



2019  
TSAE  
THAILAND

การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย

ระดับชาติ ครั้งที่ 20 วันที่ 14-15 มีนาคม 2562

ณ โรงแรมฮาร์ตโรค พัทยา จังหวัดชลบุรี

Available online at [www.tsae.asia](http://www.tsae.asia)

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องฟักไข่ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับวิสาหกิจชุมชน

Economy Analysis of the Automatic Egg Incubator for Community Enterprise

ประพันธ์ จิโน<sup>1</sup>, ฤทธิชัย อัสวาราชันย์<sup>1, 2\*</sup>

Praphun Jino<sup>1</sup>, Rittichai Assawarachan<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สันทราย เชียงใหม่ 50290

<sup>1</sup>Faculty of Engineering and Agro-Industry; Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290, Thailand

<sup>2</sup>หน่วยวิจัยเทคโนโลยีลดความชื้น และการอบแห้ง คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สันทราย เชียงใหม่

<sup>2</sup>Drying and Dehydration Technology Research Unit. Faculty of Engineering and Agro-Industry; Maejo University, Sansai, Chiang Mai 50290, Thailand

\*Corresponding author: Tel: +66-8-1792-0946, Fax: +66-53-878-123, E-mail: [rittichai.assawarachan@gmail.com](mailto:rittichai.assawarachan@gmail.com)

#### บทคัดย่อ

การดำเนินโครงการวิจัยการพัฒนาเครื่องฟักไข่ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับวิสาหกิจชุมชนเพื่อการพาณิชย์โดยการพัฒนาเครื่องฟักไข่ขนาด  $1.2 \times 1.2 \times 0.7$  m<sup>3</sup> จำนวน 4 เครื่อง ติดตั้ง ณ สถานประกอบการเพื่อเก็บข้อมูล (เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2560) โดยประยุกต์หลักการของการจัดการธุรกิจการเกษตรในการดำเนินงาน ผลการดำเนินการ พบว่าเครื่องฟักไข่ที่ถูกพัฒนาในการศึกษานี้สามารถฟักลูกไก่ได้เฉลี่ยเท่ากับ  $848.5 \pm 48.3$  ตัว โดยประสิทธิภาพในการฟักลูกไก่ได้เท่ากับ 86.21% ภายหลังจากการดำเนินโครงการ ผู้ประกอบการมีรายได้จากการจำหน่ายลูกไก่ เท่ากับ 475,160 บาทต่อปี โดยคิดเป็นกำไรที่ได้จากจำหน่ายลูกไก่เท่ากับ 106,338 บาทต่อปี การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นเพื่อหาอัตราผลตอบแทน และวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (ระยะเวลา) มีค่าเท่ากับ 70.89 % และ 1 ปี 5 เดือน ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** เครื่องฟักไข่ ตู้เกิด จุดคุ้มทุน อัตราการตอบแทนเงินลงทุน

#### Abstract

The research project for the improvement of the automatic egg incubator for commerce business community enterprise was conducted using engineering technology and eco-agricultural development. The aim was to increase the value of agricultural processing. The process of the research included a conceptual engineering design and the development of four machines of  $1.2 \times 1.2 \times 0.7$  m<sup>3</sup> egg incubator. The egg incubators and hatcheries were installed at an enterprise since August to October 2017, and agri-business and management were performed during the process. The result of the project demonstrated that  $848.5 \pm 48.3$  chicks could be successfully hatched using our machines, accounting for 86.21% of hatch rate. The enterprise has gained 475,160 baht per year more income, calculating as 106,338 baht per year more profit. The engineering economy analysis for break even and rate of return of the egg incubator development was 70.89 % and 1 years 5 months respectively.

**Keywords:** Egg incubator, Hatchery, Break even analysis, Rate of return

## 1 บทนำ

ไก่เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยเนื่องจากเป็นแหล่งอาหารโปรตีนของคนไทยและมีมูลค่าการส่งออกในแต่ละปี เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิต ผู้ผลิตจึงต้องพัฒนาตั้งแต่การฟักให้มีคุณภาพเพื่อให้ได้ลูกไก่ที่แข็งแรง เนื่องจากการฟักตามธรรมชาติจะได้ลูกไก่ที่มีอัตราการเกิดน้อย และลูกไก่ไม่ได้คุณภาพ (Ekwongmunkong and Manewattana, 2004) การเลี้ยงไก่เป็นอาชีพที่คนไทยนิยมมากในการลงทุนเลี้ยงไก่ต้องใช้งบประมาณสูงสำหรับค่าอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา การเลี้ยงไก่แบบปล่อยให้มีการฟักไข่ตามธรรมชาตินั้นมีผลกระทบต่อผลผลิตเนื่องจากสภาพแวดล้อม ปัจจุบันมีการคิดค้นการฟักไข่แบบไม่ต้องอาศัยแม่ไก่โดยการใช้ความร้อนในการฟักสามารถฟักไข่ได้ผลมากขึ้น การเจริญเติบโตของตัวอ่อนในฟองไข่จนกระทั่งลูกไก่ฟักออกเป็นตัวเต็มวัยนั้น จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสมและเพียงพอที่จะทำให้การฟักไข่ได้ผลดี การฟักไข่ด้วยเครื่องฟักไข่ได้มีการศึกษาและเรียนรู้วิธีการฟักไข่ตามธรรมชาติของแม่ไก่ จนสามารถฟักไข่ได้ผลสำเร็จเป็นอย่างดี ซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ความชื้น การกลับไข่ และการระบายอากาศ ที่เหมาะสม หากควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้แล้วการฟักไข่นั้นมีผลผลิตสูง ปัจจุบันมีอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยสามารถช่วยควบคุมตัวแปรต่างๆ ในการฟักไข่ให้มีความแม่นยำ อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องฟักไข่มาช่วยในการเพิ่มปริมาณลูกไก่นั้น มีการลงทุนด้านการพัฒนาเครื่องฟักไข่ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ดังนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจของกลุ่มเกษตรกรในระดับวิสาหกิจระดับเล็ก แต่บทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้เครื่องฟักไข่นั้นมีอยู่น้อย

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ประกอบด้วยการดำเนินการสร้างต้นแบบและทดสอบ (construct prototype and prototype testing) เครื่องฟักไข่โดยใช้ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติขนาด 1,088 ฟอง จำนวน 4 เครื่อง เพื่อใช้ติดตั้งและทดสอบการทำงานจริง เพื่อหาปริมาณลูกไก่ที่ฟักจากเครื่องฟักไข่และคำนวณข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับต้นทุน ค่าใช้จ่าย และการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

## 2 อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การพัฒนาเครื่องฟักไข่

การพัฒนาเครื่องฟักไข่ระบบควบคุมอัตโนมัติ ดำเนินการพัฒนาโครงสร้างเครื่องฟักไข่โดยใช้ผนังแผ่น metal sheet หนา 1 mm และฉนวนความร้อน ขนาด และมิติของเครื่องฟักไข่เท่ากับ  $1.2 \times 1.2 \times 0.7 \text{ m}^3$  รายละเอียดที่แสดงใน Figure 1 การพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของเครื่องฟักไข่ ประกอบด้วยระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ 3 ส่วน ได้แก่การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และเวลาการทำงานของมอเตอร์โรตารีฟลักซ์ โดยการควบคุมการทำงานของขดลวดความร้อนขนาด 500 W และฮีตเตอร์ในหม้อต้มน้ำขนาด 200 W เนื่องจากเครื่องฟักไข่ที่พัฒนาและใช้ในการศึกษานี้ มีระบบให้ความร้อนจากแหล่งกำเนิด 2 ชุดเพื่อเหนี่ยวนำความร้อนขึ้น ด้วยการควบคุมอุณหภูมิใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบ PID คุมควบคุมผ่าน magnetic relay จำนวน 2 ชุด (ขนาด 15 A) การควบคุมส่วนที่ 2 เป็นระบบควบคุมความชื้นในเครื่องฟักไข่ โดยแบ่งการควบคุมอุปกรณ์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่การควบคุมอุปกรณ์กำเนิดหมอก เมื่อความชื้นในเครื่องฟักไข่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ และพัดลมดูดอากาศในกรณีที่มีความชื้นในเครื่องฟักไข่มากเกินไป โดยติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ลชนิด K และสายเซนเซอร์วัดความชื้นติดตั้งที่ตำแหน่งตรงกลางของเครื่องฟักไข่ และส่วนสุดท้ายได้แก่การควบคุมการทำงานของมอเตอร์ที่ใช้ในการพลิกโรตารีฟลักซ์ โดยตั้งอุปกรณ์ควบคุมเวลาให้มอเตอร์ที่ติดตั้งกับโรตารีฟลักซ์ทำงานทุก 60 min สร้างเครื่องฟักไข่จำนวน 4 เครื่อง จากนั้นนำไปติดตั้ง ทดสอบการฟักไข่ โดยกำหนดสถานะของอากาศที่อุณหภูมิเท่ากับ  $37.5^{\circ}\text{C}$  และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 60-65% R.H. โดยสถานะดังกล่าวสอดคล้องกับสถานะอากาศที่เหมาะสมที่ใช้ในเครื่องฟักไข่ของ Freeman and Vince (1974) โดยการศึกษาการฟักไข่ของไก่ปะดูหางดำ ซึ่งใช้เวลาในการฟักเป็นเวลา 21 วันต่อการฟักไข่ 1 รอบโดยติดตั้งและทดสอบ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรไร้สารเคมี อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

### 2.2 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

ค่าใช้จ่าย (Cost) มีรูปแบบต้นทุนอยู่ 2 รูปแบบได้แก่ ค่าใช้จ่ายคงที่ (Fixed Cost : F) และค่าใช้จ่ายแปรผัน (Variable Cost : V) โดยค่าใช้จ่ายคงที่สามารถคำนวณได้จากสมการค่าเสื่อมราคาเครื่องแบบเส้นตรง ( $F_1$ ) และค่าดอกเบี้ยในการลงทุน ( $F_2$ ) ซึ่งเป็นมูลค่าต่อปีตามค่าเงินในเวลานั้น ตามที่แสดงรายละเอียดในสมการที่ (1) และ (2) ดังนี้

ค่าเสื่อมราคาเครื่องแบบเส้นตรง ( $F_1$ )

$$F_1 = \frac{P - L}{N} \quad (1)$$

ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน ( $F_2$ )

$$F_2 = \frac{P + L}{N} \quad (2)$$

เมื่อ

P = ราคาเครื่องฟักไข่ (บาท)

L = ราคาซากของเครื่องฟักไข่ (บาท)

N = อายุการใช้งาน (ปี)

ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม มีค่าเท่ากับผลรวมของค่าเสื่อมราคาเครื่อง และค่าดอกเบี้ยในการลงทุน

### 2.3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

หลักการของการหาอัตราผลตอบแทนโดยใช้มูลค่าปัจจุบันคือหาค่าของอัตราดอกเบี้ย และคำนวณเป็นมูลค่าในปัจจุบันรวม (present sum) และมูลค่าในอนาคตรวม (Future sum) มีค่า

เทียบเท่า ในโครงการวิจัยนี้ได้ศึกษา อัตราผลตอบแทน การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน และการประเมินโครงการ ในการวิเคราะห์

#### 2.3.1 อัตราผลตอบแทน (Rate of Return)

อัตราผลตอบแทน (Rate of Return : ROR) คืออัตราดอกเบี้ยที่จะได้รับเนื่องจากการลงทุนที่ยังไม่ได้รับเงินคืน หรือดอกเบี้ยที่จะต้องจ่ายเนื่องจากยังไม่ได้จ่ายเงินคืน ดังนั้นเงินที่จะได้รับในปีสุดท้ายหรือที่จะต้องจ่ายคืนในปีสุดท้ายจะเท่ากับจำนวนเงินที่ทำให้มูลค่าสมดุลกันและเท่ากับศูนย์พอดีภายใต้ดอกเบี้ยที่พิจารณา

#### 2.3.2 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break even analysis)

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของมูลค่าการลงทุนหรือค่าใช้จ่ายทั้งหมด และรายได้ของโครงการที่แปรผันตามปริมาณการผลิต ค่าใช้จ่ายและรายได้นี้ที่ทำให้กำไรของการลงทุนมีค่าเท่ากับศูนย์ จุดคุ้มทุนจะทำให้ทราบว่าปริมาณต่ำสุดที่จะต้องทำการผลิตคือเท่าใดจึงจะทำให้เกิดกำไรซึ่งเป็นประโยชน์ในการกำหนดแผนการดำเนินงานการผลิตในอนาคต

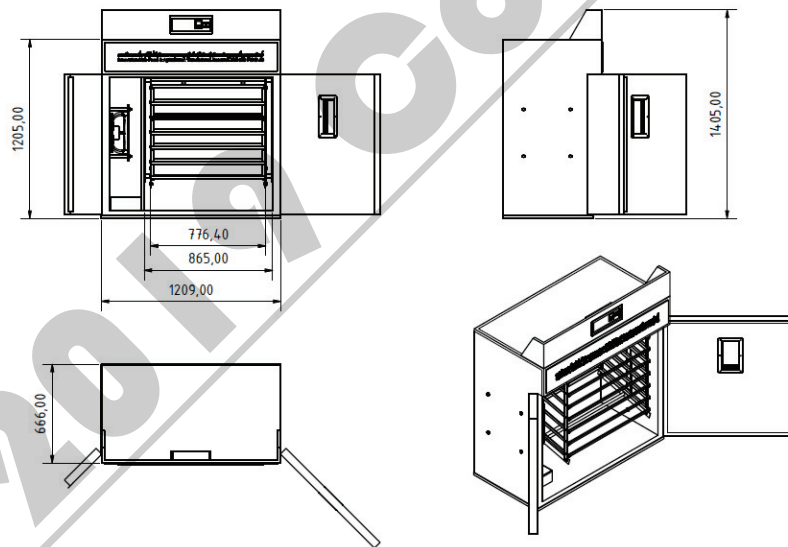


Figure 1 Schematic of egg incubator machines

### 3. ผลและวิจารณ์

หลังจากติดตั้งเครื่องฟักไข่ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรไร้อารเคมี อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ดำเนินการออกแบบตารางการผลิต และระยะเวลาในการดำเนินโครงการวิจัย โดยสัปดาห์แรกนำไข่ที่ได้รับการผสมเชื้อเข้าฟักด้วย จำนวน 1,014 ฟอง เข้าเครื่องฟักไข่หมายเลขที่ 1 สัปดาห์ที่ 2 นำไข่ที่ได้รับการผสมเชื้อฟัก จำนวน 980 ฟอง เข้า

เครื่องฟักไข่หมายเลขที่ 2 สัปดาห์ที่ 3 นำไข่ที่ได้รับการผสมเชื้อจำนวน 1,014 ฟอง เข้าเครื่องฟักไข่หมายเลขที่ 3 โดยสัปดาห์ที่ 4 ลูกไก่จากเครื่องฟักไข่หมายเลขที่ 1 จะเกิดการขยายเซลล์และฟักออกเป็นลูกไก่อย่างสมบูรณ์ ตรวจวัดจำนวนลูกไก่ที่แข็งแรงพบว่าลูกไก่ที่เกิดจากการฟักด้วยเครื่องฟักหมายเลขที่ 1 มีค่าเท่ากับ 863 ตัว โดยสัปดาห์ที่ 5 พบว่ามีจำนวนลูกไก่ที่แข็งแรงได้จากการฟักด้วยเครื่องฟัก หมายเลขที่ 2 เท่ากับ 850 ตัว สัปดาห์

ที่ 6 พบว่ามีจำนวนลูกไก่ที่สมบูรณ์ได้จากการฟักด้วยเครื่องฟักหมายเลขที่ 3 เท่ากับ 862 ตัว สัปดาห์ที่ 7 พบว่ามีจำนวนลูกไก่ที่สมบูรณ์ได้จากการฟักด้วยเครื่องฟัก หมายเลขที่ 4 เท่ากับ 732 ตัว และสัปดาห์ที่ 8-11 เป็นจำนวนลูกไก่ที่ได้จากการฟักไข่ของเครื่องหมายเลขที่ 1-4 รอบที่ 2 โดยมีรายละเอียดแสดงใน Table 1 โดยเครื่องฟักไข่ทุกตู้ควบคุมสภาวะจากนั้นควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่อุณหภูมิเท่ากับ 37.5°C และความชื้น

สัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 60-65% R.H. ตลอดการทดสอบการทำงาน ปี ผลการศึกษา พบว่าการฟักลูกไก่ด้วยเครื่องฟักไข่สามารถผลิตลูกไก่เท่ากับ 848.5±48.3 ตัวต่อรอบการฟักไข่ หรือเท่ากับ 23,758 ตัว ตลอดการดำเนินการวิจัย เป็นเวลา 11 สัปดาห์

Table 1 Production plan and schedule of automatic egg incubator for community enterprise

August		September					October			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
			1							
				2						
					3					
						4				
							1			
								2		
									3	
										4
Egg incubator number			1	2	3	4	1	2	3	4
Number of eggs (ฟอง)			1,014	980	1,014	856	1,006	970	1,020	1,013
Hatching rates (ตัว)			863	850	862	732	884	853	870	874
Efficiency Incubation (%)			85.1%	86.7%	85.0%	85.4%	87.9%	87.9%	85.3%	86.3%

การดำเนินโครงการวิจัยนี้ได้รับการวิเคราะห์การต้นทุนดำเนินงาน แบ่งเป็นค่าใช้จ่ายคงที่ โดยค่าวัสดุในการพัฒนาเครื่องฟักไข่จำนวน 4 เครื่องมีค่าเท่ากับ 150,000 บาทและค่าใช้จ่ายแปรผัน ตามสมการที่ (1) และ (2)

ค่าเสื่อมราคาเครื่องแบบเส้นตรง ( $F_1$ )

$$F_1 = \frac{150,000 - 1,500}{5}$$

$$= 29,700 \quad \text{บาทต่อปี}$$

ค่าดอกเบี้ยในการลงทุน ( $F_2$ )

$$F_2 = \frac{150,000 + 1,500}{5}$$

$$= 6,060 \quad \text{บาทต่อปี}$$

ดังนั้นต้นทุนคงที่รวม ( $F_1 + F_2$ ) มีค่าเท่ากับ 35,760 บาทต่อปี

รายการต้นทุนผันแปรในการศึกษานี้ แบ่งออกเป็น ต้นทุนค่าไข่ที่ผสมเชื้อ (7 บาทต่อฟอง) ต้นทุนพลังงานไฟฟ้า (หน่วยละ 5.50 บาทต่อหน่วย (kW hr)) จากผลการวัดด้วยระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึงตุลาคม พ.ศ. 2560 เป็นเวลา 11 สัปดาห์ มีปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการศึกษาการฟักไข่รวมเท่ากับ 2,364 หน่วย และใช้ไข่จำนวน 7,873 ฟอง เนื่องจากกำหนดให้มีการฟักไข่เท่ากับ 38.5 สัปดาห์ต่อปี ดังนั้นการคำนวณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการฟักไข่ต่อปี เท่ากับ 8,274 หน่วยต่อปี (ข้อมูล จากกลุ่มวิสาขชุมชนกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตสินค้าเกษตรไร้สารเคมี) และคำนวณจำนวนไข่ที่ใช้ในการฟักมีค่ารวมเท่ากับ 27,555 ฟองต่อปี แต่ระยะเวลาในการจ้างงานมีค่าเท่ากับ 300 วันต่อปี เนื่องจากจำเป็นต้องใช้แรงงานในการล้างและรมสารฆ่าเชื้อภายในตู้ฟักไข่ โดยกำหนดค่าจ้างแรงงานวันละ 300 บาทต่อวัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ต้นทุนไซ้ผสมเชื้อ	= 27,555 ฟอง x 7 บาทต่อฟอง
	= 192,885 บาท
ค่าแรงงานในการดำเนิน	= 300 x 300
	= 90,000 บาท
ต้นทุนค่าไฟฟ้า	= 5.50 x 8,274 หน่วยต่อปี
	= 45,177 บาทต่อปี
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	= 5,000 บาทต่อปี
ต้นทุนผันแปร	= 192,885 + 90,000 + 45,177
	+ 5,000
	= 333,062 บาทต่อปี

ดังนั้นต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปรทั้งหมดของการฟักไข่ด้วยเครื่องฟักไข่ระบบควบคุมอัตโนมัติจำนวน 4 เครื่อง มีค่าเท่ากับ ผลรวมของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรมีค่าเท่ากับ 35,760 บาท และ 333,062 บาทเท่ากับ 368,822 บาทต่อ และจำหน่ายลูกไก่ตัวละ 20 บาท มีรายได้จากการเพาะลูกไก่เท่ากับ 475,160 บาทต่อปี ส่งผลให้มีผลกำไรในการจำหน่ายลูกไก่ได้เท่ากับ 106,338 บาทต่อปี

การดำเนินโครงการนี้ ใช้ต้นทุนวัสดุในการประกอบเครื่องฟักไข่ เท่ากับ 150,000 บาท ดังนั้นการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทน (Rate of Return: ROR) และการวิเคราะห์ระยะเวลาในการคืนทุน (BP) มีรายละเอียด ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ROR} &= (\text{Profit value}/\text{Investment cost}) \times 100 \\ &= (106,338 / 150,000) \times 100 \\ &= 70.89 \% \end{aligned}$$

ผลกำไรในการดำเนินการผลิตได้มากขึ้นหลังจากการจำหน่ายลูกไก่ที่เพาะด้วยเครื่องฟักไข่ในโครงการมีค่าเท่ากับ 106,338 บาทต่อปี ดังนั้นการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของโครงการมีค่า เท่ากับรายรับเท่ากับต้นทุนค่าใช้จ่าย โดยคิดเป็นสัดส่วนของผลผลิต เทียบกับรายได้ในการจำหน่าย

$$\begin{aligned} \text{BP} &= (\text{Investment cost} / \text{Profit value}) \\ &= (150,000/106,338) \\ &= 1.4106 \text{ ปี} \\ &= 1 \text{ ปี } 5 \text{ เดือน} \end{aligned}$$

### 3. สรุป

เครื่องฟักไข่ระบบควบคุมอัตโนมัติ จำนวน 4 เครื่องที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้สามารถฟักลูกไก่ประมาณ 2,648 ตัว สำหรับการทดลองจำนวน 11 สัปดาห์ โดยรายได้จากการจำหน่ายลูกไก่เป็นมูลค่ารวมเท่ากับ 475,160 บาทต่อปี และเกิดผลกำไรเท่ากับ 106,338 บาทต่อปี นำไปวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาอัตราผลตอบแทน และวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (ระยะเวลา) มีค่าเท่ากับ 70.89 % และ 1 ปี 5 เดือน ตามลำดับ

### 4 กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุน ทุนวิจัยภายใต้โครงการ Innovation Hub-Agriculture & Food เพื่อสร้างเศรษฐกิจฐานนวัตกรรมของประเทศตามนโยบายประเทศไทย 4.0 ระหว่างมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปังบประมาณ พ.ศ. 2560 และโครงการภายใต้กิจกรรมการพัฒนา Tech-based Startup ด้วยอุทยานวิทยาศาสตร์ภูมิภาคและเครือข่าย (TESNet) ปังบประมาณ พ.ศ. 2562

### 5 เอกสารอ้างอิง

- Ekwongmunkong, W. and Manewattana, T. 2004. Optimum design of an air conditioning system for industrial incubators. Thesis for the degree of master of engineering proram in mechanical engineering. Chulalongkorn University. 94 page (in Thai)
- Freeman, B. M. and Vince, M. A. 1974. Development of the Avian Embryo. New York: Wiley.
- French, N. A. 1997. Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. International journal of poultry science: 124-133.
- Newman D.G. 2004. Engineering economic analysis: 9<sup>th</sup> edition. Oxford University Press, Inc.