

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การทดสอบเครื่องอบแห้งแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง และการตากแห้งแบบธรรมชาติ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกัน

4.1 การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง

การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งนั้น จะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ การทดลองชุดแรกจะใช้แบบผสมคืออบแห้งเฉพาะตอนกลางวันแต่ถ้าวันใดแดดไม่ดีก็จะใช้เตาไฟร่วมกับแผงรับแสงอาทิตย์ การทดลองชุดที่สองมีการอบแห้งเฉพาะกลางวันซึ่งมีแดดดีจะใช้แผงรับแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว ส่วนการทดลองชุดที่สามมีการอบแห้งโดยใช้แผงรับแสงอาทิตย์ในตอนกลางวัน และมีการใช้เตาไฟในตอนกลางคืน และในการทดลองนั้นจะมีการวัดค่าของอุณหภูมิ 2 แบบคือ การวัดโดยใช้ปรอท และการวัดโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) ซึ่งต่อกับดาตาล็อกเกอร์ (Data Logger)

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงและอุณหภูมิที่วัดโดยใช้ปรอท

การทดลอง ชุดที่/วันที่	G_T (W/m ²)	T_a (°C)	T_c (°C)	T_{out} (°C)	T_{in} (°C)
1/20 ม.ค.44	512	32.44	-	51.31	50.75
1/21 ม.ค.44	376.25	31.75	-	49.25	43.5
1/22 ม.ค.44	608.7	34.75	66.24	57.48	54.18
2/23 ม.ค.44	554.43	34.38	59.6	54.77	52.14
2/24 ม.ค.44	624.27	34.38	62.52	57.24	56.77
2/25 ม.ค.44	658.86	33.87	62.37	59.01	56.57
3/6 ก.พ.44(ข)	670.61	35.87	68.98	61.79	54.9
3/7 ก.พ.44(ข)	596.28	33.31	63.76	58.51	54.43
3/8 ก.พ.44(ข)	521.18	32.19	55.15	51.28	52.81
3/6 ก.พ.44(ย)	-	-	-	38.52	46.26
3/7 ก.พ.44(ย)	-	-	-	43.24	48.58

แหล่งที่มา : ห้องวิจัยที่ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล

การทดลอง ชุดที่/วันที่	$T_1(^{\circ}\text{C})$	$T_2(^{\circ}\text{C})$	$T_3(^{\circ}\text{C})$	$T_4(^{\circ}\text{C})$	$T_5(^{\circ}\text{C})$
1/20 ม.ค.44	34.06	39.41	49.56	44.09	41.93
1/21 ม.ค.44	31.85	49.16	43.42	48.58	39.48
1/22 ม.ค.44	33.27	54.22	57.82	58.43	43.71
2/23 ม.ค.44	36.94	60.55	60.79	62.41	47.78
2/24 ม.ค.44	37.15	56.08	61.72	61.49	44.64
2/25 ม.ค.44	34.21	60.49	62.71	62.66	44.9
3/6 ก.พ.44(ซ)	37.23	54.65	65.36	60.02	42.95
3/7 ก.พ.44(ซ)	34.19	54.63	57.98	43.93	40.27
3/8 ก.พ.44(ซ)	34.05	51.86	48.82	53.39	40.21
3/6 ก.พ.44(ย)	29.36	44.36	39.98	39.49	34.28
3/7 ก.พ.44(ย)	25.56	53.78	50.60	44.97	36.72

แหล่งที่มา : ห้องวิจัยที่ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์

****หมายเหตุ** เนื่องจากสายนำส่งข้อมูลของเทอร์โมคัปเปิลอยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์และไม่มีการ
ประมาณจัดซื้อใหม่ ทำให้ค่าที่ได้อาจไม่เป็นไปตามความจริง มีค่าผิดพลาดมาก แต่จำเป็นต้อง
ใช้เพื่อตรวจสอบเปรียบเทียบ

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักของพริกทั้งก่อนและหลังอบแห้ง

การทดลอง ชุดที่/วันที่	น้ำหนักก่อนอบแห้ง	น้ำหนักหลังอบแห้ง	มวลของน้ำที่ระเหย
1/20 ม.ค.44	15.0(10.0)	12.3(8.2)	2.7(1.8)
1/21 ม.ค.44	12.3(8.2)	9.1(6.06)	3.2(2.14)
1/22 ม.ค.44	9.1(6.06)	6.4(4.26)	2.7(1.8)
2/23 ม.ค.44	10.0	7.2	2.8
2/24 ม.ค.44	7.2	4.8	2.4
2/25 ม.ค.44	4.8	3.4	1.4
3/6 ก.พ.44(ซ)	10.0	7.15	2.85
3/7 ก.พ.44(ซ)	6.65	4.2	2.45
3/8 ก.พ.44(ซ)	3.9	3.15	0.75
3/6 ก.พ.44(ย)	7.15	6.65	0.5
3/7 ก.พ.44(ย)	4.2	3.9	0.3

แหล่งที่มา : ห้องวิจัยที่ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์

**หมายเหตุ ค่าใน()ของการทดลองชุดที่ 1 เป็นค่าที่เทียบกับ 10 kg

4.1.1 ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ

ความร้อนแฝงที่ใช้ในการระเหยน้ำจากผลิตภัณฑ์เท่ากับความร้อนสัมผัสของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเมื่อไหลผ่านผลิตภัณฑ์นั้น (วัตตมพงษ์, 2536) ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$m_w h_{fg} = m_a c_p (T_i - T_o)$$

เมื่อ	m_w	=	มวลของน้ำที่ระเหย, kg
	h_{fg}	=	ความร้อนแฝงของการระเหยน้ำในวัสดุ, 2500 kJ/kg
	c_p	=	ความจุความร้อนของอากาศที่ความดันคงที่, 1 kJ/kg ^o C
	T_i	=	อุณหภูมิของอากาศร้อนไหลเข้าตู้อบ, ^o C
	T_o	=	อุณหภูมิของอากาศร้อนไหลออกจากตู้อบ, ^o C
	m_a	=	อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ, kg/s
	m_w	=	ปริมาณการไหลของอากาศ, kg

การทดลองชุดที่ 1 วันที่ 20 ม.ค. 44

$$\begin{aligned} m_w &= 1.8 \text{ kg} \\ T_i &= 49.56 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_o &= 41.93 \text{ }^\circ\text{C} \\ t &= 7.5 \text{ ชั่วโมง} \end{aligned}$$

$$1.8 \text{ kg} \times 2500 \text{ kJ/kg} = m_a \times 1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (49.56 - 41.93)^\circ\text{C}$$

$$m_a = 589.78 \text{ kg}$$

ปริมาณการไหลของอากาศในการทดลองชุดที่ 1 วันที่ 20 ม.ค. 44 เท่ากับ 589.78 kg

เวลาที่ใช้ในการอบ $(7.5 \times 3600) = 27000$ วินาที

$$\dot{m}_a = 589.78 \text{ kg} / 27000 \text{ s}$$

$$\dot{m}_a = 0.022 \text{ kg/s}$$

อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศในการทดลองชุดที่ 1 วันที่ 20 ม.ค. 44 เท่ากับ 0.022 kg/s

4.1.2 ประสิทธิภาพของตัวรับรังสี แบบแผ่นเรียบ (วัฒนพงษ์, 2536)

$$\eta_c = \frac{\dot{m}_a C_p (T_{oc} - T_{ic}) \times 100}{G_T A_c}$$

เมื่อ	η_c	=	ประสิทธิภาพของตัวรับรังสี, %
	A_c	=	พื้นที่แผงรับรังสี, 1.62 m^2
	G_T	=	ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสี, kW/m^2
	T_{ic}	=	อุณหภูมิอากาศไหลเข้าตัวรับรังสี, $^\circ\text{C}$
	T_{oc}	=	อุณหภูมิอากาศไหลออกจากตัวรับรังสี, $^\circ\text{C}$

การทดลองชุดที่ 1 วันที่ 20 ม.ค. 44

$$\begin{aligned} \dot{m}_a &= 0.022 \text{ kg/s} \\ T_{ic} &= 34.06 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_{oc} &= 49.56 \text{ }^\circ\text{C} \\ G_T &= 0.512 \text{ kW/m}^2 \\ \eta_c &= \frac{0.022 \text{ kg/s} \times 1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times (49.56 - 34.06)^\circ\text{C} \times 100}{0.512 \text{ kW/m}^2 \times 1.62 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

$$\eta_c = 40.82 \%$$

ประสิทธิภาพของตัวรับรังสีในการทดลองชุดที่ 1 วันที่ 20 ม.ค. 44 เท่ากับ 40.82 %

4.1.3 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง (วัฒนพงษ์ ,2536)

$$\eta = \frac{m_w h_{fg} \times 100}{G_T A_c}$$

เมื่อ η = ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง, %
 G_T = ค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนตัวรับรังสี, kJ/m^2

การทดลองชุดที่ 1 วันที่ 20 ม.ค. 44

$$G_T = 512 \text{ W/m}^2 = 512 \times 27000 = 13.82 \times 10^3 \text{ kJ/m}^2$$

$$\eta = \frac{1.8 \text{ kg} \times 2500 \text{ kJ/kg} \times 100}{13.82 \times 10^3 \text{ kJ/m}^2 \times 1.62 \text{ m}^2}$$

$$\eta = 20.1 \%$$

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งในการทดลองชุดที่ 1 วันที่ 20 ม.ค. 44 เท่ากับ 20.1%

4.1.4 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาไฟ (วัฒนพงษ์ ,2536)

$$\eta_T = \frac{m_{fg} c_p (T_{out} - T_a) \times 100}{m_f q_f}$$

เมื่อ η_T = ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาไฟ, %
 m_{fg} = อัตราการไหลของก๊าซทิ้งที่ทางออก, kg/h
 m_f = อัตราการไหลของเชื้อเพลิง, kg/h
 T_{out} = อุณหภูมิของปล่องทางออกที่ใช้ในการเผาไหม้, $^{\circ}\text{C}$
 T_a = อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้, $^{\circ}\text{C}$
 q_f = พลังงานเคมีในเชื้อเพลิง (ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง), kJ/kg
 p = ความหนาแน่นของอากาศ, ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 27°C

$$\begin{aligned}
 V &= \text{ความเร็วของลมของทางออกจากปล่อง} = 0.3 \text{ m/s} \\
 A &= \text{พื้นที่หน้าตัดของปล่อง, } 0.1 \times 0.2 \text{ m}^2 \\
 m_{fg} &= \rho VA = 1.1774 \times (0.3 \times 3600) \times (0.1 \times 0.2) = 25.43 \text{ kg/h} \\
 q_f &= 8383 \text{ cal/g} = 8383 \times 4.187 = 35099.6 \text{ kJ/kg}
 \end{aligned}$$

การทดลองชุดที่ 3 วันที่ 6 ก.พ. 44

$$\begin{aligned}
 m_r &= 2.5 \text{ kg} / 13 \text{ h} = 0.19 \text{ kg/h} \\
 T_{out} &= 34.28^\circ\text{C} \\
 T_a &= 29.36^\circ\text{C} \\
 \eta_T &= \frac{25.43 \text{ kg/h} \times 1 \times (34.28 - 29.36)^\circ\text{C} \times 100}{0.19 \text{ kg/h} \times 35099.6 \text{ kJ/kg}} \\
 &= 1.86 \%
 \end{aligned}$$

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาไฟในการทดลองชุดที่ 3 วันที่ 6 ก.พ. 44 เท่ากับ 1.86 %

ตารางที่ 4.4 ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ และประสิทธิภาพต่างๆ

การทดลอง ชุดที่/วันที่	\dot{m}_a	η_c	η	η_T	หมายเหตุ
1/20 ม.ค.44	0.022	40.82	20.1	-	
1/21 ม.ค.44	-	-	34.83	1.55	
1/22 ม.ค.44	0.012	29.41	16.9	-	
2/23 ม.ค.44	0.022	58.8	32.07	-	
2/24 ม.ค.44	0.012	29.63	20.6	-	
2/25 ม.ค.44	0.007	18.81	11.75	-	
3/6 ก.พ.44(ซ)	0.012	30.49	24.29	-	
3/7 ก.พ.44(ซ)	0.011	27.84	20.72	-	
3/8 ก.พ.44(ซ)	0.007	12.45	7.257	-	
3/6 ก.พ.44(ย)	0.005	-	-	1.86	
3/7 ก.พ.44(ย)	0.002	-	-	2.59	

จากตารางจะเห็นว่า

อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ (\dot{m}_a) ในวันแรกของการทดลองแต่ละชุดมีค่ามากที่สุดและจะมีค่าลดลงในวันต่อไป เนื่องจากมวลมีการสูญเสียในเซลล์มากในวันแรก หลังจากนั้นจะมีการสูญเสียน้ำลดลงจนถึงจุดอิ่มตัว ในวันที่ 2 ของการทดลองชุดที่ 1 หากค่าไม่ได้ เนื่องจากมีการใช้เตาไฟร่วมด้วยจึงไม่รู้มวลจริงของน้ำที่ระเหยที่เกิดจากแผงรับรังสีเพียงอย่างเดียว

ประสิทธิภาพของแผงรับรังสี (η_p) ในวันแรกของการทดลองแต่ละชุดมีค่ามากที่สุดและจะมีค่าลดลงในวันต่อไป เหตุผลเช่นเดียวกับอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ และหากค่าประสิทธิภาพของแผงรับรังสีไม่ได้เช่นกัน

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้ง (η) ในวันแรกของการทดลองแต่ละชุดมีค่ามากที่สุดและจะมีค่าลดลงในวันต่อไป เหตุผลเช่นเดียวกับอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ ซึ่งจะเห็นว่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งในวันที่ 2 ของการทดลองชุดที่ 1 มีค่ามากกว่าวันแรก เนื่องจากมีการใช้เตาไฟช่วยเสริม จึงได้พลังงานจากทั้งแผงรับรังสีและเตาไฟ

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาไฟ (η_{tr}) ในการทดลองชุดที่ 3 วันแรกมีค่า 1.86 % วันที่ 2 มีค่า 2.59 % ซึ่งค่าที่ได้นั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อเพลิง ปริมาณการเติมเชื้อเพลิง

4.1.5 การเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งของพริกในชั้นต่างๆ

จากการทดลอง อัตราการอบแห้งของพริกในเครื่องอบแห้งตั้งแต่วันแรกของการทดลองจนกระทั่งได้พริกแห้ง 1 ชุด ซึ่งจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 3 วัน ในวันแรกๆจะมีอัตราการอบแห้งสูง แต่ในวันต่อไป จะมีอัตราการอบแห้งต่ำ เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำไปมากในวันแรกของการทดลอง เมื่อใกล้ถึงจุดอิ่มตัว น้ำจะระเหยได้น้อยลง

สำหรับอัตราการอบแห้งของพริกในชั้นต่างๆจะไม่เท่ากัน โดยเรียงลำดับจากสูงไปต่ำดังนี้ ชั้นที่ 1 4 2 และ 3 ซึ่งเป็นดังนี้เพราะว่า ชั้นที่ 1 อยู่ส่วนบนสุดของตู้อบได้รับความร้อนโดยตรงจากพลังงานแสงอาทิตย์ และอากาศร้อนที่ออกจากแผงรับรังสีเมื่อไหลผ่านชั้นที่ 4 ทำให้อุณหภูมิที่ผิวพริกในชั้นนี้มีค่าสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับพริกในชั้นอื่นๆ ส่วนชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 จะอยู่ระหว่างกลางตู้ ซึ่งมีการไหลเวียนของอากาศต่ำและสัมผัสกับแสงแดดน้อย

4.2 การอบแห้งแบบธรรมชาติ

การอบแห้งแบบธรรมชาตินั้น จะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด เช่นเดียวกับการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง โดยตากบนผ้าใบ พื้นที่สำหรับตากจะเท่ากับพื้นที่ตระแกรง 1 ชั้น เริ่มตากที่เวลาเดียวกับ

การใช้เครื่องอบแห้ง คือประมาณ 9.00-17.00 น. จากนั้นก็นำไปชั่งน้ำหนัก ใส่ถุงเก็บไว้ โดยมัดปากถุงให้แน่น พอรุ่งเช้าก็นำมาตากต่อ พอเย็นก็เก็บ ทำอย่างนี้ทุกวันจนกว่าน้ำหนักของพริกเหลือประมาณ 1 ใน 3 ของน้ำหนักทั้งหมด (ดูอบแห้งก็เช่นเดียวกันก็จะอ้างอิงและเปรียบเทียบกันได้) และความชื้นของพริกตกลงเหลือประมาณ 12-17 % เวลาที่ใช้ตากประมาณ 5 – 6 วัน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศ ถ้าช่วงแดดดีก็จะตากประมาณ 5 วัน (ค่ารังสีแสงแดดมากกว่า 450 W/m^2 หรือ อุณหภูมิที่แผงรับรังสีมีค่ามากกว่า 45 องศาเซลเซียส) แต่ถ้าช่วงแดดไม่ดี (ค่ารังสีแสงแดดน้อยกว่า 450 W/m^2 หรืออุณหภูมิที่แผงรับรังสีมีค่าน้อยกว่า 45 องศาเซลเซียส) ก็จะใช้เวลาในการตากประมาณ 6-7 วัน

4.3 เปรียบเทียบผลการทดลองของแต่ละชุด

การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งและการตากแห้งแบบธรรมชาติ มีการทดลองทั้งหมด 3 ชุด มีผลการทดลองดังนี้

การทดลองชุดที่ 1

มีการนำพริกไปต้มก่อนนำมาอบประมาณ 10 นาที หลังจากทำการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งเป็นเวลา 3 วัน พริกมีความชื้นคือประมาณ 29-34 % และตากแบบธรรมชาติเป็นเวลา 3 วัน พริกมีความชื้นคือประมาณ 27.24 % สำหรับสีของพริกจะเห็นว่าพริกที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งจะมีสีเข้มกว่าพริกที่ทำการตากแบบธรรมชาติ และพริกทั้งที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งและตากแบบธรรมชาติ มีลักษณะเหี่ยวมาก ผิวด้านนอกแห้งจนติดเมล็ดซึ่งเป็นผลมาจากการต้มพริกก่อนอบแห้ง

สำหรับการทดลองชุดนี้เป็นการทดลองแบบผสม (ทำการทดลองเฉพาะช่วง 9.00-17.00 น.) คือในวันแรกแดดดีก็ใช้แผงรับแสงเพียงอย่างเดียว ในวันที่สองแดดไม่ดี ก็ใช้แผงรับแสงร่วมกับเตาไฟ วันที่สามแดดดีใช้แผงรับแสงเพียงอย่างเดียวเช่นกัน

สังเกตว่าค่าความชื้นที่ได้จากเครื่องอบแห้งมีค่าสูงเนื่องจาก การทดลองยังไม่พร้อมคือ ทดลองอบพริก 15 kg ชื้นละประมาณ 3.7-3.8 kg ซึ่งเป็นปริมาณที่มากเกินไป แต่ละชั้นมีความหนาแน่นมากทำให้อากาศไหลยาก และทดลองติดตั้งพัดลมตรงปล่องทางออกใหญ่ ทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในตู้อบแห้งไม่ดี ประกอบด้วยสภาวะอากาศไม่ค่อยดีจึงมีผลทำให้พริกมีความชื้นสูง

การทดลองชุดที่ 2

ไม่มีการนำพริกไปลวก นำไปอบแห้งหรือตากแห้งเลย หลังจากทำการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งเป็นเวลา 3 วัน พริกมีความชื้นคือประมาณ 14-18 % และการตากแบบธรรมชาติเป็นเวลา 5 วัน พริกมีความชื้นคือประมาณ 15 % สำหรับสีของพริกจะเห็นว่าพริกที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องอบ

แห้งจะมีสีเข้มกว่าพริกที่ทำการตากแบบธรรมชาติ สำหรับลักษณะของพริก ก็เหมือนพริกแห้งที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป

สำหรับการทดลองชุดนี้เป็นการทดลองแบบใช้แสงรับแสงเพียงอย่างเดียว(ทำการทดลองเฉพาะช่วง 9.00-17.00 น.)

สังเกตว่าค่าความชื้นที่ได้จากเครื่องอบแห้งมีค่าตามมาตรฐานเนื่องจาก มีการทดลองตามที่ได้กำหนดไว้ คือ ทดลองอบพริก 10 kg ชั้นละประมาณ 2.5 kg แต่ละชั้นมีความหนาแน่นพอประมาณ ทำให้อากาศไหลได้ง่ายขึ้น และติดตั้งพัดลมตรงปล่องทางออกเล็ก ทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในตู้อบแห้งดีขึ้น ประกอบด้วยสภาวะอากาศปกติ จึงมีผลทำให้พริกมีค่าความชื้นตามที่ได้กำหนดไว้

การทดลองชุดที่ 3

ไม่มีการนำพริกไปตาก นำไปอบแห้งหรือตากแห้งเลย หลังจากทำการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง เป็นเวลา 3 วัน พริกมีความชื้นคือประมาณ 12-15 % และตากแบบธรรมชาติเป็นเวลา 9 วัน พริกมีความชื้นคือประมาณ 15 % สำหรับสีของพริกจะเห็นว่าพริกที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งจะมีสีเข้มกว่าพริกที่ทำการตากแบบธรรมชาติ สำหรับลักษณะของพริก ก็เหมือนพริกแห้งที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป

สำหรับการทดลองชุดนี้เป็นการทดลองแบบใช้แสงร่วมกับเตาไฟ คือ ทำการทดลองในช่วงเวลา 9.00-17.00 น. โดยใช้แสงรับแสง และในช่วงเวลา 17.00-08.00 น.จะใช้เตาไฟช่วยเป็นพลังงานเสริม การทดลองคล้ายกับการทดลองชุดที่ 2 คือ อบพริก 10 kg

สังเกตว่าค่าความชื้นที่ได้จากเครื่องอบแห้งมีค่าตามมาตรฐาน (ลดลงมากกว่าชุดที่ 2) เนื่องจากมีการอบแห้งตลอดเวลาคือช่วงกลางวันใช้แสงรับแสงอาทิตย์ส่วนช่วงกลางคืนก็ใช้เตาไฟอุ่นทั้งคืน พริกที่ได้จะมีคุณสมบัติที่ดีกว่าคือไม่ต้องนำไปเก็บ ทำให้พริกไม่เสียรูปลักษณะ ความชื้นลดลง (ซึ่งถ้ามีการเก็บพริกความชื้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากการคายน้ำของเซลล์) สำหรับการตากแบบธรรมชาติจะใช้เวลานานถึง 9 วันเนื่องจาก ในวันที่สี่และห้าของการตาก มีฝนตก ทำให้ไม่สามารถตากพริกได้จึงเก็บพริกไว้หลังจากนั้นในวันที่หกก็นำมาตากตามปกติจนได้ค่าความชื้นตามที่ได้กำหนดไว้ พริกที่ได้มีเชื้อราขึ้นที่ขั้วพริกและตัวพริก มีกลิ่นไม่ค่อยดี

จากการทดลองทั้ง 3 ชุด ในกรณีใช้เครื่องอบแห้ง พริกที่ได้แต่ละชั้นจะแห้งไม่เท่ากันซึ่งจะมีอัตราการแห้งในกรณีใช้แสงรับแสงโดยเรียงจากมากไปน้อยคือ 1-4-2-3 และมีอัตราการแห้งในกรณีใช้เตาไฟโดยเรียงจากมากไปน้อยคือ 4-1-3-2 ในการทดลองมีการแก้ปัญหาโดยมีการสลับชั้นในแต่ละวัน โดยเรียงชั้นที่มีอัตราการแห้งน้อยไปมาก สลับตาม ชั้น 1-4-2-3 (ใช้แสงรับแสง) และสลับตามชั้น 4-1-3-2 (ใช้เตาไฟ)

4.4 การเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง และการตากแห้งแบบธรรมชาติ

จากการทดลอง ผลการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของพริกโดยการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง จากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 70-80 % ลงมาเหลือประมาณ 12-16 % โดยใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 3 วัน สำหรับพริกที่ตากแห้งแบบธรรมชาตินั้นพบว่า ที่ความชื้นสุดท้ายของพริกมีค่าเท่ากัน จะใช้เวลาในการตากแห้งประมาณ 5-6 วัน ในกรณีแดดดี หรือประมาณ 6-7 วัน กรณีแดดไม่ดี และจากการสุ่มตัวอย่างพริกแห้งที่ขายตามท้องตลาดพบว่าจะมีปริมาณความชื้นประมาณ 15-16 %

4.5 การเปรียบเทียบลักษณะของพริกแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง และการตากแห้งแบบธรรมชาติ

จากการทดลองเปรียบเทียบลักษณะของพริกแห้งที่ได้โดยการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง และการตากแห้งแบบธรรมชาติ จะเห็นว่าพริกแห้งที่ได้จากการตากแห้งแบบธรรมชาติ จะมีลักษณะผิวสีสวยกว่าพริกที่ได้จากการอบในเครื่องอบแห้ง โดยพริกที่ใช้เครื่องอบแห้งจะมีลักษณะสีผิวคล้ำ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งอาจจะสูงเกินไปเนื่องจากด้านบนและด้านหน้าเป็นกระจกทำให้แสงผ่านได้มากแต่กลับออกไปไม่ได้ ส่งผลให้ภายในมีอุณหภูมิสูง การหมุนเวียนของอากาศภายในเครื่องอบแห้งไม่ดีพอ และพริกไม่ได้รับการลวกน้ำเดือดก่อนทำการอบแห้ง

ในกรณีที่ฝนตากการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งจะสามารถอบต่อได้เลย โดยไม่ต้องกังวลว่าจะอบแห้งไม่ได้ เพราะสามารถทำการอบแห้งได้ด้วยการใช้ความร้อนเสริมจากเตาไฟ แต่สำหรับการตากแห้งแบบธรรมชาตินี้จะไม่มีตากในวันนั้น ซึ่งอาจจะทำให้เกิดเชื้อราที่ขั้วพริกได้ ถ้าฝนตากหลายวันในที่สุดพริกก็จะเน่า

4.6 เปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างการใช้เครื่องอบแห้งกับแบบธรรมชาติ

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เชิงปริมาณและคุณภาพของการอบแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งเทียบกับการตากแห้งแบบธรรมชาติ โดยการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เชิงปริมาณจะกล่าวถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการสร้างเครื่องอบแห้ง จุดคุ้มทุนเมื่อใช้เครื่องอบแห้งแทนการตากแบบธรรมชาติ ส่วนการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เชิงคุณภาพจะทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจความนิยมในการบริโภค

4.5.1 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เชิงปริมาณ

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องอบแห้ง

ลำดับที่	รายการ	จำนวน หน่วย	หน่วยละ		จำนวนเงิน	
			บาท	สต.	บาท	สต.
1	เหล็กแป๊บเหล็กม 6 หุน 1.2 มิติ	4เส้น	68	0	272	0
2	เหล็กแป๊บเหล็กม 1นิ้ว 1.2 มิติ	1เส้น	88	0	88	0
3	เหล็กแผ่น 1.2มิติ 4"x8"	2แผ่น	445	0	890	0
4	ลื้อเหล็ก 4นิ้ว	6ลูก	65	0	390	0
5	ดอกสว่านเจาะเหล็ก 1หุน	10ดอก	20	0	200	0
6	ฉนวนใยแก้ว	1แพ็ค	299	0	299	0
7	น้ำมันสน	1กระป๋อง	60	0	60	0
8	สีรองพื้นกันสนิม TOA	1กระป๋อง	70	0	70	0
9	สีพื้นแห้งเร็วสีดำด้าน	1กระป๋อง	105	0	105	0
10	โฟมฉนวน 1.5 นิ้ว	3แผ่น	45	0	135	0
11	สีสเปรย์ดำด้าน	20กระป๋อง	40	0	800	0
12	สีโป๊วพลาสติก	1กระป๋อง	105	0	105	0
13	สีสเปรย์ทนความร้อนสีดำ	1กระป๋อง	99	0	99	0
14	สีสเปรย์สีbronze	1กระป๋อง	35	0	35	0
15	สังกะสีแผ่นลอนเล็ก(9 ฟุต)	1แผ่น	115	0	115	0
16	เหล็กฉาก 1.5 นิ้ว	1เส้น	115	0	115	0
17	ทินเนอร์	1ขวด	20	0	20	0
18	ตะปูรีเวท	300ตัว	0	25	75	0
19	อลูมิเนียมแผ่น 1x2 ม.	2แผ่น	230	0	460	0
20	ซิลิโคน(ดำ)	1หลอด	150	0	150	0
21	สังกะสีแผ่นเรียบ	3แผ่น	175	0	525	0
22	ลูกปืนรถ	2ชุด	80	0	160	0
23	บานพับประตู	5อัน	8	0	40	0

ลำดับที่	รายการ	จำนวน หน่วย	หน่วยละ		จำนวนเงิน	
			บาท	สต.	บาท	สต.
24	กระจกใส 3 มม.59.5*88.5 ซม.	3แผ่น	90	0	270	0
25	กระจกใส 3 มม.70*87.2 ซม.	1แผ่น	75	0	75	0
26	กระจกใส 3 มม.38*87 ซม.	1แผ่น	110	0	110	0
27	กระดาษทรายน้ำ	1แผ่น	17	0	17	0
28	แผ่นฟรอยด์สังกะสี	5แผ่น	10	0	50	0
29	ตะแกรงไม้ไผ่สาน	4อัน	100	0	400	0
30	พัดลม 12V	1เครื่อง	100	0	100	0
31	แบตเตอรี่	1เครื่อง	800	0	800	0
รวม					7030	0

- ค่าใช้จ่ายรวมในการสร้างเครื่องอบแห้ง 7030 บาท
- ค่าใช้จ่ายในการซื้อวัตถุดิบ (พริกขี้หนูเม็ดใหญ่สด) กิโลกรัมละ 10.32-22.63 บาท ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ดังนั้นราคาพริกสดเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 16.47 บาทต่อกิโลกรัม (ที่มา : สำนักเศรษฐกิจการเกษตร , 2536)
- ค่าเช่ารถแบตเตอรี่ต่อ 3 วัน ค่อยครั้ง 10 บาท (ที่มา : สำรวจตลาด)
- ค่าเชื้อเพลิง (ถ่านไม้) 15 บาทต่อกิโลกรัม (ที่มา : สำรวจตลาด)
- ราคาขายของผลิตภัณฑ์ (พริกแห้งความชื้น12-17%) กิโลกรัมละ 70-130 บาท ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ดังนั้นราคาพริกแห้งเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 100 บาทต่อกิโลกรัม (ที่มา : สำรวจตลาด)
- เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยใช้เครื่องอบแห้ง 3 วัน
- เวลาที่ใช้ในการตากแห้งแบบธรรมชาติ 5-6 วัน

สำหรับการคำนวณจุดคุ้มทุน

การอบแห้งที่ 10 กิโลกรัม โดยใช้เครื่องอบแห้งจนได้พริกแห้งประมาณ 3 กิโลกรัม (ต่อ 3 วัน)

$$\begin{aligned} \text{กำไร} &= \text{ราคาขาย-ต้นทุนในการซื้อพริก-ต้นทุนค่าเช่ารถแบตเตอรี่} \\ &= (100 \text{ บาท} \times 3 \text{ kg}) - (16.47 \text{ บาท} \times 10 \text{ kg}) - 10 \text{ บาท} \end{aligned}$$

กำไร = 125.3 บาท/3วัน = วันละ 41.77 บาท
 ดังนั้นใช้เครื่องอบแห้ง ได้กำไรวันละ 41.77 บาท

การตากแห้งที่ 10 kg โดยใช้แบบธรรมชาติจนได้พริกแห้งประมาณ 3 kg (ต่อ 5 วัน)

กำไร = ราคาขาย-ต้นทุนในการซื้อพริก
 = (100 บาท x 3 kg)-(16.47บาทx 10 kg)
 = 135.3 บาท/ 5วัน = วันละ 27.06 บาท

ดังนั้นตากแห้งแบบธรรมชาติ ได้กำไรวันละ 27.06 บาท

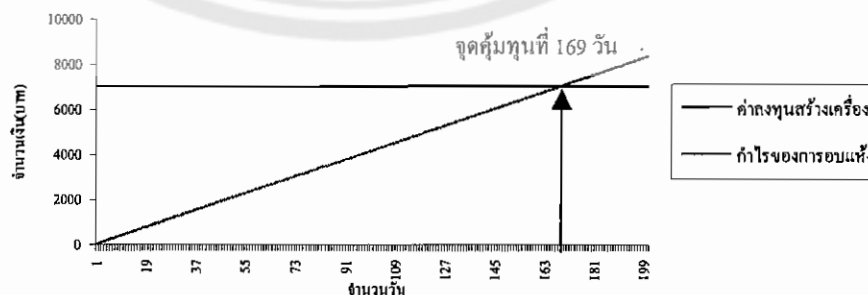
ถ้าตั้งสมมุติฐานว่า

1. เครื่องอบแห้ง ไม่มีการเสื่อม(ไม่คิดค่าเสื่อมราคา)
2. ค่าแรงงานในการอบแห้งทั้ง 2 วิธีเท่ากัน
3. คิดเฉพาะเมื่ออบแห้งด้วยแผงรับแสงอาทิตย์ (ไม่คิดค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในกรณีอบแห้งในตอนกลางคืน)

ดังนั้นจุดคุ้มทุนค่าเครื่องอบแห้งจะเป็นดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนวันของจุดคุ้มทุน} &= \frac{\text{ค่าลงทุนเครื่อง}}{\text{กำไรเมื่อใช้เครื่องอบแห้ง}} \\ &= \frac{7030 \text{ บาท}}{41.77 \text{ บาท}} \\ &= 169 \text{ วัน ประมาณ 6 เดือน} \end{aligned}$$

ดังนั้น จำนวนวันของจุดคุ้มทุนเท่ากับ 6 เดือน แต่ถ้าบางช่วงหาพริกได้ยาก หรือแสงแดดไม่ค่อยมี จึงให้เวลาเพื่อเป็น 2 เท่า คือ 12 เดือน ก็คุ้มค่าเครื่องอบแห้ง (โดยไม่รวมการนำเครื่องอบนี้ไปอบพืช ผัก ผลไม้อื่น เช่น กลัวยาค)



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงจุดคุ้มทุนของการอบแห้งพริกโดยใช้เครื่องอบแห้ง

4.5.2 การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์เชิงคุณภาพ

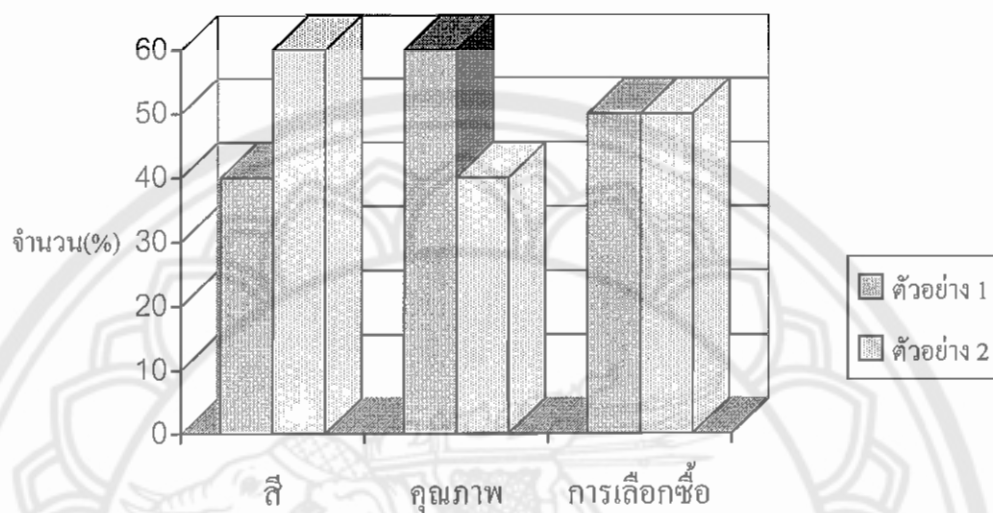
มีการทำแบบสำรวจเพื่อประเมินความนิยมของทั้งผู้บริโภคและผู้จำหน่าย โดยนำพริกที่ได้จากเครื่องอบแห้งใส่ถุงเป็นพริกตัวอย่างที่ 1 และจากการตากแห้งแบบธรรมชาติใส่ถุงเป็นพริกตัวอย่างที่ 2 เมื่อเวลาสำรวจจะไม่บอกว่าแต่ละตัวอย่างได้มาจากวิธีอะไร ซึ่งใช้การวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยการสัมผัสทางสายตาและมือ โดยทำการสำรวจที่ร้านค้าจำหน่ายพริกแห่งตามท้องตลาดและหมู่บ้าน

สอบถามกลุ่มเป้าหมาย

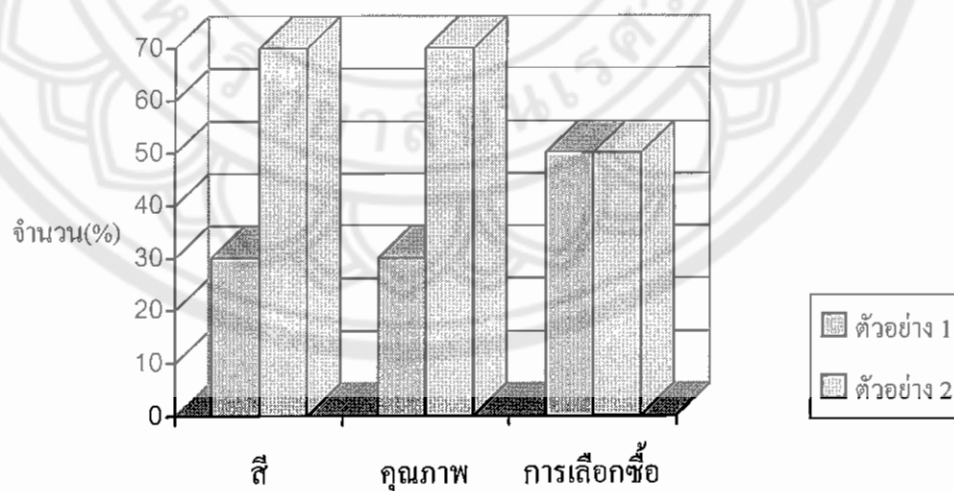
1. กลุ่มผู้บริโภค สํารวจมาจากหลายอาชีพ ได้แก่ ข้าราชการ รัฐวิสาหกิจ รับจ้าง เกษตรกร และนักศึกษา
2. กลุ่มผู้จำหน่าย สํารวจมาจากพ่อค้าแม่ค้าที่ขายพริกแห้งในตลาดสดเทศบาลพิษณุโลก

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการออกแบบสอบถาม

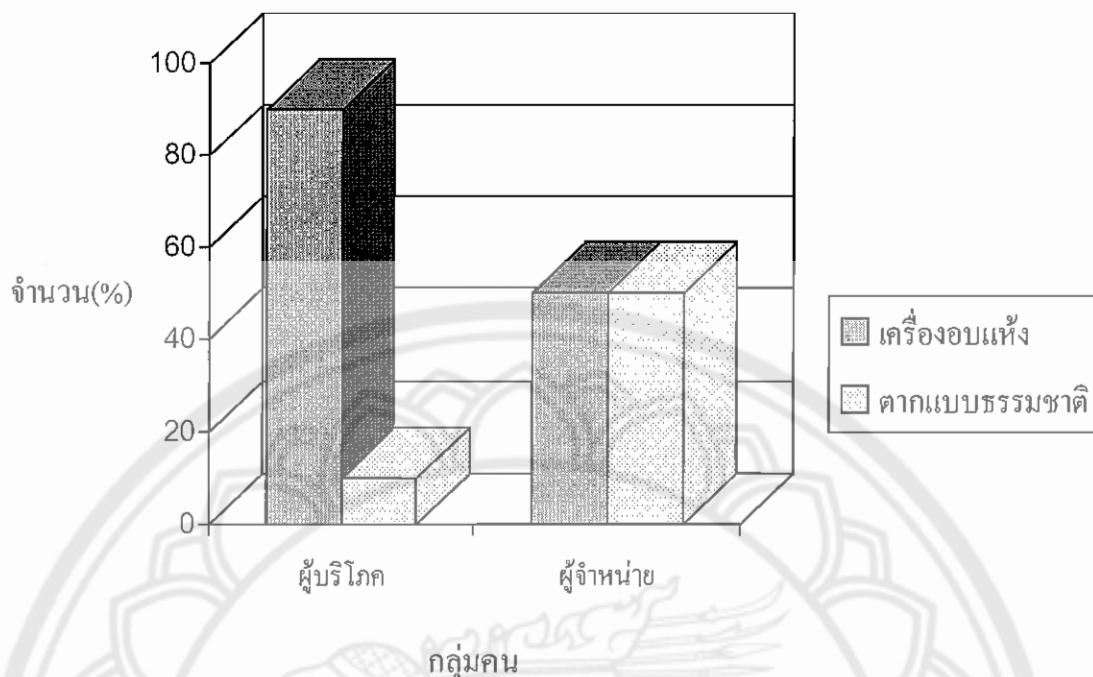
กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มผู้บริโภค		กลุ่มผู้จำหน่าย	
	ความถี่	คิดเปอร์เซ็นต์ (%)	ความถี่	คิดเปอร์เซ็นต์ (%)
1. สีของพริกแห้ง				
ตัวอย่างที่ 1	4	40	3	30
ตัวอย่างที่ 2	6	60	7	70
2. คุณภาพพริก				
ตัวอย่างที่ 1	6	60	3	30
ตัวอย่างที่ 2	4	40	7	70
3. เลือกซื้อ				
ตัวอย่างที่ 1	5	50	3	30
ตัวอย่างที่ 2	5	50	7	70
4. การทำพริกแห้ง				
1. เครื่องอบ	9	90	5	50
2. การตาก	1	10	5	50



ลักษณะเชิงคุณภาพ
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความคิดเห็นของกลุ่มผู้บริโภคต่อพริกแห้ง



ลักษณะเชิงคุณภาพ
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความคิดเห็นของกลุ่มผู้นำต่อพริกแห้ง



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความคิดเห็นการทำพริกแห้ง

จากการสำรวจสอบถาม

1. ในกลุ่มผู้บริโภคจะพบว่าสีของพริกแห้งของกลุ่มตัวอย่างการตากแบบธรรมชาติเป็นที่ต้องการมากถึง 60 % เพราะพริกแห้งมีสีแดงสวยกว่าพริกในเครื่องอบแห้งซึ่งจะมีสีแดงคล้ำ ด้านคุณภาพพริกแห้งนั้นผู้บริโภคมีความต้องการพริกแห้งของเครื่องอบแห้งมากถึง 60% ด้านการตัดสินใจเลือกซื้อ ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อทั้งสองแบบเท่าๆกัน

2. กลุ่มผู้จำหน่าย จะพบว่าลักษณะต่างๆของพริกแห้งทั้งด้านสี คุณภาพ และการตัดสินใจเลือกซื้อพริกแห้ง ผู้จำหน่ายให้ความสำคัญเลือกพริกแห้งจากการตากแบบธรรมชาติมากถึง 70% เนื่องจากกลุ่มผู้บริโภคมีความเห็นว่าพริกที่ตากแบบธรรมชาติจะมีสีสวยกว่าและเป็นที่ต้องการของลูกค้าส่วนใหญ่ในการเลือกซื้อไปบริโภค

3. จากการสำรวจความนิยมของการทำพริกแห้งด้วยเครื่องอบแห้งกับการตากแบบธรรมชาติ พบว่ากลุ่มผู้บริโภคส่วนมาก 90% มีความต้องการให้ทำพริกแห้งด้วยเครื่องอบแห้ง เนื่องจากกลุ่มผู้บริโภคเห็นว่าการทำด้วยเครื่องอบแห้งนั้นพริกแห้งจะแห้งสนิทมากกว่าการตากแบบธรรมชาติ สามารถเก็บได้นานโดยไม่ขึ้นรา มีความสะอาดและมีคุณภาพมากกว่า ส่วนกลุ่มผู้จำหน่ายมีความเห็นว่าการทำพริกแห้งทั้งสองแบบมีความสำคัญเท่าๆกันคือการตากแบบธรรมชาติสามารถทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สีของพริกแห้งมีสีแดงขึ้นมัน พริกมีกลิ่นหอม ส่วนการอบด้วยเครื่องอบแห้งทำให้พริกสะอาด มีคุณภาพและมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย