

## บทที่ 4

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 4.1 เปอร์เซนต์ไข่ฟักที่เสียหายในระหว่างการฟัก

จากการเก็บไข่ไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 18 °ซ (65 °ฟ) ความชื้นสัมพัทธ์ 70% ก่อนนำเข้าฟักเป็นระยะเวลาต่างกัน 4 ช่วง คือ 7, 14, 21 และ 28 วัน ผลปรากฏว่า หลังจากไข่อยู่ในตู้ฟัก 21 วัน มีไข่เสียหายซึ่งไม่สามารถฟักออกเป็นตัวได้ เช่น เป็นไข่เน่าและไข่บวมในแต่ละกลุ่มมีจำนวน 5-11 ฟอง หรือเฉลี่ยเท่ากับ 0.16 -0.58% โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาการเก็บให้นานขึ้น ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ , Table 16) ส่วนวิธีการเก็บทั้ง 5 แบบ พบว่า การเก็บในถาดกระดาษ โดยเอาด้านป้านลง ( $G_5$ ) มีไข่เสียหายเฉลี่ยจากทุกระยะการเก็บมากที่สุด (0.79%; ข้อมูลดูในตารางภาคผนวก ข. ที่ 1) โดยเฉพาะเมื่อเก็บที่ 28 วันมีไข่เสียหายมากถึง 1.85% ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกไข่เน่า ซึ่งค่าดังกล่าวแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

**Table 16** Percentage of damage eggs<sup>1/</sup> at different storage time (n = 378 eggs/group).

Storage methods	Storage time before incubation (days)			
	7	14	21	28
$G_1$ : Control (Plastic-Normal <sup>2/</sup> )	0.26	0.26	0.00	0.53 <sup>a</sup>
$G_2$ : USD <sup>3/</sup>	0.00	0.00	0.53	0.26 <sup>a</sup>
$G_3$ : $G_1$ + Cryovac	0.00	0.26	0.79	0.00 <sup>a</sup>
$G_4$ : $G_2$ + Cryovac	0.26	0.53	0.79	0.26 <sup>a</sup>
$G_5$ : Paper-USD	0.26	0.53	0.53	1.85 <sup>b</sup>
<b>Average</b>	0.16	0.32	0.53	0.58

<sup>ab</sup> Means within a column with no common superscripts are significantly different ( $P<0.05$ )

<sup>1/</sup> Eggs exploded and cracked eggs.

<sup>2/</sup> Normal = Large end (of egg) up; ด้านป้านขึ้น

<sup>3/</sup> USD = Up side down; นำด้านป้านลง

## 4.2 เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อและอัตราการฟักออก

### 4.2.1 เมื่อเก็บไข่ในห้องเย็นด้วยวิธีการต่างกัน

เมื่อพิจารณาผลของวิธีการเก็บไข่ในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บไว้ในห้องเย็น คือ 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ ผลแสดงไว้ใน Table 17, 18, 19 และ 20 โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.2.1.1 การเก็บเป็นเวลา 7 วัน

จากข้อมูลใน Table 17 ปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ อัตราการฟักออก รวมทั้งความเสียหายที่เกิดจากการฟัก เช่น ไข่เชื้อตาย ไข่ตายโคม และลูกไก่คัดทิ้งให้ผลไม่แตกต่างกันในทุกวิธีการเก็บ สอดคล้องกับรายงานของ Becker *et al.* (1966) ที่ทดลองเก็บไข่ไว้ในห้องเก็บไข่เป็นเวลา 4 วัน ให้ผลด้านอัตราการฟักออกไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะเก็บไข่ที่อุณหภูมิเท่าใด หรือเก็บด้วยวิธีการใส่และไม่ใส่ถุงพลาสติกก็ตาม รวมทั้งจากรายงานของ Tiwary and Maeda (2005) ที่ได้เก็บไข่ไว้เป็นเวลานาน 1 สัปดาห์โดยการวางด้านป้านลงให้ผลไม่แตกต่างกับวิธีการวางด้านป้านขึ้น อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การเก็บไข่ในถาดพลาสติกโดยเอาด้านป้านลง ( $G_2$ ) และการหุ้มด้วยถุงพลาสติกชนิด cryovac ( $G_2 + \text{cryovac}$ ,  $G_4$ ) มีแนวโน้มให้อัตราการฟักออกสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่วางไข่แบบปกติที่เอาด้านป้านขึ้น ( $G_1$ ) หรือกลุ่ม  $G_1$  ที่หุ้มด้วย cryovac ( $G_3$ ) และกลุ่มที่ใส่ถาดกระดาษ ( $G_5$ ) ทั้งนี้เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ไข่ตายโคม และลูกไก่คัดทิ้งน้อยกว่านั่นเอง (5.29-6.08 vs. 9.79-10.85% และ 1.49-2.10 vs. 2.70-3.89% ตามลำดับ)

#### 4.2.1.2 การเก็บเป็นเวลา 14 วัน

จากข้อมูลใน Table 18 จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ ไข่เชื้อตาย และลูกไก่คัดทิ้งให้ผลไม่แตกต่างกันในทุกวิธีการเก็บ แต่อัตราการฟักออก และเปอร์เซ็นต์ไข่ตายโคม ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) โดยการเก็บในถาดพลาสติกแต่เอาด้านป้านลง ( $G_2$ ) และการหุ้มด้วยพลาสติกชนิด cryovac ( $G_4$ ) มีอัตราการฟักออกไม่ว่าจะคำนวณจากไข่มีเชื้อหรือไข่ที่นำเข้าฟักทั้งหมดสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (87.2-88.7 vs. 80.7% ของไข่มีเชื้อ หรือ 82.5-82.8 vs. 76.5% ของไข่ที่เข้าฟักทั้งหมด) ทั้งนี้เพราะมีสัดส่วนของไข่ตายโคมน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (7.7-7.9 vs. 13.0% ตามลำดับ) ในขณะที่การเก็บไข่ด้วยวิธีที่วางไข่แบบเอาด้านป้านขึ้นทั้งที่หุ้ม ( $G_3$ ) และไม่หุ้มด้วย cryovac ( $G_1$ ) และกลุ่มที่ใส่ถาดกระดาษ ( $G_5$ ) ให้ผลไม่แตกต่างกัน

การที่วางไข่ในถาดพลาสติกแล้วเอาด้านป้านลงไม่ว่าจะหุ้มหรือไม่หุ้มด้วย cryovac ( $G_2$  และ  $G_4$ ) ให้ผลด้านอัตราการฟักออกที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งวางไข่แบบปกติ (ใส่ถาดพลาสติก วาง

ด้านป้านขึ้น) นั้น อาจมีสาเหตุเนื่องจากการวางด้านป้านลง ช่วยลดการสูญเสียน้ำและก๊าซ CO<sub>2</sub> ออกจากฟองไข่ผ่านเยื่อหุ้มฟองไข่ (Tiwary and Maeda, 2005) รวมทั้งป้องกันไม่ให้ตัวอ่อนเคลื่อนที่มาติดกับช่องอากาศได้ดีกว่าการวางไข่แบบปกตินั่นเอง

**Table 17** Hatchability of broiler breeder eggs when stored in storage room for 7 days with different methods (n=378 eggs/group)

Storage methods	Control (G <sub>1</sub> ) <sup>1/</sup>	USD (G <sub>2</sub> ) <sup>2/</sup>	G <sub>1</sub> + Cryovac (G <sub>3</sub> )	G <sub>2</sub> + Cryovac (G <sub>4</sub> )	Paper-USD (G <sub>5</sub> )
Fertility (%)	94.44	95.24	95.24	95.24	94.97
Hatchability (%)					
- from fertile eggs	85.98	91.66	87.22	92.49	88.03
- from total eggs	81.22	87.33	83.07	88.10	83.60
Unhatched (%)					
- Infertiled eggs	5.29	4.76	4.76	4.50	4.76
- Dead embryo <sup>3/</sup>	2.38	1.85	2.38	1.85	1.32
- Dead in shell <sup>4/</sup>	10.85	6.08	9.79	5.29	10.05
Culling chicks (%)	3.89	2.10	2.70	1.49	3.79

No significant different among the groups.

<sup>1/</sup> Plastic, large end up

<sup>2/</sup> Plastic, USD = Up side down

<sup>3/</sup> Embryo death during 1 – 17 days of incubation period

<sup>4/</sup> Embryo death during 18 – 21 days of incubation period (can not pip)

**Table 18** Hatchability of broiler breeder eggs when stored in storage room for 14 days with different methods (n=378 eggs/group)

Storage methods	Control (G <sub>1</sub> ) <sup>1/</sup>	USD (G <sub>2</sub> ) <sup>2/</sup>	G <sub>1</sub> + Cryovac (G <sub>3</sub> )	G <sub>2</sub> + Cryovac (G <sub>4</sub> )	Paper-USD (G <sub>5</sub> )
Fertility (%)	94.71	94.71	93.38	93.39	93.12
Hatchability (%)					
- from fertile eggs	80.73 <sup>b</sup>	88.66 <sup>a</sup>	82.73 <sup>ab</sup>	87.16 <sup>a</sup>	85.25 <sup>ab</sup>
- from total eggs	76.46 <sup>b</sup>	82.54 <sup>a</sup>	77.25 <sup>ab</sup>	82.80 <sup>a</sup>	79.36 <sup>ab</sup>
Unhatched (%)					
- Infertiled eggs	5.03	5.29	6.35	6.08	6.35
- Dead embryo <sup>3/</sup>	5.29	4.23	4.76	2.91	3.70
- Dead in shell <sup>4/</sup>	12.96 <sup>a</sup>	7.94 <sup>b</sup>	11.37 <sup>ab</sup>	7.67 <sup>b</sup>	10.05 <sup>ab</sup>
Culling chicks (%)	3.49	4.57	1.40	2.24	3.04

<sup>ab</sup> Means within a row with no common superscripts are significantly different (P<0.05)

<sup>1/ - 4/</sup> See table 17

#### 4.2.1.3 การเก็บเป็นเวลา 21 วัน

จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ ไข่เชื้อตาย และลูกไก่คัดทิ้งให้ผลไม่แตกต่างกันในทุกวิธีการเก็บเช่นเดียวกับการเก็บเป็นระยะเวลา 7 และ 14 วัน แต่อัตราการฟักออกของกลุ่มที่วางไข่แบบเอาด้านป้านลงและนำไปหุ้มด้วยพลาสติก cryovac (G<sub>4</sub>) ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) คือมีค่าเท่ากับ 82.9 vs. 69.4% ของไข่มีเชื้อ หรือ 76.7 vs. 65.4% ของไข่เข้าฟักทั้งหมด ทั้งนี้เพราะมีไข่ตายโคมต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเพียงครึ่งหนึ่งของกลุ่มควบคุม (7.4 vs. 16.9%, Table 19) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องจากพลาสติก cryovac ทำหน้าที่เหมือนเยื่อบุฟองไข่ ลดการสูญเสียน้ำและก๊าซ CO<sub>2</sub> ออกจากฟองไข่ ทำให้อัตราการฟักออกสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Becker *et al.* (1966) ที่ได้ทดลองนำไข่ไปใส่ในถุงพลาสติก (cryovac) แล้วปิดปากถุง จากนั้นนำเข้าฟัก ผลปรากฏว่า มีอัตราการฟักออกสูงกว่าการเก็บไข่ในถาดตามปกติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (80.9 vs. 71.8%) ส่วนอัตราการฟักออกของกลุ่มที่วางไข่แบบเอาด้านป้านลง ใส่ในถาดพลาสติก (G<sub>2</sub>) หรือใส่ในถาดกระดาษ (G<sub>5</sub>) และกลุ่มที่วางแบบปกติ ใส่ในถาดพลาสติกพร้อมกับหุ้มด้วย cryovac (G<sub>3</sub>) ปรากฏว่า ให้ผลไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตาม การวางแบบเอาด้านป้าน

ลงไม่ว่าจะใส่ในถาดกระดาษ (G<sub>5</sub>) หรือใส่ในถาดพลาสติก (G<sub>2</sub>) มีแนวโน้มให้ผลดีกว่าอีก 2 กลุ่ม (75.6-78.5 vs. 69.4-72.4% ของไข่มีเชื้อหรือ 70.4-73.3 vs. 65.4-67.5% ของไข่เข้าฟักทั้งหมด) สอดคล้องกับรายงานของ Tiwary and Maeda (2005) ที่รายงานว่า ไข่เมื่อเก็บแบบเอาด้านป้านขึ้น และเก็บไว้เป็นเวลานาน ขนาดของช่องอากาศ (air sac) จะเพิ่มขึ้น รวมทั้งเกิดการเสื่อมสภาพของ ไข่ขาวและไข่แดงทำให้โอกาสที่ตัวอ่อนจะเคลื่อนมาติดกับช่องอากาศมีมากกว่า นำไปสู่การอ่อนแอ และการตายของตัวอ่อนในระหว่างการฟัก

**Table 19** Hatchability of broiler breeder eggs when stored in storage room for 21 days with different methods (n=378 eggs/group)

Storage methods	Control (G <sub>1</sub> ) <sup>1/</sup>	USD (G <sub>2</sub> ) <sup>2/</sup>	G <sub>1</sub> + Cryovac (G <sub>3</sub> )	G <sub>2</sub> + Cryovac (G <sub>4</sub> )	Paper-USD (G <sub>5</sub> )
Fertility (%)	92.59	93.12	93.38	94.18	93.12
Hatchability (%)					
- from fertile eggs	69.37 <sup>b</sup>	78.51 <sup>ab</sup>	72.41 <sup>b</sup>	82.89 <sup>a</sup>	75.58 <sup>ab</sup>
- from total eggs	65.35 <sup>b</sup>	73.28 <sup>ab</sup>	67.46 <sup>b</sup>	76.72 <sup>a</sup>	70.37 <sup>ab</sup>
Unhatched (%)					
- Infertiled eggs	5.82	6.08	6.08	6.61	6.35
- Dead embryo <sup>3/</sup>	11.91	12.17	10.05	8.47	8.20
- Dead in shell <sup>4/</sup>	16.93 <sup>a</sup>	7.94 <sup>b</sup>	15.60 <sup>a</sup>	7.41 <sup>b</sup>	14.55 <sup>a</sup>
Culling chicks (%)	3.39	3.17	2.82	3.10	1.86

<sup>ab</sup> Means within a row with no common superscripts are significantly different (P<0.05)

<sup>1/</sup>- <sup>4/</sup> See table 17

#### 4.2.1.4 การเก็บเป็นเวลา 28 วัน

เมื่อทำการเก็บไข่ไว้ในห้องเก็บไข่เป็นเวลานานมากๆ (28 วัน) ผลแสดงไว้ใน Table 20 ปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ และลูกไก่คัดทิ้งให้ผลไม่แตกต่างกันในทุกวิธีการเก็บ แต่อัตราการฟักออก เปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตาย และไข่ตายโคม ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) เช่นเดียวกับการเก็บเป็นระยะเวลา 14 และ 21 วัน โดยเปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตายและไข่ตายโคมมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับการเก็บไว้ที่ 14 หรือ 21 วัน ส่งผลให้มีอัตราการฟักออกต่ำมาก คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 22.1-36.7% ของไข่มีเชื้อ หรือ 20.4-34.1% ของไข่ที่เข้าฟักทั้งหมด ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องจากเมื่อเก็บไข่เป็นเวลานานจะมีการแลกเปลี่ยนน้ำและอากาศระหว่างสิ่งแวดล้อมกับฟองไข่ตลอดเวลา ทำให้ช่องอากาศในฟองไข่ใหญ่ขึ้นเนื่องจากการสูญเสียความชื้นยังผลให้ตัวอ่อนมีโอกาสเคลื่อนมาติดกับช่องอากาศมากขึ้น

นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ได้ลูกไก่ที่ด้อยคุณภาพ (ถูกคัดทิ้ง) เพิ่มสูงกว่าปกติอีกด้วย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 12.5-18.5% ทั้งนี้เนื่องจากไข่ฟักเมื่อเก็บไว้นานขึ้น โอกาสที่ตัวอ่อนจะตายระหว่างการเก็บ หรือความผิดปกติของตัวอ่อนระหว่างการฟักจะมีอัตราสูงขึ้นเช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในแต่ละวิธีเก็บปรากฏว่า กลุ่มที่วางไข่แบบเอาด้านป้านลงและนำไปหุ้มด้วยพลาสติก cryovac ( $G_4$ ) ให้ผลดีที่สุด

**Table 20** Hatchability of broiler breeder eggs when stored in storage room for 28 days with different methods (n=378 eggs/group)

Storage methods	Control ( $G_1$ ) <sup>1/</sup>	USD ( $G_2$ ) <sup>2/</sup>	$G_1$ + Cryovac ( $G_3$ )	$G_2$ + Cryovac ( $G_4$ )	Paper-USD ( $G_5$ )
Fertility (%)	92.86	93.12	93.65	92.86	92.07
Hatchability (%)					
- from fertile eggs	29.62 <sup>b</sup>	31.50 <sup>ab</sup>	31.92 <sup>ab</sup>	36.73 <sup>a</sup>	22.13 <sup>c</sup>
- from total eggs	27.51 <sup>a</sup>	29.36 <sup>a</sup>	29.89 <sup>a</sup>	34.12 <sup>a</sup>	20.37 <sup>b</sup>
Unhatched (%)					
- Infertiled eggs	6.61	6.62	6.35	6.88	6.09
- Dead embryo <sup>3/</sup>	47.09 <sup>abc</sup>	44.71 <sup>bc</sup>	49.21 <sup>ab</sup>	41.53 <sup>c</sup>	52.64 <sup>a</sup>
- Dead in shell <sup>4/</sup>	18.25 <sup>ab</sup>	19.04 <sup>a</sup>	14.55 <sup>b</sup>	17.19 <sup>ab</sup>	19.05 <sup>a</sup>
Culling chicks (%)	17.25	12.98	12.46	13.82	18.48

<sup>a-c</sup> Means within a row with no common superscripts are significantly different ( $P<0.05$ )

<sup>1/-4/</sup> See table 17

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการเก็บโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากทุกช่วงเวลาวิเคราะห์ด้วยแผนการทดลอง Randomized Completely Block Design (RCBD) โดยใช้ระยะเวลาการเก็บไข่ (4 ช่วง คือ 7, 14, 21 และ 28 วัน) เป็น block ผลแสดงไว้ใน Table 21 พบว่า วิธีการเก็บไข่ทั้ง 5 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อและลูกไก่คักทั้ง แต่มีผลต่ออัตราการฟักออก เปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตาย และไข่ตายโคมซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) กล่าวคือ การเก็บโดยเอาด้านป้านลงทั้งแบบไม่หุ้ม ( $G_2$ ) และหุ้มด้วยพลาสติก cryovac ( $G_4$ ) ให้ผลอัตราการฟักออก ไม่ว่าจะคำนวณจากไข่มีเชื้อหรือไข่ที่เข้าฟักทั้งหมดดีกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ (72.2-75.2 vs. 66.4-68.6% ของไข่มีเชื้อ และ 68.1-70.4 vs. 62.6-64.4% ของไข่ที่เข้าฟักทั้งหมด ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่าในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์ไข่ตายโคมและไข่เชื้อตายน้อยกว่า ทำให้อัตราการฟักออกดีกว่าการเก็บด้วยวิธีอื่น 5-9% สอดคล้องกับ Butcher and Nilipour (2002) ที่ระบุว่าปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการฟักออก คือ ตำแหน่งการวางฟองไข่ในระหว่างการเก็บไข่ โดยปกติจะวางแบบเอาด้านป้านขึ้น แต่ถ้าเก็บไว้นานกว่า 7 วัน ควรเก็บไข่โดยเอาด้านป้านลง แล้วค่อยกลับด้านป้านขึ้นอีกครั้ง ก่อนนำเข้าฟัก ดังนั้นเมื่อทราบว่าจะมีการเก็บไข่ไว้เป็นเวลานาน ขณะเก็บไข่ออกจากเล้าไก่ จึงควรเก็บไข่ใส่ถาดพลาสติกโดยนำด้านป้านของฟองไข่ลงแทนการเก็บแบบปกติ (เอาด้านป้านขึ้น) ทั้งนี้เพื่อลดการทำงานซ้ำซ้อนระหว่างฟาร์มและโรงฟัก รวมทั้งลดแรงงานในการกลับไข่จากการเอาด้านป้านขึ้นมาเป็นเอาด้านป้านลง นอกจากนี้ Tiwary and Maeda (2005) ได้ระบุว่า การเก็บไข่ไว้เป็นเวลานานควรเก็บไข่แบบเอาด้านป้านลง จะทำให้ไข่มีอัตราการฟักออกสูงขึ้น แต่ไม่ควรเก็บไข่ไว้นานเกิน 3 สัปดาห์ เช่นเดียวกับ Gordon and Siegel (1966) ซึ่งทดลองเก็บไข่ไว้ในกล่องกระดาษ (carton) เทียบกับกล่องกระดาษที่ใส่ในถุงพลาสติก (cryovac + carton) โดยเก็บไว้ 4 ระยะ คือ 5, 12, 19 และ 26 วัน ปรากฏว่า การเก็บในกล่องกระดาษใส่ถุงพลาสติก มีอัตราการฟักออกดีกว่าเก็บในกล่องกระดาษธรรมดาทุกระยะเวลาการเก็บ และ Becker *et al.* (1966) ที่ระบุว่า การเก็บไข่ไว้ในถุงพลาสติกมีอัตราการฟักออกสูงกว่าการเก็บไข่ไว้ในถาดตามปกติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (80.9 vs. 71.8%,  $P < 0.01$ )

**Table 21** Hatchability of broiler breeder eggs when stored in storage room during 7-28 days with different methods (n = 1,512 eggs/group)

Storage methods	Control (G <sub>1</sub> ) <sup>1/</sup>	USD (G <sub>2</sub> ) <sup>2/</sup>	G <sub>1</sub> + Cryovac (G <sub>3</sub> )	G <sub>2</sub> + Cryovac (G <sub>4</sub> )	Paper-USD (G <sub>5</sub> )
Fertility (%)	94.05	94.11	93.85	93.52	93.32
Hatchability (%)					
- from fertile eggs	66.42 <sup>b</sup>	72.20 <sup>a</sup>	68.57 <sup>b</sup>	75.19 <sup>a</sup>	67.75 <sup>b</sup>
- from total eggs	62.63 <sup>b</sup>	68.12 <sup>a</sup>	64.42 <sup>b</sup>	70.44 <sup>a</sup>	63.42 <sup>b</sup>
Unhatched (%)					
- Infertiled eggs	5.69	5.69	5.89	6.02	5.89
- Dead embryo <sup>3/</sup>	16.67 <sup>a</sup>	15.74 <sup>ab</sup>	16.60 <sup>a</sup>	13.69 <sup>b</sup>	16.47 <sup>a</sup>
- Dead in shell <sup>4/</sup>	14.75 <sup>a</sup>	10.25 <sup>bc</sup>	12.83 <sup>ab</sup>	9.39 <sup>c</sup>	13.42 <sup>a</sup>
Culling chicks (%)	7.00	5.71	4.84	5.16	6.79

<sup>a-c</sup> Means within a row with no common superscripts are significantly different (P<0.05)

<sup>1/-4/</sup> See table 17

#### 4.2.2 เมื่อเก็บไข่ในห้องเย็นด้วยระยะเวลาต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการเก็บโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากทุกวิธีการเก็บมาคำนวณตามแผนการทดลอง Completely Randomized Design (CRD) ผลแสดงใน Table 22 ปรากฏว่า อัตราการฟักออกไม่ว่าจะคำนวณจากไข่ที่เข้าฟักทั้งหมดหรือจากไข่มีเชื้อก็ตามลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ตามระยะเวลาการเก็บไข่ในห้องเย็นที่เพิ่มขึ้น โดยการเก็บไข่ไว้ที่ระยะ 7 วัน มีอัตราการฟักออกเท่ากับ 89.1% ของไข่มีเชื้อ หรือ 84.7% ของไข่ที่เข้าฟักทั้งหมด แต่ถ้าเก็บไข่ไว้นานถึง 28 วัน จะมีอัตราการฟักออกเพียง 30.4 และ 28.3% ของไข่มีเชื้อและไข่เข้าฟักทั้งหมด ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะการเก็บไข่ไว้นานจะทำให้เกิดเชื้อตายและไข่ตายโคมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ คือ เปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตายจะมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 2.0 เป็น 4.2, 10.2 และ 47.0% ส่วนไข่ตายโคมมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 8.4 เป็น 10.0, 12.5 และ 17.8% เมื่อเก็บไข่เป็นเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้การเก็บไข่ไว้นาน 28 วันแล้วจึงนำเข้าฟัก ยังมีผลทำให้สัดส่วนของลูกไก่คัดทิ้งหรือลูกไก่ที่จำหน่ายไม่ได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเทียบกับการเก็บไข่เพียง 7-21 วัน (15.0 vs. 2.8-3.0%) และทำให้เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อต่ำกว่าการเก็บไข่ที่ระยะ 7 วันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งอีกด้วย (P<0.01) ทั้งนี้



เนื่องมาจากมีการตายของตัวอ่อนในช่วงระหว่างการเก็บก่อนเข้าสู่หรือช่วงที่อยู่ในตู้ฟักระยะแรก เพราะการทดลองนี้ได้ทำในสภาพจริงที่ทำการฟักไข่แบบอุตสาหกรรมซึ่งมีการเปิดตู้ฟักน้อยที่สุดโดยไม่ได้แยกไข่ไม่มีเชื้อหรือไข่เชื้อตายออกจากตู้ฟักตลอดระยะเวลาการฟัก การวิเคราะห์การตายของตัวอ่อน โดยการต่อไข่ (breakout analysis) จึงทำในวันที่ 21 ของการฟัก ดังนั้นการวินิจฉัยจึงอาจมีความผิดพลาด อย่างไรก็ตามก็ดีในระบบอุตสาหกรรมซึ่งมีการฟักไข่จำนวนมาก ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

**Table 22** Hatchability of broiler breeder eggs when stored at various time in the storage room  
(average from all storage methods)

Storage time (days)	7	14	21	28
Total hatching eggs (eggs) <sup>3/</sup>	1,887	1,884	1,880	1,879
Fertility (%)	95.03 <sup>a</sup>	93.86 <sup>b</sup>	93.28 <sup>b</sup>	92.91 <sup>b</sup>
Hatchability (%)				
- from fertile eggs	89.08 <sup>a</sup>	84.90 <sup>b</sup>	75.75 <sup>c</sup>	30.38 <sup>d</sup>
- from total eggs	84.66 <sup>a</sup>	79.68 <sup>b</sup>	70.64 <sup>c</sup>	28.25 <sup>d</sup>
Unhatched (%)				
- Infertiled eggs	4.81 <sup>b</sup>	5.82 <sup>ab</sup>	6.18 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>
- Dead embryo <sup>1/</sup>	1.96 <sup>d</sup>	4.18 <sup>c</sup>	10.16 <sup>b</sup>	47.04 <sup>a</sup>
- Dead in shell <sup>2/</sup>	8.41 <sup>c</sup>	10.00 <sup>c</sup>	12.49 <sup>b</sup>	17.62 <sup>a</sup>
Culling chicks (%)	2.79 <sup>b</sup>	2.95 <sup>b</sup>	2.87 <sup>b</sup>	14.99 <sup>a</sup>

<sup>a-d</sup> Means within row with no common superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ )

<sup>1/</sup> Embryo death during 1 – 17 days of incubation periods

<sup>2/</sup> Embryo death during 18 – 21 days of incubation periods (can not pip)

<sup>3/</sup> Exploded and cracked eggs during storage and incubation periods were excluded

สำหรับผลของอัตราการฟักออกที่ลดลง หรือที่มีไข่เชื้อตาย ไข่ตายโคมเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บไว้ในห้องเย็นเป็นระยะเวลานานขึ้นนั้น มีรายงานของ Tiwary and Maeda (2005) ที่ได้ระบุว่า ไข่ที่เก็บไว้เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ จะมีอัตราการฟักออกลดต่ำลง สอดคล้องกับภุพิงค์ (2551) ที่ระบุว่า การเก็บไข่ไว้นานกว่า 14 วัน มีผลทำให้อัตราการฟักออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เพราะมีอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งในระยะต้น (อายุ 1 - 8 วัน) และระยะท้าย (อายุ 18 - 21 วัน) เพิ่มขึ้น

เช่นเดียวกับรายงานของ Elibol *et al.* (2002) และภาคภูมิและคณะ (2552) ที่รายงานว่า การเก็บไข่เป็นระยะเวลานาน (14 วัน) จะทำให้อัตราการฟักออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการเก็บเป็นระยะเวลา 3-7 วัน ไม่ว่าไข่ที่เก็บจะวางโดยเอาด้านป้านขึ้นหรือลงก็ตาม การที่มีอัตราการฟักออกต่ำนี้เป็นผลเนื่องมาจากมีไข่เชื้อตายและไข่ตายโคมเพิ่มขึ้น

#### 4.3 การเปลี่ยนแปลง pH ของไข่ขาว

เมื่อทำการวัดค่า pH ในไข่ขาวที่เก็บจากฟาร์มโดยตรง ก่อนนำไปเก็บไว้ในห้องเย็น (ไข่ใหม่, 0 วัน) ผลปรากฏว่า ได้ค่า pH เท่ากับ 7.81 แต่เมื่อนำไข่จากฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ซึ่งเป็นฝูงเดียวกันกับการทดลองที่ 1 ไปเก็บไว้ในห้องเย็นด้วยระยะเวลาและวิธีการเก็บที่ต่างกัน (มีกลุ่มละ 16 ฟอง เท่ากัน) ผลแสดงใน Table 23 ปรากฏว่า ไม่พบนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) ของค่าปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างระยะเวลาเก็บ (4 ช่วงเวลา) และวิธีการเก็บ (5 วิธี) จึงขอกล่าวถึงผลของแต่ละปัจจัยดังนี้

##### 4.3.1 ผลของระยะเวลาในการเก็บไข่

จากข้อมูลใน Table 23 จะเห็นได้ว่า pH ของไข่ขาวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเก็บไข่ไว้นานขึ้น โดยไข่ที่เก็บไว้ 7, 14, 21 และ 28 วัน มีค่า pH เฉลี่ยจากการเก็บทุกวิธีเพิ่มจาก 8.92 เป็น 9.06, 9.15 และ 9.21 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ไข่ที่เก็บไว้นาน ไข่ขาวจะมีสภาวะเป็นด่าง สอดคล้องกับรายงานของ Lapao *et al.* (1999) ที่ระบุว่า pH ของไข่ขาวจะสูงขึ้นตามระยะเวลาเก็บ โดยเพิ่มจาก 8.2 เป็น 9.15 เมื่อเก็บจาก 0 เป็น 8 วัน โดยจะเพิ่มทันทีที่ออกจากตัวแม่ไก่ และมีค่าเพิ่มสูงสุดใน 4 วันแรกของการเก็บ ในทำนองเดียวกัน Benton and Brake (1996) ก็ได้รายงานว่า ค่า pH ของไข่ขาวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ตามระยะเวลาเก็บที่นานขึ้น เมื่อนำผลของค่า pH จากไข่ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน (7-28 วัน) เฉลี่ยจากทุกวิธีเก็บไปคำนวณด้วยสมการถดถอย (regression analysis) ผลแสดงใน Figure 3 โดยมีสมการดังนี้

$$Y = 8.85 + 0.01 X \quad (n = 64, r = 0.93)$$

เมื่อ  $Y =$  ค่า pH ของไข่ขาว

$X =$  ระยะเวลาเก็บไข่ (วัน)

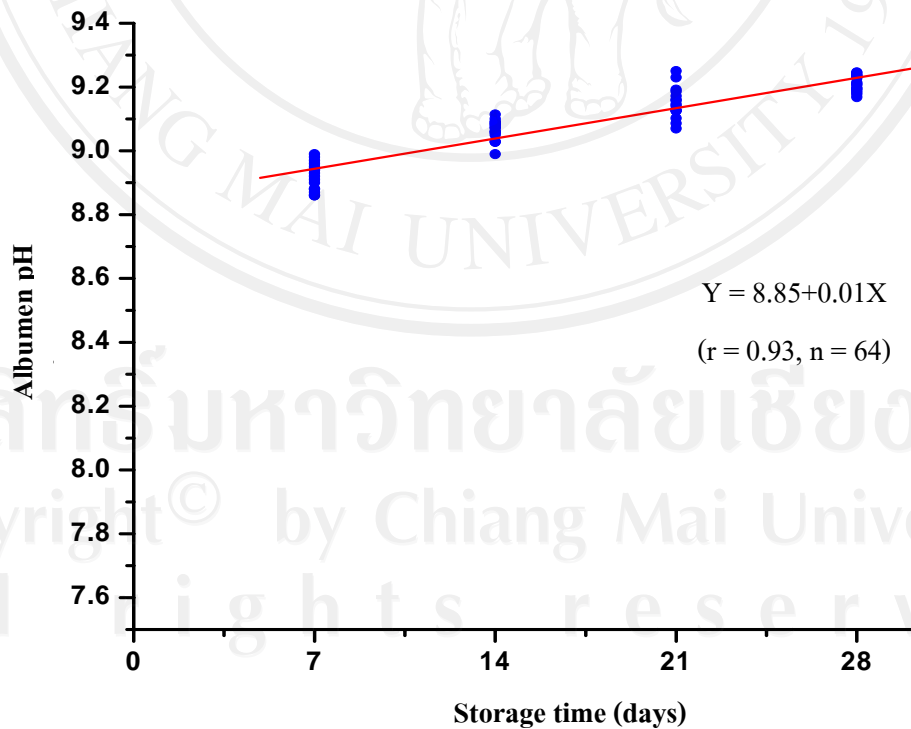
**Table 23** Albumen pH of broiler breeder eggs when stored in storage room with different methods and time compared to fresh eggs (n = 16 eggs/group)

Storage methods	Fresh eggs	Storage time (days)				
	(Day 0)	7	14	21	28	Average
G <sub>1</sub> : Control (Plastic-Normal)	7.81	8.96	9.14	9.22	9.26	9.14 <sup>x</sup>
G <sub>2</sub> : USD		8.91	9.05	9.11	9.20	9.07 <sup>y</sup>
G <sub>3</sub> : G <sub>1</sub> + Cryovac		8.93	9.07	9.18	9.19	9.09 <sup>y</sup>
G <sub>4</sub> : G <sub>2</sub> + Cryovac		8.87	9.02	9.08	9.16	9.03 <sup>z</sup>
G <sub>5</sub> : Paper - USD		8.93	9.05	9.16	9.24	9.09 <sup>y</sup>
Average	7.81	8.92 <sup>a</sup>	9.06 <sup>b</sup>	9.15 <sup>c</sup>	9.21 <sup>d</sup>	

<sup>a-b, x-y</sup> Means within a row or a column with no common superscripts are significantly different (P<0.05)

No interaction between storage methods and storage time

USD = Up side down



**Figure 3** Regression of albumen pH of broiler breeder eggs on storage time (average from all storage methods)

#### 4.3.2 ผลของวิธีการเก็บในหีบเก็บไข่

เมื่อเฉลี่ยจากทุกระยะการเก็บไข่ ปรากฏว่า การเก็บไข่แบบปกติ คือ กลุ่มควบคุม (ใส่ใน ถาดพลาสติก เอาด้านป้านของฟองไข่ขึ้น,  $G_1$ ) จะมีค่า pH ของไข่ขาวสูงที่สุด แตกต่างจากการ วางไข่แบบเอาด้านป้านลงไม่ว่าจะใส่ในถาดพลาสติก ( $G_2$ ) หรือใส่ในถาดกระดาษ ( $G_5$ ) รวมทั้งการ นำไปหุ้มด้วย cryovac ทั้งแบบเอาด้านป้านขึ้น ( $G_3$ ) หรือแบบเอาด้านป้านลง ( $G_4$ ) อย่างมีนัยสำคัญ (9.14 vs. 9.03-9.09 ตามลำดับ, Table 23) ทั้งนี้มีสาเหตุเนื่องมาจากการสูญเสียความชื้นและก๊าซ  $CO_2$  ออกจากฟองไข่ ทำให้ pH ของไข่ขาวเพิ่มขึ้น (มีสภาพเป็นด่าง) ในขณะที่การวางด้านป้านของ ฟองไข่ลงทั้งที่ใส่ในถาดพลาสติกและการใส่ในแผงกระดาษ รวมทั้งการหุ้มด้วย cryovac ช่วยลด การสูญเสียความชื้นและก๊าซออกจากฟองไข่ได้ดีกว่า จึงมีค่า pH ของไข่ขาวต่ำกว่า ซึ่ง Benton and Brake (1996) ให้เหตุผลว่า การเพิ่มขึ้นของ pH เกิดจากการสูญเสีย  $CO_2$  จากฟองไข่ สอดคล้อง กับการศึกษาของ Becker *et al.* (1968) ที่ทดลองนำไข่ที่เก็บไว้นานมาใส่ถุงพลาสติกแล้วเพิ่มก๊าซ  $CO_2$  เข้าไปแทนที่อากาศในถุงมัดปากถุงทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ก่อนนำไข่เข้าตู้ฟัก พบว่า ค่า pH ของไข่ ขาวลดลงจาก 9.13 เหลือ 7.94 ใกล้เคียงไข่ใหม่ (7.91) แต่ภายหลังจากนำไข่เข้าฟักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ค่า pH ของไข่ขาวกลับสูงขึ้นโดยมีค่าใกล้เคียงกับการเก็บแบบปกติที่นำเข้าฟักในช่วงเวลา เดียวกัน (9.20 vs. 9.30) สรุปได้ว่าก๊าซ  $CO_2$  ภายในฟองไข่มีการสูญหายหลังจากการเข้าฟัก ซึ่งโดย ปกติ  $CO_2$  ในไข่ใหม่จะมีค่ามากที่สุด ผลของ pH ที่เป็นด่าง (มีค่าสูง) จึงทำให้อัตราการฟักออก ต่ำลงสอดคล้องกับผลที่กล่าวในเรื่องการฟักมาก่อนนี้

อย่างไรก็ดี ค่า pH ของไข่ขาวในแต่ละกลุ่มที่เฉลี่ยจากทุกระยะการเก็บดังกล่าวมีค่าค่อนข้าง สูง (9.03-9.14) ทั้งนี้เพราะในการศึกษานี้ได้เก็บไข่ไว้ในห้องเย็นเป็นเวลานานมาก (21-28 วัน) ซึ่งโดยปกติโรงฟักไข่จะไม่นำไข่ที่เก็บเป็นเวลานานเกิน 2 สัปดาห์เข้าฟัก ยกเว้นในไถ่ระดับปู่ย่า พันธุ์ หรือในภาวะที่จำหน่ายลูกไก่ไม่ได้ รวมทั้งในภาวะที่ไม่สามารถหาพ่อแม่พันธุ์ฝูงใหม่มา ทดแทนฝูงเดิมได้ จากผลการศึกษานี้ การเก็บไข่ไว้ในห้องเก็บไข่เป็นเวลา 2 สัปดาห์ (14 วัน) ค่า pH ของไข่ขาวจะสูงกว่าการเก็บที่ 7 วันเล็กน้อย (9.06 vs. 8.92) สอดคล้องกับผลการฟักไข่ที่ ปรากฏว่า มีอัตราการฟักออกลดลง 4-5% (Table 22) แต่ถ้าเก็บไข่ไว้นานขึ้นเป็น 21 และ 28 วัน ค่า pH จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก (9.15 และ 9.21 vs. 8.92) อัตราการฟักออกจึงลดลงตามลำดับ โดยมีไข่เชื้อตาย เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อเก็บไว้ 28 วัน (47.04 vs. 1.96 %, Table 22)