้ (Sivetz and Desrosier, 1979) ดังนั้นในการผลิต สารกาแฟอาราบิก้าจำนวนมากจำเป็นต้องมีเครื่องสีเปลือกสดที่มีประสิทธิภาพสามารถสีได้ปริมาณมากพอกับความ ต้องการ เกิดความเสียหายกับเมล็ดกาแฟน้อย เบอร์เซ็นต์ผลกาแฟไม่ถูกสีเปลือกออกมีน้อยหรือไม่มีเลย ราคาเครื่องและต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมสารกาแฟที่ได้เหมาะสม

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าแบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้งที่รอบ การสีต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ**อุปกรณ์การทดลอง**

1. เครื่องสี่เปลือกสดกาแฟอาราบิก้าแบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้งที่ออกแบบสร้างขึ้น
2. เครื่องชั่งดิจิตอลพิกัด 500 กิโลกรัม
3. เครื่องชั่งดิจิตอลพิกัด 2 กิโลกรัม
4. เครื่องวัดความเร็วรอบ
5. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
6. นาฬิกาจับเวลา
7. เครื่องวัดความชื้นอินฟราเรด
8. เครื่องปรับความเร็วรอบมอเตอร์
9. วัสดุทดสอบ กาแฟอาราบิก้าผลสด
10. อื่นๆ

ข้อมูลเครื่องสี่เปลือกสด

เครื่องสี่เปลือกสดกาแฟอาราบิก้าแบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้งมีส่วนประกอบหลักๆ ได้แก่

1. ชุดบ่อนกาแฟ ประกอบด้วย ถังรูปทรงกรวยตัดหงายและใบปาด
2. ชุดลูกสีทรงกรวยตัด ประกอบด้วยตะแกรงรูปกรวยตัด ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางล่าง 260 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางบน 240 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร ช่องปอกเปลือก 4 ช่องทำจากทองเหลือง ระยะห่างของช่องปอกกับผนังตะแกรงลูกสีจะค่อยๆ ลดลงตามโค้งช่องปอกจากบนลงล่างเพื่อสามารถปอกเปลือกกาแฟผลสดได้ทุกขนาด
3. ชุดโครงสร้าง ประกอบด้วย โครงสร้างตัวเครื่องขนาด $0.72 \times 0.72 \times 1.41$ เมตร มีช่องแยกเมล็ดเมื่อกับเปลือกหลังการสีออกจากกัน
4. ชุดขับเคลื่อนประกอบด้วย มอเตอร์ต้นกำลัง 1 แรงม้า เพลาแนวตั้งเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ร้อยผ่านพูลี่ ชุดลูกสี และใบปาด

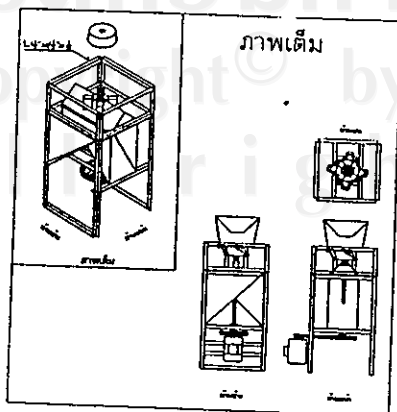
วิธีการทดสอบ เป็นการทดสอบเครื่องที่ความเร็วรอบการหมุนลูกสีต่างๆ เพื่อนำไปคำนวณตามความสัมพันธ์ในข้อ 5 โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. ชั่งกาแฟผลสด 100 ก.ก.ต่อ การทดลอง
2. เดินเครื่องสี่เปลือกสดกาแฟที่ความเร็วรอบต่างๆ ได้แก่ 250, 300, 350, 400 และ 450 รอบ/นาที ตามลำดับ จับเวลาช่วงทำการสี วัดค่ากระแสไฟฟ้าขณะทำการสี
3. เก็บตัวอย่างกาแฟหลังการสี ทั้งทางด้านเมล็ดเมื่อกและทางด้านทิ้งเปลือก มาทำการสุ่มตัวอย่างครั้งละ 1,000 กรัม 3 ซ้ำ ต่อการทดลอง เพื่อนำมาหาค่า เมล็ดกาแฟที่ไม่ถูกสี เมล็ดกาแฟที่แตกเสียหาย และการปนเปื้อนของเมล็ดกาแฟกับเปลือกกาแฟ

4. ทำซ้ำ ในแต่ละรอบการหมุนๆละ 3 การทดลอง และเก็บข้อมูลในลักษณะเดียวกัน
5. คำนวณค่าต่างๆ โดยใช้ความสัมพันธ์ดังนี้
 1. อัตราการสี (ก.ก./ชม.) คือการคิดปริมาณกาแฟผลสดที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง ป้อนเข้าเครื่องสีเปลือกสดแล้วจับเวลาตลอดช่วงการสีจนหมด จากนั้นนำมาคำนวณตามสมการ
 อัตราการสี (ก.ก./ชม.) = นน.กาแฟผลสด (ก.ก.) / เวลา (ชม.)
 2. เปอร์เซ็นต์การสี (%โดยน้ำหนัก) คือการคิด เปอร์เซ็นต์ของกาแฟผลสดที่ถูกทำให้เปลือกฉีกแยกออกจากกัน ต่อน้ำหนักผลกาแฟสดที่ใช้ทดสอบรวมแต่ละครั้ง
 3. เมล็ดเมือกที่เสียหาย(%โดยน้ำหนัก) คือ เมล็ดกาแฟที่ได้รับการสีเปลือกออกแล้วมีเมือกหุ้มอยู่มีรอยแตกหรือเป็นแผลทั้งขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ตาม ซึ่งเท่ากับเปอร์เซ็นต์เมล็ดเมือกเสียหายรวมทั้งทางออกเมล็ดเมือก และทางออกเปลือกหลังการสี
 4. เปลือกปนเมล็ดเมือก คือการสุ่มตัวอย่างเมล็ดเมือกเพื่อหา เปอร์เซ็นต์เปลือกสดหลังการสีว่าปนมาของทางออกเมล็ดเมือกเท่าไร
 5. เมล็ดเมือกปนเปลือก คือการสุ่มตัวอย่างเปลือกสดเพื่อหาเปอร์เซ็นต์เมล็ดเมือกกว่าปนออกทางช่องทิ้งเปลือกสดเท่าไร
 6. อัตราการใช้ น้ำ เป็นการใช้ข้อมูลการใช้ น้ำในขั้นตอนการสี โดยคำนวณจากอัตราการไหลของน้ำ เทียบกับเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการสี
 7. พลังงานไฟฟ้า เป็นการวัดค่ากระแสไฟฟ้าในขั้นตอนการสี แล้วนำมาคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ โดยมีสมการคือ ไฟฟ้าเฟสเดียว $KW = AxVxPF / 1,000$

$$\text{ไฟฟ้า 3 เฟส } KW = 1.73xAxVxPF / 1,000$$

โดยที่ $KW =$ พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์) $A =$ กระแสไฟฟ้า(แอมแปร์)
 $V =$ ความต่างศักย์(โวลต์) $PF =$ เพาเวอร์แฟคเตอร์



ภาพที่ 1 ภาพเขียนแบบตัวเครื่อง



ภาพที่ 2 เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า

ตารางที่ 1 การบันทึกผลการทดสอบเครื่องสีเปลือกสวกานเพื่อหาปริมาณแบบทรงกรวยตัดแนวตั้ง

รอบการหมุน	ความเร็วรอบลูกสีเปลือกสวก (รอบ/นาที)														
	250			300			350			400			450		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
หัวข้อปัจจัย	1,310	1,232	1,242	1,463	1,456	1,526	1,652	1,587	1,562	1,881	1,846	1,765	1,929	1,954	1,851
เปอร์เซ็นต์การสี (%โดยน้ำหนัก)	96.10	92.70	95.30	98.09	96.90	97.50	99.22	98.84	98.94	99.44	98.88	99.13	99.35	99.10	99.15
เมล็ดแตกเสียหาย (%โดยน้ำหนัก)	1.15	0.67	0.70	1.05	0.59	1.09	0.43	1.46	1.05	1.52	1.55	1.61	4.04	2.41	3.57
เปลือกปนออกด้านเมล็ดเมือก (%โดยน้ำหนัก)	1.80	2.75	3.25	2.48	2.37	0.94	1.03	1.86	1.87	1.76	0.94	1.65	1.32	1.48	1.28
เมล็ดเมือกปนด้านทั้งเปลือก (% โดยน้ำหนัก)	0.58	1.39	1.21	0.97	1.26	1.12	1.46	1.05	1.10	1.57	2.65	2.72	3.56	3.55	3.96
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	0.62	0.64	0.67	0.67	0.69	0.72	0.74	0.72	0.72	0.83	0.84	0.87	0.94	0.98	0.91
อัตราการใช้น้ำในขั้นตอนการสี (ลิตร / ชม.)	200	200	200	200	210	215	210	200	215	220	210	220	220	220	220

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติ

หัวข้อปัจจัย	รอบการหมุน				
	250	300	350	400	450
อัตราการสี (ก.ก./ชม.)	1,261 a	1,482 b	1,600 c	1,831 d	1,911 d
เปอร์เซ็นต์การสี (%โดยน้ำหนัก)	95.70 a	97.50 ab	99.00 b	99.15 b	99.20 b
เมล็ดแตกเสียหาย (%โดยน้ำหนัก)	0.84 a	0.91 b	0.98 c	1.56 d	3.34 d
เปลือกปนออกด้านเมล็ดเมื่อ (%โดยน้ำหนัก)	2.60 a	1.93 ab	1.59 ab	1.45 b	1.36 b
เมล็ดเมื่อปนด้านทิ้งเปลือก (% โดยน้ำหนัก)	1.06 a	1.12 a	1.2 a	2.31 b	3.69 c
พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	0.643 a	0.693 b	0.727 b	0.847 c	0.943 d
อัตราการใช้ น้ำในขั้นตอนการสี (ลิตร / ชม.)	200 a	208 ab	208 ab	216 b	220 b

จากตารางที่ 2 สามารถวิเคราะห์ผลโดยใช้หลักการทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ว่า

อัตราการสี (ก.ก./ชม.) ที่ความเร็วรอบการหมุนต่างๆมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้นความเร็วรอบที่ 400 และ 450 รอบ/นาที อัตราการสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.05$)

เปอร์เซ็นต์การสี (%โดยน้ำหนัก) ที่ความเร็วรอบ 250 รอบ/นาที ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความเร็วรอบ 300 รอบ/นาที แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก ความเร็วรอบที่ 350, 400 และ 450 รอบ/นาที ส่วนที่ความเร็วรอบ 300, 350, 400 และ 450 รอบ/นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกเสียหาย (%โดยน้ำหนัก) ที่ความเร็วรอบ 250, 300, 350 และ 400 รอบ/นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ความเร็วรอบ 400 รอบ/นาที และ 450 รอบ/นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์เลือกป้อนออกมาด้านเมล็ดเมือก (% โดยน้ำหนัก) ที่ความเร็วรอบ 250,300 และ 350 รอบ/นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับที่ความเร็วรอบ 300,350,400 และ 450 รอบ/นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์เมล็ดเมือกป้อนออกด้านทิ้งเปลือก (% โดยน้ำหนัก) ที่ความเร็วรอบ 250,300 และ 350 รอบ/นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่รอบความเร็ว 250,300 และ 350 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับรอบความเร็วที่ 400 และ 450 รอบ/นาที ตามลำดับ และที่รอบความเร็ว 400 และ 450 รอบ/นาที เองก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกันด้วย

ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์) ทุกความเร็วรอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ที่รอบความเร็ว 300 และ 350 รอบ/นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อัตราการใช้น้ำในขั้นตอนการสี (ลิตร / ชม.) ที่ความเร็วรอบ 250,300 และ 350 รอบ/นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ ที่ความเร็วรอบ 300,350,400 และ 450 รอบ/นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ที่ความเร็วรอบ 250รอบ/นาที มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับความเร็วรอบ 400 และ 450 รอบ/นาที

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

เพื่อใช้ เป็นแนวทางในการตัดสินใจลงทุน ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางด้านล่างนี้
ตารางที่ 3 แสดงการหาต้นทุนรวม

ต้นทุนคงที่(Fixed Cost)	ต้นทุนผันแปร (Variable Cost)
ราคาเครื่องสีเปลือกสด = 19,000 บาท	ค่าจ้างแรงงาน = 36,000 บาท/ปี
อายุการใช้งาน 5 ปี ค่าเสื่อมราคา = 3,800 บ./ปี	ค่าน้ำในการทำงาน = 1,612.80 บาท/ปี
ค่าเสียโอกาสเงินฝากธนาคาร 1.75% / ปี = 166.50 บาท/ปี	ค่าไฟฟ้า = 2,452.80 บาท/ปี
	ค่าซ่อมบำรุง = 3,800 บาท/ปี
ต้นทุนคงที่รวม = 3,966.25 บาท/ปี	ต้นทุนผันแปรรวม = 43,865.60 บาท/ปี
ต้นทุนรวมทั้งหมด = 47,831.85 บาท/ปี	

ตารางที่ 4 แสดงการหาจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุน

ข้อมูล	จุดคุ้มทุน (ก.ก./ปี)	ระยะเวลา คืนทุน(ปี)
1 ปี เครื่องสีได้ ต้นทุนค่าใช้จ่าย	1,536,000 กก./ปี	(ราคาเครื่อง / มูลค่าเพิ่ม) (19,000/12,288) 1.55 ปี
รับจ้างสีราคา	0.03 บาท/กก.	
มูลค่าเพิ่ม	0.05 บาท/กก.	
หรือ 12,288 บาท/ปี	0.02 บาท/กก. หรือ	
	รายรับ = ต้นทุนค่าใช้จ่าย ปริมาณผลิตที่จุดคุ้มทุน กก./ปี = (0.03 × 1,536,000)/0.05 = 921,600 ก.ก./ปี	

สรุปผล

เพื่อหาจุดทำงานที่เหมาะสมของเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าแบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้งที่ออกแบบสร้างขึ้น จำเป็นต้องมีเกณฑ์ในการประเมินสมรรถนะที่เหมาะสม โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ การทำงานที่รอบการหมุนลูกสีรอบต่างๆกัน จากการศึกษาทดลองเก็บข้อมูล อัตราการสี (กก./ชม.) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การสีหรือเปอร์เซ็นต์จำนวนผลกาแฟที่ถูกสีเปลือกหลังการสีจะน้อยในช่วงรอบต่ำแต่จะใกล้เคียงกันที่รอบสูง เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดกาแฟหลังการสีจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น เปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเมล็ดเปลือกและเปลือกที่ทิ้งจะมีค่าน้อยเมื่อใช้รอบการสีที่เหมาะสม ปริมาณการใช้น้ำในขั้นตอนการสีเน้นให้ใช้น้อยที่สุดที่ไม่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องสี และพลังงานต้นกำลัง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อรอบการสีเพิ่มขึ้น นอกจากเกณฑ์ต่างๆเหล่านี้แล้ว การใช้หลักทางสถิติในการวิเคราะห์ผลและใช้การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมร่วมด้วย ทำให้การประเมินสมรรถนะของเครื่องมีความชัดเจนแม่นยำมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะผู้ร่วมงานและให้การสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร เจ้าหน้าที่สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โครงการจัดตั้งภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เชียงใหม่ เจ้าหน้าที่สถานีทดลองเกษตรที่สูงเขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวง จ.เชียงใหม่ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ที่มีส่วนสนับสนุนให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมาย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2542. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่องยุทธศาสตร์การพัฒนานากาแฟ.

วันที่ 28 พฤษภาคม 2542. โรงแรมหลุยส์เทเวร์น, กรุงเทพฯ. 70 หน้า.

พงษ์ศักดิ์ อังสิทธิ์ และบัณฑิต วาฤทธิ. 2542. การปลูกและผลิตกาแฟอาราบิก้าที่สูง. ศูนย์วิจัย

และพัฒนานากาแฟที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 229 หน้า.

ศูนย์วิจัยและพัฒนานากาแฟที่สูง. 2542. ผลิตกาแฟอาราบิก้าไทยกับโอกาสทำการตลาด,

รายงานการสัมมนา วันที่ 10 ธันวาคม 2542. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จ.เชียงใหม่. 106 หน้า.

Bendig. 2001. "Wet Process" [Online]. Available:

<http://www.bendig.co.cr/products/wet.html>

Main Frame in Frameset. 2001. "Coffee Pulper". [Online]. Available:

<http://www.agrotrends.com.br/ingles/icafe.html>

Sivetz, M., and Desrosier, N.W. 1979. COFFEE TECHNOLOGY. AVI Publishing Company

Inc., Westport Connecticut. 716 pp.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายเวียง อากรจี
วัน เดือน ปีเกิด	14 มกราคม 2513
ภูมิลำเนา	120/1 ม.4 ต.พิหารแดง อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมเกษตร ปีการศึกษา 2536 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved