



# วิทยานิพนธ์

ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต  
และคุณภาพซากของไก่กระตัง

**EFFECTS OF DIETARY CYSTEAMINE SUPPLEMENTATION  
ON BROILER'S GROWTH PERFORMANCE  
AND CARCASS QUALITY**

นางสาวธนิยา ลพานุวรรณ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๐

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่กระตัง

Effects of Dietary Cysteamine Supplementation on Broiler's Growth Performance and Carcass Quality

โดย

นางสาวชนิชา ลพานุวรรณ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (โภชนศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์)

พ.ศ. 2550

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสม อาตมางกูร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรประพันธ์ ส่งเสริม และ ดร. ยิวเรศ เรืองพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำในด้านการทดลองและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. นวลจันทร์ พาร์กษา ประธานการสอบ และรองศาสตราจารย์สินชัย พาร์กษา ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตสัตว์ปีก และศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตผลจากสัตว์ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ และความร่วมมือในการเลี้ยงและชำแหละซาก ขอขอบพระคุณ บริษัท วอลคอมไบโอเคม (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สปีทามีนที่ใช้ในการทดลอง และสนับสนุนงบประมาณในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนจนสำเร็จการศึกษา และทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ธनिया ลพานุวรรณน์

ตุลาคม 2550

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลอง	26
วิจารณ์ผลการทดลอง	44
สรุปผลการทดลอง	48
ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	50
ภาคผนวก	56
ประวัติการศึกษา	61

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณซีสทีอามีนที่พบในร่างกายและรูปแบบที่พบในอวัยวะแต่ละส่วนของหนู	5
2	ปริมาณซีสทีอามีนเมื่อเทียบจากความเข้มข้นของกรดแพนโตเทนิคจากสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์	7
3	ปริมาณซีสทีอามีนเมื่อเทียบจากความเข้มข้นของกรดแพนโตเทนิคจากผักผลไม้และผลิตภัณฑ์จากพืช	8
4	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในอาหารทดลองในช่วงอายุ 1-17 วัน	17
5	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในอาหารทดลองในช่วงอายุ 18-38 วัน	18
6	ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในอาหารทดลองในช่วงอายุ 39-45 วัน	19
7	ส่วนประกอบวิตามินใน 1 กิโลกรัมของพรีมิกซ์ไวตามิน-แร่ธาตุ	20
8	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ใช้ในช่วงอายุ 1-17 วัน	26
9	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ใช้ในช่วงอายุ 18-38 วัน	27
10	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ใช้ในช่วงอายุ 39-45 วัน	27
11	ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระตังที่อายุ 1-17 วัน	30
12	ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระตังที่อายุ 18-38 วัน	33
13	ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระตังที่อายุ 39-45 วัน	35
14	ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระตังที่อายุ 1-45 วัน	39
15	ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวในฝูง (% CV) ไก่กระตังที่อายุ 17, 38 และ 45 วัน	41

**สารบัญตาราง (ต่อ)**

<b>ตารางที่</b>		<b>หน้า</b>
16	ผลของการเสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อคุณภาพซากของไก่กระทงที่อายุ 45 วัน	42
17	ผลของการเสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม	43
<b>ตารางผนวกที่</b>		
1	ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดการทดลอง	57

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างทางเคมีของซิสทีอามีน	4
2	สูตรโครงสร้างของโคเอนไซม์เอ ที่มีซิสทีอามีนเป็นองค์ประกอบ	6
3	เมทาบอไลซึมของกรดอะมิโนซิสเทอีนและโคเอนไซม์เอ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ซิสทีอามีน	9
4	ปฏิกิริยาการเปลี่ยนซิสทีอามีนไปเป็นทอรีน	10
5	การสลายตัวจากซิสทีอามีน ไปเป็น ไคเมทิลซัลไฟด์	12
<b>ภาพผนวกที่</b>		
1	กราฟแสดงอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดภายในโรงเรือนระหว่างการทดลองที่ช่วงอายุ 1- 45 วัน	59
2	กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนระหว่างการทดลองที่ช่วงอายุ 1- 45 วัน	60

## ผลของการเสริมซิสทีอามีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากของไก่กระທ

### Effects of Dietary Cysteamine Supplementation on Broiler's Growth Performance and Carcass Quality

#### คำนำ

อุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อหรือไก่กระທในปัจจุบันมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภคหรือประชากรของโลกที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีการนำเอาเทคโนโลยีและวิธีการใหม่ๆ เข้ามาพัฒนาระบบการผลิต อาทิเช่น การปรับปรุงคุณภาพของสายพันธุ์ ระบบการจัดการ หรือนำความรู้ในเรื่องของการจัดการด้านอาหารเข้ามาร่วมด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตอย่างสูงสุด นั่นคือ สัตว์มีการเจริญเติบโตที่ดี รวมถึงมีคุณภาพซากเป็นที่ต้องการของตลาด ในส่วนของการจัดการด้านอาหารได้มีการนำสารเสริมชนิดต่างๆ ผสมในอาหารสัตว์ เช่น สารปฏิชีวนะ (antibiotic) ในระดับที่ใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโต แต่เนื่องจากปัจจุบันได้มีการประกาศห้ามใช้สารปฏิชีวนะเพื่อจุดประสงค์ดังกล่าว ดังนั้นจึงมีการศึกษาหาสารเสริมตัวอื่นๆ ที่สามารถช่วยให้สัตว์มีเจริญเติบโตที่ดี และการใช้สารที่มีผลกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth hormone, GH) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นฮอร์โมนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายคนและสัตว์ตั้งแต่แรกเกิดไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ แต่ในสภาวะปกติของร่างกายสมองจะหลั่ง GH ให้ไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของร่างกาย และในขณะเดียวกันจะหลั่งฮอร์โมนโซมาโตสแตติน (somatostatin, SS หรือ somatotropin release-inhibiting factor, SRIF) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่หลั่งมาจากสมองส่วนไฮโปทาลามัสออกมาด้วย โดยฮอร์โมน SS จะทำหน้าที่ยับยั้งการหลั่ง GH ส่งผลให้ไปยับยั้งการเจริญเติบโตของร่างกาย (Kathy, 2002; Wikipedia, 2007b) แต่หากสามารถยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนดังกล่าวได้ จะทำให้มีการหลั่ง GH สูงขึ้น ส่งผลให้สัตว์มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้เต็มศักยภาพ

ซิสทีอามีน (cysteamine) หรือเมอร์แคปตามีน (mercaptamine) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของโคเอนไซม์เอ (coenzyme A) และเป็นอนุพันธ์ของซิสเทอีน (cysteine) (The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products [EMA], 1999; Hong *et al.*, 1999) สามารถเพิ่มปริมาณการหลั่งของ GH ได้ โดยจะไปก่ดการทำงานของฮอร์โมน SS ที่ผลิตมาจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส

(สาโรช และคณะ, 2549ก) สอดคล้องกับ Xiaojie and Zhengkang (1996) ที่รายงานว่า ห่านที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนจะมีระดับฮอร์โมน SS ลดลงในขณะที่ GH เพิ่มขึ้น ซึ่งกลไกการทำงานของซีสทีอามีนต่อฮอร์โมน SS นั้นยังไม่ทราบแน่ชัด (Hong *et al.*, 1999; Xiao and Lin, 2003; Yang *et al.*, 2006) แต่คาดว่าน่าจะเกิดจากการที่ซีสทีอามีนไปทำให้โครงสร้างโมเลกุลของฮอร์โมน SS เปลี่ยนสภาพ ทำให้ฮอร์โมนทำหน้าที่ได้ลดลง (Xiao and Lin, 2003; Walcom-biochem, 2006) จึงมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของร่างกาย ซึ่ง Zhao (2004) และ Yang *et al.* (2005) ได้ทำการศึกษาในสุกรระยะรุ่นและขุน พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนจะมีอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินลดลง

เนื่องจากการศึกษาผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่กระทงส่วนใหญ่ มักทดลองเสริมซีสทีอามีนในระดับที่แตกต่างกัน โดยมีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้และโปรตีนในสูตรอาหารเท่าเดิม ซึ่งเป็นการเพิ่มราคาของอาหารให้สูงขึ้น แต่การทดลองเสริมซีสทีอามีนที่ระดับเดียวกันในสูตรอาหารที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้และโปรตีนต่างกันยังไม่เคยมีการศึกษา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารไก่กระทงที่มีการปรับลดระดับโภชนะในสูตรอาหาร โดยพิจารณาสมรรถภาพการผลิตคุณภาพซากของไก่กระทง และต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระທ
2. ศึกษาผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีต่อคุณภาพซากของไก่กระທ
3. ศึกษาผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีต่อต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

## การตรวจเอกสาร

### ลักษณะทั่วไปและแหล่งที่พบซิสทีอามีน

ซิสทีอามีน (cysteamine) มีชื่อเรียกทางเคมีว่า เมอร์แคปตามีน (mercaptamine) หรือ เบต้า-เมอร์แคปโทเอทิลลามาซด์ ( $\beta$ -mercaptoethylamine) เป็นส่วนประกอบของโคเอนไซม์เอ (coenzyme A) และเป็นอนุพันธ์ของกรดอะมิโนซิสทีอีน (cysteine) (EMEA, 1999; Hong *et al.*, 1999) ซึ่งมีคุณสมบัติพื้นฐาน คือ กลิ่นค่อนข้างฉุน ไม่เสถียร เปลี่ยนรูปได้ง่าย ไวต่อแสงและความชื้น ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้อย่างรวดเร็ว และมีครึ่งชีวิตภายใต้สภาพแวดล้อมปกติ (half life) 15-20 นาที มีจุดหลอมเหลวที่ 77 องศาเซลเซียส (นิรันดาม, 2549; Walcom-biochem, 2006) มีน้ำหนักโมเลกุล เท่ากับ 77.1 มีสูตรโครงสร้างทางเคมี ดังแสดงในภาพที่ 1 พบในเซลล์ร่างกายของมนุษย์ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทั้งในรูปแบบอิสระ (free reduced) รูปแบบที่มีการรวมตัวกับออกซิเจนอย่างอิสระ (free oxidized) เช่น ซีสตามีน (cystamine) และรวมอยู่กับสารประกอบที่เป็นไดซัลไฟด์ (disulfides) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น ซิสทีอีน โฮโมซิสทีอีน (homocysteine) หรือ กลูตาไธโอน (glutathione) และรูปแบบที่จับรวมอยู่กับโปรตีน (protein bound) โดยร่างกายสามารถสังเคราะห์ซิสทีอามีนขึ้นได้เองจากกระบวนการตัดโดยใช้เอนไซม์ของโคเอนไซม์เอ (enzymatic cleavage of coenzyme A) และกระบวนการดีคาร์บอกซิเลชัน (decarboxylation) ของกรดอะมิโนซิสทีอีน นอกจากนี้ซิสทีอามีนยังมีอยู่ในอาหารบางชนิดอีกด้วย (Jonston *et al.*, 1981; EMEA, 1999)



### ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของซิสทีอามีน

ที่มา: Wikipedia (2007a)

Jonston *et al.* (1981) รายงานการสะสมของซิสทีอามีนตามอวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น ในร่างกายหนูจะพบซิสทีอามีนสูงสุดที่ไต รองลงมา คือ ปอด หัวใจ สมอง ตับ ตา และลำไส้ ตามลำดับ ส่วนบริเวณที่พบน้อย คือ กล้ามเนื้อ ม้าม อัณฑะ ตับอ่อน และกระเพาะอาหาร ตามลำดับ และหากพิจารณาในรูปรีดิวซ์อิสระจะพบซิสทีอามีนได้ทุกอวัยวะในร่างกาย ยกเว้นที่ ตา ส่วนบริเวณที่พบมากที่สุดคือ ไต ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณซีสทีอามีนที่พบในร่างกายและรูปแบบที่พบในอวัยวะแต่ละส่วนของหนู

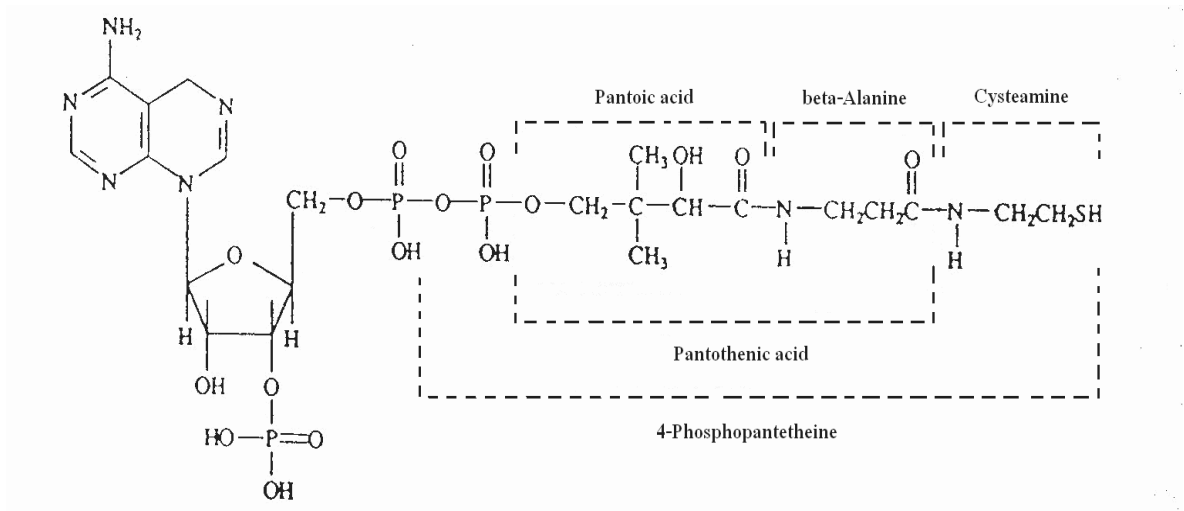
อวัยวะ	ปริมาณ ซีสทีอามีนรวม (nmol/กรัม)**	ปริมาณซีสทีอามีน (%)*		
		รูปรีดิวซ์อิสระ	รูปออกซิไดซ์ อิสระ	จับรวมอยู่กับ โปรตีน
ตา	46.3	0	58.5	41.5
สมอง	54.4	3.9	33.8	62.3
หัวใจ	66.6	3.8	67.0	29.3
ปอด	79.6	2.8	45.9	51.4
ตับ	53.8	18.0	68.0	13.9
ม้าม	10.7	17.8	43.0	39.3
ตับอ่อน	17.1	40.9	32.2	26.9
ไต	106.7	65.9	27.8	6.3
กระเพาะอาหาร	18.5	18.9	50.8	30.3
ลำไส้	33.3	21.0	41.1	37.8
อวัยวะ	16.0	28.8	50.6	20.6
กล้ามเนื้อ	9.6	16.7	46.9	36.5

หมายเหตุ \* คิดเทียบเป็นร้อยละของปริมาณซีสทีอามีนรวม

\*\* 1 นาโนโมล (nmol) ของซีสทีอามีน เท่ากับ 0.0771 ไมโครกรัม ( $\mu\text{g}$ ) ของซีสทีอามีน

ที่มา: Jonston *et al.* (1981)

Jonston *et al.* (1981); Finglas *et al.* (1988) กล่าวว่า ในการคำนวณปริมาณของซีสทีอามีนที่มีในเซลล์ร่างกายและในอาหาร โดยตรงนั้นทำได้ยาก เนื่องจากซีสทีอามีนจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นซีสตามีนหรือไฮโปทอรีน (hypotaurine) ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการคำนวณหาปริมาณซีสทีอามีนจึงมักเทียบสัดส่วนกับปริมาณของกรดแพนโตเทนิค เนื่องจากทั้งซีสทีอามีนและกรดแพนโตเทนิคเป็นองค์ประกอบของโคเอนไซม์เอเหมือนกัน (แสดงในภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของโคเอนไซม์เอ ที่มีซิสทีอามีนเป็นองค์ประกอบ

ที่มา: Busu and Dickerson (1996)

จากการศึกษาเมตาบอลิซึมของโคเอนไซม์เอ ยังพบว่าโคเอนไซม์เอเป็นแหล่งที่สามารถสังเคราะห์ซิสทีอามีนได้มากที่สุด นอกจากนี้ปริมาณของกรดแพนโทเทนิกจะคงที่มากกว่าซิสทีอามีนในรูปแบบที่ถูกออกซิไดซ์ ดังนั้นจึงใช้ปริมาณของกรดแพนโทเทนิกในการตรวจสอบปริมาณของซิสทีอามีน โดย 1 โมเลกุลของซิสทีอามีน (77 กรัม) จะเท่ากับ 1 โมเลกุลของกรดแพนโทเทนิก (220 กรัม) หรือ 1 ไมโครกรัม (μg) ของกรดแพนโทเทนิก จะเท่ากับ 0.35 ไมโครกรัม (μg) ของซิสทีอามีน ซึ่งปริมาณของซิสทีอามีนจากการเทียบสัดส่วนกับปริมาณของกรดแพนโทเทนิก ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ปริมาณซีสทีอามีนเมื่อเทียบจากความเข้มข้นของกรดแพนโทเทนิค (pantothenic acid) จากสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์

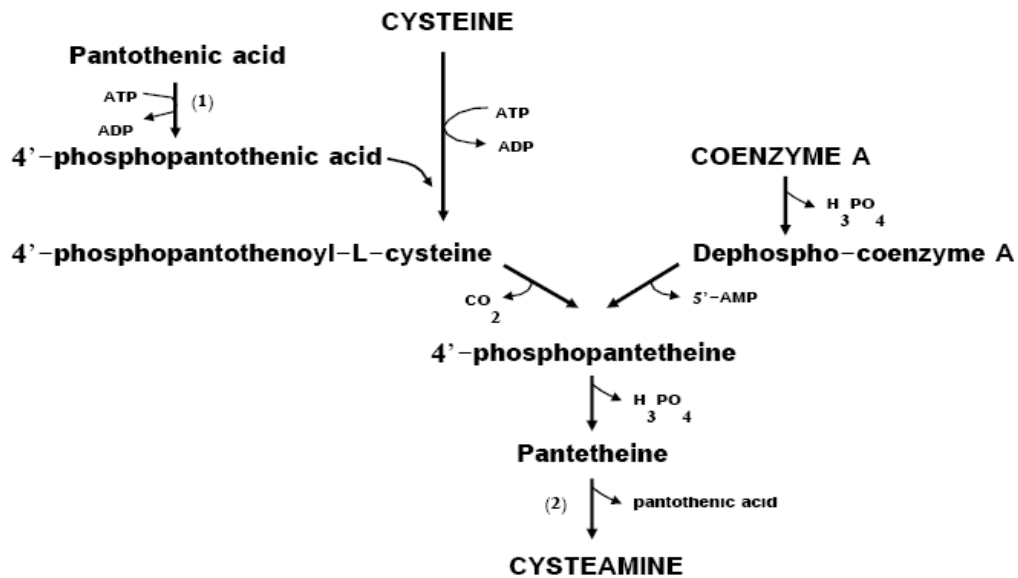
ผลิตภัณฑ์	ปริมาณกรดแพนโทเทนิค* ( $\mu\text{g}$ /ผลิตภัณฑ์ทดสอบ 100 กรัม)	ปริมาณซีสทีอามีน ( $\mu\text{g}$ /ผลิตภัณฑ์ทดสอบ 100 กรัม)
น้ำนมโค	350	124
น้ำนมมนุษย์ ( $\mu\text{g/l}$ )	6700	2345
โยเกิร์ต	350	124
ไข่ไก่	1600	560
ไข่แดง	3720	1302
เนื้อโค	1000	350
ไตโค	3800	1330
ตับโค	7300	2555
เนื้อสุกร	700	245
ตับสุกร	6800	2380
หัวใจสุกร	2500	875
ไตสุกร	3100	1085
ตับแกะ	8250	2887
ไตแกะ	4520	1582
เนื้อไก่	840	294
ตับไก่	7160	2506
หัวใจไก่	2560	896
เนื้อไก่วง	1050	367

หมายเหตุ \* 1 ไมโครกรัม ( $\mu\text{g}$ ) ของกรดแพนโทเทนิค เท่ากับ 0.35 ไมโครกรัม ( $\mu\text{g}$ ) ของซีสทีอามีน  
ที่มา: Jonston *et al.* (1981); Finglas *et al.* (1988)

ตารางที่ 3 ปริมาณซีสทีอามีนเมื่อเทียบจากความเข้มข้นของกรดแพนโทเทนิก (pantothenic acid) จากผักผลไม้และผลิตภัณฑ์จากพืช

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณกรดแพนโทเทนิก* ( $\mu\text{g}$ /ผลิตภัณฑ์ทดสอบ 100 กรัม)	ปริมาณซีสทีอามีน ( $\mu\text{g}$ /ผลิตภัณฑ์ทดสอบ 100 กรัม)
ขนมปัง	960	336
แป้งสาลี	1200	420
ข้าว	1700	595
ซีอิ๊วโกเล็ค	900	315
มันฝรั่ง	400	140
ผักกาดหอม	180	63
กะหล่ำดอก	1010	353.5
กะหล่ำปลีแดง	320	112
กะหล่ำปลีขาว	260	91
มะเขือเทศ	310	109
ผักขม	250	88
ถั่วเหลือง	1860	651
ถั่วลันเตา	720	252
กล้วย	230	85
ส้ม	240	84
แอปเปิ้ล	100	35
แอปปริคอท	290	102

หมายเหตุ \* 1 ไมโครกรัม ( $\mu\text{g}$ ) ของกรดแพนโทเทนิก เท่ากับ 0.35 ไมโครกรัม ( $\mu\text{g}$ ) ของซีสทีอามีน  
ที่มา: Jonston *et al.* (1981); Finglas *et al.* (1988)



ภาพที่ 3 เมทาบอลิซึมของกรดอะมิโนซิสเทอีนและโคเอนไซม์ เอ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ซิสทีอามีน โดยมีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง คือ (1) pantothenate kinase และ (2) pantetheinase  
ที่มา: Stipanuk *et al.* (2006)

### การสังเคราะห์ซิสทีอามีน

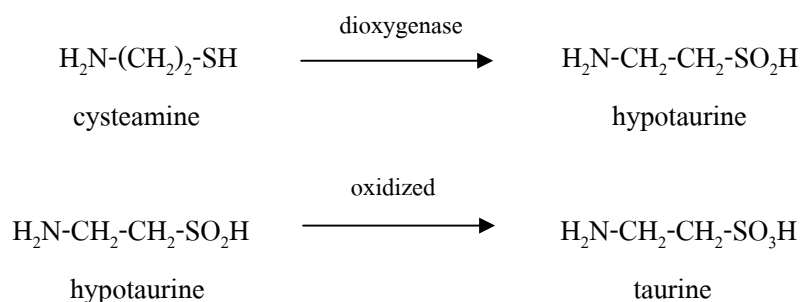
ซิสทีอามีนถูกสังเคราะห์จากกรดอะมิโนซิสเทอีนและโคเอนไซม์เอ (Stipanuk *et al.*, 2006) ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งการสังเคราะห์ซิสทีอามีนจากกรดอะมิโนซิสเทอีนนั้นเริ่มจากซิสเทอีนถูกเปลี่ยนให้เป็น 4-ฟอสโฟแพนโทธินิก-แอล-ซิสเทอีน (4-phosphopantothenoyl-L-cysteine) โดยมี 4-ฟอสโฟแพนโทธีนิกแอซิด (4-phosphopantothenic acid) เข้าร่วมปฏิกิริยา จากนั้นจะถูกเปลี่ยนให้เป็น 4-ฟอสโฟแพนทีธีน (4-phosphopantetheine) โดยผ่านกระบวนการดีคาร์บอกซิเลชัน และถูกเปลี่ยนให้เป็นแพนทีธีน (pantetheine) โดยการดึงหมู่ฟอสเฟตออก (dephosphorylation) หลังจากนั้นเอนไซม์แพนทีธีเนส (pantetheinase) จะเปลี่ยนให้แพนทีธีนกลายเป็นซิสทีอามีน โดยการกำจัดกรดแพนโทธีนิก (pantothenic acid) ออกจากโมเลกุล

สำหรับการสังเคราะห์ซิสทีอามีนจากโคเอนไซม์เอ เริ่มจากโคเอนไซม์เอจะถูกเปลี่ยนให้เป็นดีฟอสโฟโคเอนไซม์เอ (dephospho-CoA) โดยการดึงหมู่ฟอสเฟตออก (dephosphorylation) จากนั้นจะเปลี่ยนไปเป็น 4-ฟอสโฟแพนทีธีน ต่อจากนั้นกระบวนการสังเคราะห์ซิสทีอามีนจากโคเอนไซม์เอจะเกิดขึ้นเช่นเดียวกันกับการสังเคราะห์ซิสทีอามีนจากกรดอะมิโนซิสเทอีน

## เมทาบอไลต์ของซิสทีอามีน

เมทาบอไลต์ของซิสทีอามีนนั้นจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ทอรีน (taurine หรือ 2-aminoethanesulfonic acid) ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งพบมากที่บริเวณหัวใจ ตับ และไต ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาในการเปลี่ยนซิสทีอามีนไปเป็นทอรีน แสดงในภาพที่ 4 โดยมีเอนไซม์ไดออกซิจีเนส (dioxygenase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเปลี่ยนซิสทีอามีนไปเป็นไฮโปทอรีน จากนั้นไฮโปทอรีนจะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นทอรีน ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นต่ออวัยวะหลายส่วนในร่างกาย โดยเฉพาะหัวใจ และระบบประสาทส่วนกลาง นอกจากนี้ทอรีนยังทำหน้าที่ในการรวมตัวของน้ำดี (bile acid) ในมนุษย์ และยับยั้งการเดินผิดปกติของหัวใจ (Weinstein *et al.*, 1988; Food and Drug Administration [FDA], 2004)

แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของทอรีนที่ได้มาจากปฏิกิริยาดังกล่าวจะต่ำมาก คือ น้อยกว่า 3 nmol/น้ำหนักเนื้อเยื่อ 1 กรัมในมนุษย์ (FDA, 2004) และทอรีนที่เหลืออยู่จะถูกขับออกผ่านทางไต (Stipanuk, 1986)



ภาพที่ 4 ปฏิกิริยาการเปลี่ยนซิสทีอามีนไปเป็นทอรีน

ที่มา: Weinstein *et al.* (1988)

## ความเป็นพิษของซิสทีอามีน

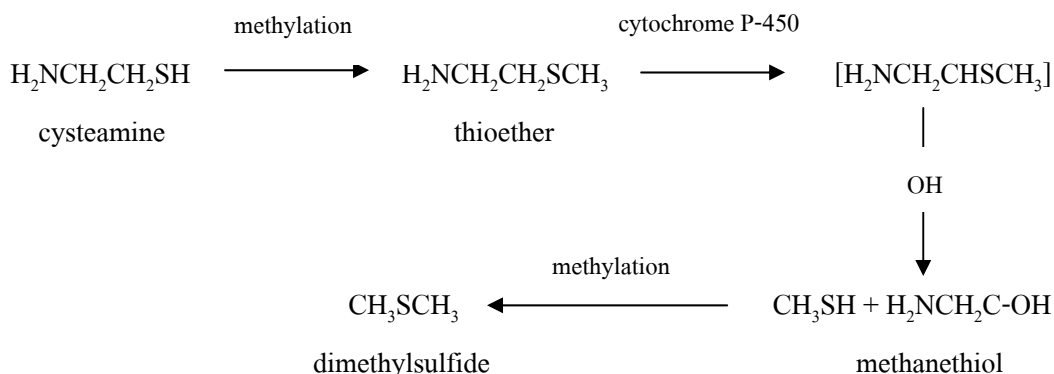
ความเป็นพิษของซิสทีอามีนขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับ วิธีการนำไปใช้ และประเภทของสัตว์ที่ได้รับ (FDA, 2004) โดยการป้อนซิสทีอามีนให้หนูขาวในปริมาณ 625 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว หรือฉีดซิสทีอามีนเข้าใต้ผิวหนังหรือเข้าช่องท้องในปริมาณ 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว มีผลทำให้หนูขาวตายร้อยละ 50 เปอร์เซนต์ (LD<sub>50</sub>) นอกจากนี้การฉีดซิสทีอามีนเข้าเส้นเลือดดำของกระต่ายในปริมาณ 102 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว มีผลทำให้กระต่ายตายร้อยละ

50 เปอร์เซ็นต์ (LD<sub>50</sub>) (EMEA, 1999) สอดคล้องกับ FDA (2004) รายงานว่าการป้อนซิสทีอามีนให้หนูขาวในปริมาณ 623.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว หรือนิดซิสทีอามีนเข้าช่องท้องในปริมาณ 249.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว มีผลทำให้หนูขาวตายร้อยละ 50 เปอร์เซ็นต์ (LD<sub>50</sub>) และการฉีดซิสทีอามีนเข้าเส้นเลือดดำของกระต่ายในปริมาณ 101.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว มีผลทำให้กระต่ายตายร้อยละ 50 เปอร์เซ็นต์ (LD<sub>50</sub>) เช่นเดียวกัน นอกจากนี้การเสริมซิสทีอามีนที่ระดับ 100-300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว สามารถทำให้เกิดแผลหลุมในกระเพาะอาหารได้ (gastric ulcer) (EMEA, 1999)

### การดูดซึมและการขจัดออก

ซิสทีอามีนส่วนใหญ่จะไม่ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นทอรีน (Kataoka *et al.*, 1994) แต่จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็วที่บริเวณลำไส้เล็ก และส่วนน้อยถูกดูดซึมที่บริเวณลำไส้ใหญ่ (EMEA, 1999; Walcom-biochem, 2006) ในมนุษย์ซิสทีอามีนจะถูกขจัดออกจากร่างกายผ่านไตในรูปของสารประกอบซัลเฟต เช่น ไดเมทิลซัลไฟด์ (dimethylsulfide) มีเพียง 0.3-1.7% จากปริมาณที่ได้รับ 508-1217 มิลลิกรัมต่อวัน ที่ถูกขับออกมาด้วยปัสสาวะโดยไม่มีการเปลี่ยนรูป (Jonas and Schneider, 1982) สอดคล้องกับ Gahl *et al.* (1995) ที่รายงานว่า ซิสทีอามีนจะถูกขับออกมาในรูปของไดเมทิลซัลไฟด์ทางลมหายใจและทางปัสสาวะของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางไต (nephropathic cystinosis)

ซึ่งกระบวนการสลายตัวจากซิสทีอามีนไปเป็นไดเมทิลซัลไฟด์จะเกิดขึ้นในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Gahl *et al.*, 1995) แสดงดังภาพที่ 5 โดยเริ่มจากซิสทีอามีนผ่านกระบวนการเมทิลเลชัน (methylation) กลายเป็นไธโออีเธอร์ (thioether) หลังจากนั้นจะถูกซัยโตโครม พี 450 (cytochrome P-450) เปลี่ยนให้เป็นมีเทนไธออล (methanethiol) โดยผ่านกระบวนการไฮดรอกซิเลชัน (hydroxylation) และดึงหมู่เมทิลออกอีกครั้งได้เป็นไดเมทิลซัลไฟด์ (dimethylsulfide)



ภาพที่ 5 การสลายตัวจากซิสทีอามีนไปเป็นไดเมทิลซัลไฟด์

ที่มา: Gahl *et al.* (1995); FDA (2004)

#### หน้าที่และหลักการทำงาน

ซิสทีอามีนจะแสดงปฏิกิริยาต่อร่างกายสัตว์โดยผ่านการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ โดยจะไปกดการทำงานของฮอร์โมนโซมาโตสแตติน (somatostatin) (สารโรซ และคณะ, 2549ก) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ผลิตมาจากต่อมใต้สมองส่วนหลัง (hypothalamus) ตับอ่อน และระบบทางเดินอาหาร (EMEA, 1999) มีฤทธิ์ยับยั้งการปลดปล่อยฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth hormone) จากต่อมใต้สมอง (pituitary gland) (Yang *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนในระบบทางเดินอาหารและจากตับอ่อน (de Herder *et al.*, 2003) และการดูดซึมโภชนา (Krejs, 1986) ซึ่งกลไกการทำงานของซิสทีอามีนต่อฮอร์โมนโซมาโตสแตตินนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด (Hong *et al.*, 1999; Xiao and Lin, 2003; Yang *et al.*, 2006) แต่คาดว่าน่าจะเกิดจากการที่ซิสทีอามีนไปทำให้โครงสร้างโมเลกุลของฮอร์โมนโซมาโตสแตตินเปลี่ยนแปลง ฮอร์โมนจึงทำหน้าที่ได้ลดลง (Xiao and Lin, 2003; Walcom-biochem, 2006) ทำให้เกิดการหลั่งของฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโต ฮอร์โมนแกสตริน (gastrin) และฮอร์โมนตัวอื่นๆ เพิ่มขึ้น จึงมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของสัตว์ และทำให้สมรรถภาพการผลิตของสัตว์ดีขึ้นตามไปด้วย (EMEA, 1999; Hong *et al.*, 1999; Xiao and Lin, 2003; Yang *et al.*, 2006)

## ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารสัตว์

### สุกร

ซาโรซ และคณะ (2549ข) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารลูกสุกรหย่านม (อายุ 21 วัน) โดยเสริมที่ระดับ 0, 0.03, 0.05 และ 0.07 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ผลการทดลองพบว่า เมื่ออายุ 56 วัน ลูกสุกรที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนมีการเพิ่มน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ( $P < 0.05$ ) และการเสริมในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตสูงขึ้นเป็นเส้นตรง ( $P < 0.05$ ) จากการทดลองครั้งนี้พบว่า การเสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 0.07 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ลูกสุกรมีสมรรถภาพการผลิตสูงที่สุด ในขณะที่ Zhao (2004) ได้ทำการรวบรวมและรายงานผลของการศึกษาการเสริมซีสทีอามีนในอาหารสุกรระยะรุ่นในประเทศจีนและฟิลิปปินส์ว่า การเสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 400 กรัมต่อตันอาหาร (สุกรมีน้ำหนักเริ่มต้น 41.5 กิโลกรัม) ทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น 20.2 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น 15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และการเสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 300 กรัมต่อตันอาหาร (สุกรมีน้ำหนักเริ่มต้น 65.0-70.5 กิโลกรัม) ทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น 18 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น 5.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับ Yang *et al.* (2005) รายงานว่า การเสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารในอาหารสุกรระยะขุนที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลัก ทำให้สุกรมีน้ำหนักสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลองและอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการเสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 0 และ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ( $P < 0.01$ ) และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินลดลง ( $P < 0.01$ ) อย่างไรก็ตามการเสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 30 และ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ทำให้ความหนาไขมันสันหลังลดลง ( $P < 0.01$ ) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่การเสริมซีสทีอามีนไม่มีผลต่อการเพิ่มระดับฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโตในพลาสมา ( $P > 0.05$ )

### ไก่วง

Maruyama *et al.* (2002) ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารไก่วงที่ระดับ 0, 0.12 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ที่อายุ 8 สัปดาห์พบว่า เมื่ออายุ 16 สัปดาห์ ไก่วงที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนมีระดับฮอร์โมนกระตุ้นการเจริญเติบโตในพลาสมาสูงขึ้น ( $P < 0.05$ ) ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลองลดลง ( $P < 0.05$ ) และไขมันในซากลดลง ( $P < 0.05$ )

## ไก่อะทง

Gu *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมซีสที่อามีนต่อลักษณะซากของไก่อะทง โดยเสริมที่ระดับ 0, 50, 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารพบว่า เปรอร์เซ็นต์น้ำหนักซากหลังถอนขนและเปรอร์เซ็นต์น้ำหนักซากเมื่อเอาเครื่องในออกเพิ่มขึ้นเมื่อระดับซีสที่อามีนสูงขึ้น แต่ไก่อะทงที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนที่ระดับ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร จะมีการเพิ่มน้ำหนักตัวและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มอื่นที่อายุ 6 และ 8 สัปดาห์ ในขณะที่ Jie *et al.* (2006) รายงานว่า ไก่อะทงกลุ่มที่ได้รับซีสที่อามีนที่ระดับ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีการเจริญเติบโตสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 3 โดยมีการเพิ่มน้ำหนักตัวและเปรอร์เซ็นต์เนื้อออกเพิ่มขึ้น ( $P<0.05$ ) และกลุ่มที่ได้รับซีสที่อามีนที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีการเจริญเติบโตสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 4-7 โดยมีการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มควบคุม ( $P<0.05$ ) และเปรอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องลดลง ( $P<0.05$ ) สอดคล้องกับ Yang *et al.* (2006) รายงานว่า การเสริมซีสที่อามีนที่ระดับ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ทำให้ไก่อะทงมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวันสูงขึ้นในช่วงอายุ 1-21 วัน ( $P<0.001$ ) แต่การเสริมที่ระดับ 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ทำให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวันสูงขึ้นในช่วงอายุ 22-42 วัน ( $P<0.001$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ในขณะที่การเสริมที่ระดับ 60 และ 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ไก่อะทงมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวันตลอดระยะเวลาทดลองไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) แต่พบว่าการเสริมที่ระดับ 90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร จะมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวันสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ( $P<0.001$ ) และการเสริมที่ระดับ 120 และ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ทำให้ไก่อะทงมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวันต่ำกว่ากลุ่มควบคุมในทุกช่วงอายุ ( $P<0.001$ ) และการเสริมที่ระดับ 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวด้อยกว่ากลุ่มอื่นในทุกช่วงอายุ ( $P<0.001$ ) ซึ่งขัดแย้งกับ Zavy and Lindsey (1988) ซึ่งทำการศึกษาผลของการเสริมซีสที่อามีนไฮโดรคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่อะทงพบว่า การเสริมที่ระดับ 0, 25, 125 และ 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว แต่การเสริมที่ระดับ 1200 และ 1800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น แต่ปริมาณอาหารที่กินลดลง ในขณะที่การเสริมที่ระดับ 1200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวลดลงเมื่อเสริมที่ระดับ 1800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ซึ่งการเสริมซีสที่อามีนที่ระดับสูงจะส่งผลให้การกินอาหารและการเพิ่มน้ำหนักตัวลดลงในช่วง 3-17 วัน

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

#### สัตว์ทดลอง

การทดลองใช้ไก่กระทงพันธุ์ Ross 308 อายุแรกเกิด จำนวน 2000 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 8 ชั่วโมง เป็นเพศผู้ 4 ชั่วโมง เพศเมีย 4 ชั่วโมง แต่ละชั่วโมงมี 50 ตัว ไก่กระทงถูกเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิด ได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดการทดลอง ใช้ระยะเวลาทดลอง 45 วัน

#### โรงเรือน

ทำการทดลองในโรงเรือนปิด ที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) สำหรับข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน ตลอดการทดลองได้แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 1 และภาพผนวกที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

สำหรับไก่ทดลองถูกเลี้ยงแบบปล่อยพื้น โดยใช้เกลบเป็นวัสดุรองพื้น โดยใช้ถังแขวนให้อาหาร และมีระบบการให้น้ำอัตโนมัติแบบหัวหยด (nipple)

#### อุปกรณ์

1. หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ จำนวน 1 ดวงต่อคอก สำหรับกกลูกไก่ในช่วง 3 สัปดาห์แรก
2. ถังแขวนให้อาหาร และถังใส่อาหารทดลอง
3. อุปกรณ์ให้น้ำ
4. เครื่องชั่งดิจิตอล สำหรับชั่งน้ำหนักไก่กระทง และน้ำหนักซาก
5. อุปกรณ์สำหรับการชำแหละซาก

## อาหารทดลอง

อาหารทดลองมีองค์ประกอบ และปริมาณ โภชนะที่ปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตของไก่กระทง โดยอาหารทดลองพื้นฐานแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. Starter diet (อายุ 1-17 วัน) โปรตีน 22%, พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 3000 Kcal/kg, แคลเซียม 0.90% และฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ 0.45%
2. Grower diet (อายุ 18-38 วัน) โปรตีน 20%, พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 3050 Kcal/kg, แคลเซียม 0.85% และฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ 0.42%
3. Finisher diet (อายุ 39-45 วัน) โปรตีน 18%, พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 3100 Kcal/kg, แคลเซียม 0.80% และฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ 0.40%

อาหารไก่กระทงระยะ Starter และ Grower มีการเติมซาลิโนมายซินที่ระดับ 66 กรัมต่อตันอาหาร เพื่อใช้เป็นยาป้องกันโรคบิด ไก่กระทงแต่ละกลุ่มจะได้รับการสุ่มให้ได้รับอาหารทดลองที่แตกต่างกันในรูปของอาหารผง 5 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 อาหารควบคุม (control) ไม่เสริมซีสที่อามีน

สูตรที่ 2 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสที่อามีน 108 กรัมต่อตัน (ppm) และลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 Kcal/kg จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 3 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสที่อามีน 108 กรัมต่อตัน (ppm) และลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 200 Kcal/kg จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 4 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสที่อามีน 108 กรัมต่อตัน (ppm) และลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 Kcal/kg และลดโปรตีน 1% จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 5 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสที่อามีน 108 กรัมต่อตัน (ppm)

โดยซีสที่อามีนที่ใช้ในการทดลองมีชื่อทางการค้าว่า Aviamin Plus ของบริษัทวอลคอมไบโอเคมี (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งอยู่ในรูปซีสที่อามีนไฮโดรคลอไรด์ 27% อาหารทดลองทุกสูตรทำการคำนวณให้มีองค์ประกอบทางโภชนะครบตามความต้องการของไก่กระทง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4, 5 และ 6

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางโภชนาที่ได้จากการคำนวณของอาหาร  
ทดลองของไก่กระทองอายุ 1-17 วัน

วัตถุดิบ	สูตรอาหารทดลอง					ราคาวัตถุดิบ (บาท/กิโลกรัม)
	1	2	3	4	5	
ข้าวโพด	50.43	52.54	54.07	56.31	50.35	6.90
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	29.50	26.66	34.57	33.12	29.61	10.65
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	13.49	16.40	6.71	5.00	13.38	14.50
น้ำมันถั่วเหลือง	2.29	0.00	0.00	1.08	2.34	37.00
โคลีนคลอไรด์ 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	35.00
โมโนไคแคลเซียมฟอสเฟต (P/21)	1.84	1.83	1.84	1.87	1.84	16.00
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.24	0.23	0.24	0.27	0.24	115.00
แอล-ไลซีน	0.06	0.08	0.06	0.15	0.06	68.00
หินฟูน	1.23	1.29	1.49	1.24	1.23	1.10
เกลือ	0.42	0.41	0.47	0.42	0.42	3.40
พรีมิกซ์วิตามิน-แร่ธาตุ <sup>1/</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	130.00
พรีมิกซ์ยา <sup>2/</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	88.00
Avianin Plus	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	800.00
รวม	100	100	100	100	100	
ราคาอาหาร/กิโลกรัม (บาท)	10.61	10.35	9.90	10.14	10.94	
<b>ปริมาณโภชนาจากการคำนวณ</b>						
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/Kg)	3000	2900	2800	2900	3000	
โปรตีน (%)	22	22	22	21	22	
แคลเซียม (%)	0.90	0.92	1.00	0.90	0.90	
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	
ไลซีน (%)	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	
เมทไธโอนีน (%)	0.58	0.57	0.58	0.60	0.58	
เมทไธโอนีน + ซีสทีน (%)	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	

<sup>1/</sup>รายละเอียดส่วนประกอบของพรีมิกซ์วิตามิน-แร่ธาตุ แสดงในตารางที่ 7

<sup>2/</sup>ซาลิโนมายซิน 66 กรัมต่อตัน

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางโภชนาที่ได้จากการคำนวณของอาหาร  
ทดลองของไก่กระทองอายุ 18-38 วัน

วัตถุดิบ	สูตรอาหารทดลอง					ราคาวัตถุดิบ (บาท/กิโลกรัม)
	1	2	3	4	5	
ข้าวโพด	56.73	58.73	61.06	62.34	56.75	6.90
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	35.06	34.97	34.55	31.83	34.96	10.65
น้ำมันถั่วเหลือง	4.00	2.19	0.27	1.56	4.00	37.00
โคลีนคลอไรด์ 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	35.00
โมโนไดแคลเซียมฟอสเฟต (P/21)	1.72	1.71	1.70	1.73	1.72	16.00
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.23	0.23	0.23	0.26	0.23	115.00
แอล-ไลซีน	0.13	0.02	0.03	0.12	0.18	68.00
หินฟูน	1.19	1.19	1.20	1.21	1.19	1.10
เกลือ	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	3.40
พรีมิกซ์วิตามิน-แร่ธาตุ <sup>1/</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	130.00
พรีมิกซ์ยา <sup>2/</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	88.00
Avianin Plus	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	800.00
รวม	100	100	100	100	100	
ราคาอาหาร/กิโลกรัม (บาท)	10.34	10.03	9.44	9.82	10.68	
<b>ปริมาณโภชนาจากการคำนวณ</b>						
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/Kg)	3050	2950	2850	2950	3050	
โปรตีน (%)	20	20	20	19	20	
แคลเซียม (%)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	
ไลซีน (%)	1.19	1.10	1.10	1.10	1.22	
เมทไธโอนีน (%)	0.54	0.54	0.54	0.56	0.54	
เมทไธโอนีน + ซีสตีน (%)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	

<sup>1/</sup>รายละเอียดส่วนประกอบของพรีมิกซ์วิตามิน-แร่ธาตุ แสดงในตารางที่ 7

<sup>2/</sup>ซาลิโนมายซิน 66 กรัมต่อตัน

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางโภชนาที่่ได้จากการคำนวณของอาหาร  
ทดลองของไก่กระตงอายุ 39-45 วัน

วัตถุดิบ	สูตรอาหารทดลอง					ราคาวัตถุดิบ (บาท/กิโลกรัม)
	1	2	3	4	5	
ข้าวโพด	62.97	65.21	67.03	68.68	62.89	6.90
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	29.73	29.34	29.03	26.37	29.74	10.65
น้ำมันถั่วเหลือง	3.63	1.74	0.00	1.16	3.66	37.00
โมโนไดแคลเซียมฟอสเฟต (P/21)	1.63	1.62	1.62	1.64	1.63	16.00
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.23	0.23	0.23	0.25	0.23	115.00
แอล-ไลซีน	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	68.00
หินฟูน	1.13	1.14	1.38	1.15	1.13	1.10
เกลือ	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	3.40
พรีมิกซ์วิตามิน-แร่ธาตุ <sup>1/</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	130.00
Avianin Plus	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	800.00
รวม	100	100	100	100	100	
ราคาอาหาร/กิโลกรัม (บาท)	9.73	9.46	8.91	9.22	10.06	
<b>ปริมาณโภชนาจากการคำนวณ</b>						
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/Kg)	3100	3000	2900	3000	3100	
โปรตีน (%)	18	18	18	17	18	
แคลเซียม (%)	0.80	0.80	0.89	0.80	0.80	
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
ไลซีน (%)	0.95	0.95	0.94	0.90	0.95	
เมทไธโอนีน (%)	0.52	0.52	0.52	0.53	0.52	
เมทไธโอนีน + ซีสตีน (%)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	

<sup>1/</sup>รายละเอียดส่วนประกอบของพรีมิกซ์วิตามิน-แร่ธาตุ แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบใน 1 กิโลกรัมของพรีมิกซ์ไวตามิน-แร่ธาตุ

วิตามิน	ปริมาณ
วิตามินเอ	4.00 IU (ล้านหน่วยสากล)
วิตามินดี	0.05 IU (ล้านหน่วยสากล)
วิตามินอี	4.48 กรัม
วิตามินเค	30.68 กรัม
วิตามินบี 1	0.52 กรัม
วิตามินบี 2	2.00 กรัม
วิตามินบี 6	0.68 กรัม
วิตามินบี 12	5.60 กรัม
กรดโฟลิก	0.17 กรัม
กรดนิโคตินิก	6.80 กรัม
กรดแพนโทเทนิค	3.36 กรัม
ไบโอติน	0.014 กรัม
โคลีนคลอไรด์	200.00 กรัม
แมงกานีส	26.40 กรัม
เหล็ก	17.20 กรัม
สังกะสี	26.40 กรัม
ทองแดง	3.20 กรัม
ไอโอดีน	0.32 กรัม
ซีลีเนียม	0.03 กรัม
สารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์รวม	4.80 กรัม

## วิธีการ

### แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) โดยใช้ลูกไก่กระทงแรกเกิดจำนวน 2000 ตัว แบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วย 8 ซ้ำ ซ้ำละ 50 ตัว โดยเป็นเพศผู้ 4 ซ้ำ และเพศเมีย 4 ซ้ำ

### การจัดการเลี้ยงดู

เลี้ยงไก่กระทงในโรงเรือนปิดควบคุมสภาพแวดล้อมด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) และใช้เกลบเป็นวัสดุรองพื้น โดยให้ไก่ได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดการทดลอง ให้อาหารโดยใช้ระบบถังแขวน และมีระบบการให้น้ำอัตโนมัติแบบหัวหยด ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 45 วัน

โดยไก่กระทงทุกตัวจะได้รับการทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล (ND) และหลอดลมอักเสบ (IB) ที่อายุ 7 วัน วัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร (IBD) ที่อายุ 14 วัน และทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล (ND) และหลอดลมอักเสบ (IB) ซ้ำอีกครั้งหนึ่งที่อายุ 21 วัน

### การบันทึกผลการทดลอง

การบันทึกผลการทดลองแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่ไก่อายุ 1-17 วัน (starter) 18-38 วัน (grower) และ 39-45 วัน (finisher) ตามลำดับ โดยในแต่ละช่วงมีการบันทึกข้อมูลดังนี้

1. บันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว โดยชั่งไก่ทุกตัวในทุกกลุ่มการทดลอง เมื่ออายุ 1, 17, 38 และ 45 วัน แล้วนำมาคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และความสม่ำเสมอของฝูง
2. บันทึกปริมาณอาหารที่กินในแต่ละช่วงอายุของแต่ละกลุ่มการทดลอง แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณอาหารที่กินต่อตัว

3. บันทึกจำนวนไก่ตายในแต่ละกลุ่มการทดลองเป็นรายวัน แล้วนำมาคำนวณอัตราการตาย
4. บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน บันทึกทุกวัน วันละ 3 ครั้ง คือ 9.00, 12.00 และ 15.00 น. เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละวัน
5. สุ่มเก็บอาหารทดลองของทุกสูตรเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนา

นำข้อมูลต่างๆ ที่บันทึกมาคำนวณหาปริมาณน้ำหนักรวมที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการใช้อาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อราคาอาหาร อัตราการตาย และความสม่ำเสมอของฝูง ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อตัว (กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{จำนวนไก่ทั้งหมด}}$$

$$\text{ปริมาณอาหารที่กินต่อตัว} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้} - \text{ปริมาณอาหารที่เหลือ}}{\text{จำนวนไก่ทั้งหมด}}$$

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed gain ratio)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}$$

$$\text{อัตราการตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนไก่ที่ตาย} \times 100}{\text{จำนวนไก่เมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}$$

$$\text{ราคาอาหารตลอดการทดลอง} = \frac{(\text{ปริมาณอาหารที่กิน} \times \text{ราคาอาหาร}) \text{ ในช่วงที่ 1} + \dots + (\text{ปริมาณอาหารที่กิน} \times \text{ราคาอาหาร}) \text{ ในช่วงที่ 3}}{(\text{ปริมาณอาหารที่กินในช่วงที่ 1}) + \dots + (\text{ปริมาณอาหารที่กินในช่วงที่ 3})}$$

$$\text{ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม} = \text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว} \times \text{ราคาอาหารเฉลี่ยตลอดการทดลอง}$$

$$\text{ความสม่ำเสมอของน้ำหนักไก่ในฝูง} = \frac{\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัว} \times 100}{\text{ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว}}$$

(Coefficient of variation, % CV)

6. เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มไก่ในแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว (กลุ่มละ 40 ตัว) รวมทั้งหมด 200 ตัว เพื่อนำมาฆ่าและชำแหละเพื่อตรวจสอบคุณภาพซาก โดยทำการบันทึกข้อมูลดังนี้

- บันทึกน้ำหนักมีชีวิต (live weight)
- บันทึกน้ำหนักซากสดรวมเครื่องใน (dressed weight) หรือน้ำหนักหลังถอนขน
- บันทึกน้ำหนักซากสดปราศจากเครื่องใน (eviscerated weight)
- บันทึกน้ำหนักเครื่องในรวม (ตับ กิ่ง หัวใจ) (visceral organs weight)
- บันทึกน้ำหนักคอและหัว (head and neck weight)
- บันทึกน้ำหนักเนื้อหน้าอก (breast weight)
- บันทึกน้ำหนักสะโพก (drumstick weight)
- บันทึกน้ำหนักน่อง (thigh weight)
- บันทึกน้ำหนักปีก (wing weight)
- บันทึกน้ำหนักแข้ง (shank weight)
- บันทึกน้ำหนักไขมันช่องท้อง (abdominal fat weight)
- บันทึกน้ำหนักโครงกระดูก (skeleton weight)

นำค่าต่างๆ ที่บันทึกมาคำนวณหา ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้ (วิวัฒน์, 2546)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซากสดรวมเครื่องใน} = \frac{\text{น้ำหนักซากสดรวมเครื่องใน} \times 100}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอก} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อหน้าอก} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสดปราศจากเครื่องใน}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อสะโพก} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อสะโพก} \times 100}{\text{น้ำหนักซากสดปราศจากเครื่องใน}}$$

## การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์หาองค์ประกอบโภชนาต่างๆ ในอาหารที่ใช้ทำการทดลอง คือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ A. O. A. C (1990) และวิเคราะห์พลังงานโดยใช้ Bomb calorimeter ตามวิธีของอังคณา และดวงสมร (2532)

## การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลน้ำหนักตัวของไก่กระทงทุกตัวเมื่ออายุ 17, 38 และ 45 วัน มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (coefficient of variation; % CV) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) (อนันต์ชัย, 2539) สำหรับข้อมูลที่วัดค่าเป็นเปอร์เซ็นต์นำมาทำการแปลงข้อมูลแบบอาร์คไซน์ก่อนการวิเคราะห์ความแปรปรวน (พิศมัย, 2545) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Tukey's honestly ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป มีแบบหุ่นจำลองดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + \rho_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

โดยที่  $Y_{ij}$  คือ ค่าสังเกตจากเพศที่  $i$  ทรีทเมนต์ที่  $j$

$\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยรวม

$\rho_i$  คือ อิทธิพลเนื่องจากเพศ (block) ที่  $i$  เมื่อ  $i =$  เพศผู้, เพศเมีย

$\tau_j$  คือ อิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์ (treatment) ที่  $j$  เมื่อ  $j = 1, 2, \dots, 5$

$\varepsilon_{ij}$  คือ ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

## สถานที่ทำการทดลอง

1. ทำการเลี้ยงสัตว์ทดลอง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตสัตว์ปีก สถาบันสุวรรณวจากลสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2. ข้าทะเลซาก ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตผลจากสัตว์ สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจ เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน

3. วิเคราะห์ห้องค์ประกอบของอาหารทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

#### ระยะเวลาทดลอง

เริ่มการทดลอง เดือน มกราคม 2550 และสิ้นสุดการทดลอง เดือน เมษายน 2550

## ผลการทดลอง

### ผลการวิเคราะห์ทางเคมี

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการต่างๆ ของอาหารทดลองที่ใช้ในแต่ละช่วงอายุของไก่กระต๊อบด้วยวิธี Proximate analysis และการใช้ Bomb calorimeter แสดงไว้ในตารางที่ 8-10 ซึ่งจากการวิเคราะห์อาหารทดลองพบว่า ปริมาณโภชนาการต่างๆ ของอาหารทดลองมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโภชนาการที่ได้จากการคำนวณสูตรอาหาร (ตารางที่ 4-6)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการของอาหารทดลองที่ใช้ในช่วงอายุ 1-17 วัน

องค์ประกอบ	อาหารทดลอง				
	1	2	3	4	5
ความชื้น (%)	9.39	9.87	9.93	9.89	9.78
โปรตีน (%)	22.41	22.18	22.08	21.07	22.35
ไขมัน (%)	5.24	5.90	5.91	5.12	5.01
เยื่อใย (%)	1.92	1.79	1.75	1.97	2.02
เถ้า (%)	6.22	6.26	6.60	6.04	6.10
แคลเซียม (%)	0.95	0.97	1.09	0.92	0.96
ฟอสฟอรัส (%)	0.54	0.52	0.55	0.53	0.52
พลังงานรวม (kcal/kg)	4496.14	4428.17	4288.63	4402.15	4531.11

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาของอาหารทดลองที่ใช้ในช่วงอายุ 18-38 วัน

องค์ประกอบ	อาหารทดลอง				
	1	2	3	4	5
ความชื้น (%)	10.00	10.18	10.46	10.21	10.09
โปรตีน (%)	20.24	20.49	20.11	19.27	20.22
ไขมัน (%)	5.35	5.86	6.00	5.69	5.59
เยื่อใย (%)	2.76	2.39	2.82	2.40	2.58
เถ้า (%)	5.62	5.77	5.68	5.30	5.72
แคลเซียม (%)	0.88	0.88	0.90	0.89	0.88
ฟอสฟอรัส (%)	0.50	0.52	0.54	0.49	0.51
พลังงานรวม (kcal/kg)	4491.73	4386.51	4260.74	4362.81	4508.70

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาของอาหารทดลองที่ใช้ในช่วงอายุ 39-45 วัน

องค์ประกอบ	อาหารทดลอง				
	1	2	3	4	5
ความชื้น (%)	10.76	10.60	10.87	10.24	10.25
โปรตีน (%)	18.18	18.49	18.35	17.29	18.21
ไขมัน (%)	5.67	5.55	5.97	5.91	5.90
เยื่อใย (%)	2.27	2.16	2.25	2.24	2.61
เถ้า (%)	5.12	5.27	5.44	5.11	5.62
แคลเซียม (%)	0.93	0.91	0.88	0.93	0.75
ฟอสฟอรัส (%)	0.45	0.42	0.42	0.44	0.45
พลังงานรวม (kcal/kg)	4474.75	4379.31	4327.99	4410.49	4533.93

## ผลของการเสริมซีสที่อามีนต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่อะทงในแต่ละช่วงอายุ

จากการศึกษาผลของกลุ่มทดลอง และเพศ ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่อะทงในทุกช่วงอายุ ที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน พบว่ากลุ่มทดลอง และเพศ ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่อะทง ( $P>0.05$ ) ได้แก่ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละอิทธิพล คือ เพศ และกลุ่มทดลอง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11-14 จากการทดลองปรากฏผลดังนี้ คือ

### สมรรถภาพการผลิตของไก่อะทงที่อายุ 1-17 วัน

#### 1. น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 1-17 วัน ของไก่อะทง 5 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารสูตรควบคุม กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร กลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารร่วมกับลดระดับโปรตีน 1% และกลุ่มที่ 5 ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีน มีค่าเท่ากับ 602.36, 579.27, 587.37, 584.28 และ 607.48 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ซึ่งจากการทดลองพบว่า ไก่อะทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ( $P>0.05$ ) แต่ไก่อะทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2, 3 และ 4 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่าไก่อะทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) ส่วนผลของเพศต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่อะทงที่อายุ 1-17 วัน (ตารางที่ 11) พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่อะทงเพศผู้และไก่อะทงเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 624.21 และ 560.10 กรัม ตามลำดับ โดยไก่อะทงเพศผู้มีการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่าไก่อะทงเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )

## 2. ปริมาณอาหารที่กินต่อตัว

ผลจากการทดลองพบว่า ไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน มีปริมาณการกินอาหารที่อายุ 1-17 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยพบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีปริมาณการกินอาหาร เท่ากับ 774.03 กรัม ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับโปรตีน 1% และลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 4) มีปริมาณการกินอาหาร เท่ากับ 778.12, 802.25 และ 782.94 กรัม ตามลำดับ สำหรับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีน (สูตรที่ 5) มีปริมาณการกินอาหาร เท่ากับ 774.33 กรัม (ตารางที่ 11) แต่อย่างไรก็ตามไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) มีปริมาณการกินอาหารสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ และพบว่า ไก่กระทงเพศผู้มีการกินอาหารที่สูงกว่าไก่กระทงเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) ซึ่งปริมาณการกินอาหารของไก่กระทงเพศผู้และไก่กระทงเพศเมีย เท่ากับ 810.72 และ 753.94 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

## 3. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

สำหรับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงที่อายุ 1-17 วัน พบว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีน (สูตรที่ 5) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ( $P>0.05$ ) โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่อายุ 1-17 วัน เท่ากับ 1.29 ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริม ซีสทีอามีน (สูตรที่ 5) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่อายุ 1-17 วัน เท่ากับ 1.28 แต่ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2, 3 และ 4 เท่ากับ 1.34, 1.37 และ 1.34 ตามลำดับ (ตารางที่ 11) สำหรับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงเพศผู้ และไก่กระทงเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 1.30 และ 1.35 ตามลำดับ (ตารางที่ 11) โดยไก่กระทงเพศ

เมียมี้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวน้อยกว่าไก่กระทงเพศผู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

**ตารางที่ 11** ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงที่อายุ 1-17 วัน

อิทธิพล	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)	อัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นน้ำหนักตัว	อัตราการตาย (%)
อาหารทดลอง <sup>1/</sup>				
1	602.36 <sup>กข</sup>	774.03	1.29 <sup>ขค</sup>	4.45
2	579.27 <sup>ก</sup>	778.12	1.34 <sup>ก</sup>	4.42
3	587.37 <sup>ขค</sup>	802.25	1.37 <sup>ก</sup>	4.89
4	584.28 <sup>ขค</sup>	782.94	1.34 <sup>กข</sup>	3.10
5	607.48 <sup>ก</sup>	774.33	1.28 <sup>ก</sup>	5.52
P-value	0.0002	0.1337	0.0001	0.7570
เพศ				
ผู้	624.21 <sup>ก</sup>	810.72 <sup>ก</sup>	1.30 <sup>ข</sup>	-
เมีย	560.10 <sup>ข</sup>	753.94 <sup>ข</sup>	1.35 <sup>ก</sup>	-
P-value	<0.0001	<0.0001	0.0008	-
Pooled SE	12.7502	24.0359	0.0384	3.5552

หมายเหตุ<sup>กขค</sup> อักษรที่ต่างกัน ในแถวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

<sup>1/</sup> สูตรที่ 1 อาหารควบคุมไม่เสริมซีสทีอามีน

สูตรที่ 2 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 3 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 4 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร และลดโปรตีน 1% จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 5 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีน

#### 4. อัตราการตาย

จากผลการทดลองพบว่า อัตราการตายตลอดการเลี้ยงในช่วงอายุ 1-17 วัน ของไก่กระทง ในทุกกลุ่มการทดลองมีอัตราการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยอัตราการตายของไก่กระทงแต่ละกลุ่มมีค่า เท่ากับ 4.45, 4.42, 4.89, 3.10 และ 5.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

#### สมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงที่อายุ 18-38 วัน

##### 1. น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

ผลจากการทดลองพบว่า ไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวที่อายุ 18-38 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยพบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว เท่ากับ 1481.80 กรัม ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับโปรตีน 1% และลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 4) มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว เท่ากับ 1499.00, 1471.27 และ 1500.36 กรัม ตามลำดับ สำหรับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีน (สูตรที่ 5) มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว เท่ากับ 1531.12 กรัม (ตารางที่ 12) ส่วนผลของเพศต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงที่อายุ 18-38 วัน (ตารางที่ 12) พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงเพศผู้และไก่กระทงเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 1651.24 และ 1342.17 กรัม ตามลำดับ โดยไก่กระทงเพศผู้มีการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่าไก่กระทงเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )

##### 2. ปริมาณอาหารที่กินต่อตัว

ปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงที่อายุ 18-38 วัน ของไก่กระทง 5 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารสูตรควบคุม กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร กลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารร่วมกับลด

ระดับโปรตีน 1% และกลุ่มที่ 5 ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีน มีค่าเท่ากับ 2654.38, 2820.31, 2778.92, 2791.36 และ 2775.65 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ซึ่งจากการทดลองพบว่า ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 มีการกินอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ( $P>0.05$ ) แต่ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 และ 4 มีปริมาณอาหารที่กินสูงกว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) สำหรับปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทงเพศผู้และไก่กระทงเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 2979.26 และ 2548.98 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 12) โดยไก่กระทงเพศผู้มีการกินอาหารสูงกว่าไก่กระทงเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )

### 3. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

สำหรับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงที่อายุ 18-38 วัน พบว่า ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีน (สูตรที่ 5) และเสริมซีสทีอามีนร่วมกับลดระดับโปรตีน 1% และลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 4) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ( $P>0.05$ ) โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่อายุ 18-38 วัน เท่ากับ 1.80 ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีน (สูตรที่ 5) และเสริมซีสทีอามีนร่วมกับลดระดับโปรตีน 1% และลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 4) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่อายุ 18-38 วัน เท่ากับ 1.82 และ 1.87 ตามลำดับ แต่ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) และอาหารที่เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวน้อยกว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 1.89 และ 1.90 ตามลำดับ (ตารางที่ 12) และพบว่าไก่กระทงเพศผู้มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าไก่กระทงเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงเพศผู้และไก่กระทงเพศเมีย เท่ากับ 1.81 และ 1.90 ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของ โปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทองที่อายุ 18-38 วัน

อิทธิพล	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)	อัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นน้ำหนักตัว	อัตราการตาย (%)
อาหารทดลอง <sup>u</sup>				
1	1481.80	2654.38 <sup>u</sup>	1.80 <sup>n</sup>	1.94 <sup>nu</sup>
2	1499.00	2820.31 <sup>n</sup>	1.89 <sup>nu</sup>	2.44 <sup>n</sup>
3	1471.27	2778.92 <sup>nu</sup>	1.90 <sup>n</sup>	0.27 <sup>u</sup>
4	1500.36	2791.36 <sup>n</sup>	1.87 <sup>nu</sup>	2.41 <sup>n</sup>
5	1531.12	2775.65 <sup>nu</sup>	1.82 <sup>uk</sup>	1.38 <sup>nu</sup>
P-value	0.3370	0.0087	0.0017	0.0217
เพศ				
ผู้	1651.24 <sup>n</sup>	2979.26 <sup>n</sup>	1.81 <sup>u</sup>	-
เมีย	1342.17 <sup>u</sup>	2548.98 <sup>u</sup>	1.90 <sup>n</sup>	-
P-value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-
Pooled SE	59.2547	89.7650	0.0540	1.4817

หมายเหตุ<sup>nu</sup> อักษรที่ต่างกันแถวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

<sup>u</sup> สูตรที่ 1 อาหารควบคุมไม่เสริมซีสทีอามีน

สูตรที่ 2 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทอง

สูตรที่ 3 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทอง

สูตรที่ 4 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร และลดโปรตีน 1% จากความต้องการของไก่กระทอง

สูตรที่ 5 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีน

#### 4. อัตราการตาย

จากผลการทดลองพบว่า อัตราการตายตลอดการเลี้ยงในช่วงอายุ 18-38 วัน ของไก่กระตังในทุกกลุ่มการทดลองมีอัตราการตายแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยอัตราการตายของไก่กระตังแต่ละกลุ่มเท่ากับ 1.94, 2.44, 0.27, 2.41 และ 1.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

#### สมรรถภาพการผลิตของไก่กระตังที่อายุ 39-45 วัน

##### 1. น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

ผลจากการทดลองพบว่า ไก่กระตังที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน มีการเพิ่มของน้ำหนักตัวที่อายุ 39-45 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ( $P > 0.05$ ) โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีการเพิ่มของน้ำหนักตัวที่อายุ 39-45 วัน เท่ากับ 437.50 กรัม ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสทีอามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) เสริมซีสทีอามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารร่วมกับลดระดับโปรตีน 1% (สูตรที่ 4) และเสริมซีสทีอามีน (สูตรที่ 5) มีการเพิ่มของน้ำหนักตัวที่อายุ 39-45 วัน เท่ากับ 434.91, 430.88, 409.40 และ 420.76 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13) สำหรับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวของไก่กระตังเพศผู้และไก่กระตังเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 485.31 และ 368.07 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13) โดยไก่กระตังเพศผู้มีการเพิ่มของน้ำหนักตัวสูงกว่าไก่กระตังเพศเมีย อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

##### 2. ปริมาณอาหารที่กินต่อตัว

สำหรับปริมาณอาหารที่กินของไก่กระตังที่อายุ 39-45 วัน ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตรนั้น มีค่าเท่ากับ 934.62, 1035.23, 885.22, 967.30 และ 975.35 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13) โดยพบว่า ไก่กระตังกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันมีปริมาณการกินอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ( $P > 0.05$ ) และพบว่าไก่กระตังเพศผู้มีการกินอาหารสูงกว่าไก่กระตังเพศเมีย อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยไก่กระตัง

เพศผู้และไก่กระทงเพศเมียมีปริมาณอาหารที่กิน เท่ากับ 1046.20 และ 872.88 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

**ตารางที่ 13** ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงที่อายุ 39-45 วัน

อิทธิพล	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)	อัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นน้ำหนักตัว	อัตราการตาย (%)
อาหารทดลอง <sup>u</sup>				
1	437.50	934.62	2.14	0.81
2	434.91	1035.23	2.42	0.30
3	430.88	885.22	2.09	1.08
4	409.40	967.30	2.41	0.00
5	420.76	975.35	2.35	0.26
P-value	0.6641	0.1154	0.0973	0.0833
เพศ				
ผู้	485.31 <sup>n</sup>	1046.20 <sup>n</sup>	2.17 <sup>u</sup>	-
เมีย	368.07 <sup>u</sup>	872.88 <sup>u</sup>	2.39 <sup>n</sup>	-
P-value	<0.0001	<0.0001	0.0302	-
Pooled SE	42.2196	110.1515	0.3005	0.8363

หมายเหตุ<sup>u</sup> สูตรที่ 1 อาหารควบคุมไม่เสริมซีสทีอามีน

สูตรที่ 2 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 3 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 4 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร และลดโปรตีน 1% จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 5 อาหารควบคุมเสริมด้วยซีสทีอามีน

### 3. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่างกาย

จากผลการทดลองพบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่างกายของไก่กระทงที่อายุ 39-45 วัน ของไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีน โดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสทีอามีน โดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) เสริมซีสทีอามีน โดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารร่วมกับลดระดับโปรตีน 1% (สูตรที่ 4) และเสริมซีสทีอามีน (สูตรที่ 5) ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ( $P>0.05$ ) โดยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่างกาย มีค่าเท่ากับ 2.14, 2.42, 2.09, 2.41 และ 2.35 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) ส่วนผลของเพศต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่างกายของไก่กระทงที่อายุ 39-45 วัน (ตารางที่ 13) พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่างกายของไก่กระทงเพศผู้และไก่กระทงเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 2.17 และ 2.39 ตามลำดับ โดยไก่กระทงเพศผู้มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักร่างกายดีกว่าไก่กระทงเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

### 4. อัตราการตาย

สำหรับอัตราการตายตลอดการเลี้ยงในช่วงอายุ 39-45 วัน พบว่า ไก่กระทงในทุกกลุ่มการทดลองมีอัตราการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยอัตราการตายของไก่กระทงแต่ละกลุ่มเท่ากับ 4.45, 4.42, 4.89, 3.10 และ 5.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

## สมรรถภาพการผลิตของไก่อุณหภูมิที่อายุ 1-45 วัน

### 1. น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่อุณหภูมิตลอดการทดลองที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันมีการเพิ่มของน้ำหนักตัวตลอดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ( $P>0.05$ ) โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีการเพิ่มของน้ำหนักตัวตลอดการทดลอง เท่ากับ 2521.66 กรัม ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสที่อามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) เสริมซีสที่อามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารร่วมกับลดระดับโปรตีน 1% (สูตรที่ 4) และเสริมซีสที่อามีน (สูตรที่ 5) มีการเพิ่มของน้ำหนักตัวตลอดการทดลอง เท่ากับ 2513.18, 2479.08, 2494.04 และ 2559.36 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 14) และพบว่าไก่อุณหภูมิเพศผู้มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวตลอดการทดลองสูงกว่าไก่อุณหภูมิเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยไก่อุณหภูมิเพศผู้และไก่อุณหภูมิเพศเมียมีการเพิ่มของน้ำหนักตัวตลอดการทดลอง เท่ากับ 2758.66 และ 2268.27 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

### 2. ปริมาณอาหารที่กินต่อตัว

สำหรับปริมาณอาหารที่กินของไก่อุณหภูมิตลอดการทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 สูตรนั้น มีค่าเท่ากับ 4523.47, 4629.18, 4457.07, 4543.84 และ 4527.30 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 14) โดยพบว่า ไก่อุณหภูมิกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน มีปริมาณการกินอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม ( $P>0.05$ ) ส่วนผลของเพศต่อปริมาณการกินอาหารของไก่อุณหภูมิตลอดการทดลอง (ตารางที่ 14) พบว่า ไก่อุณหภูมิเพศผู้มีการกินอาหารสูงกว่าไก่อุณหภูมิเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยปริมาณอาหารที่กินต่อตัวตลอดการทดลองของไก่อุณหภูมิเพศผู้และไก่อุณหภูมิเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 4789.54 และ 4282.80 กรัม ตามลำดับ

### 3. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีด

ผลจากการทดลองพบว่า ไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีดตลอดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีดตลอดการทดลอง เท่ากับ 1.79 และกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสทีอามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) เสริมซีสทีอามีนโดยลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารร่วมกับลดระดับโปรตีน 1% (สูตรที่ 4) และเสริมซีสทีอามีน (สูตรที่ 5) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีดตลอดการทดลอง เท่ากับ 1.85, 1.80, 1.83 และ 1.77 ตามลำดับ (ตารางที่ 14) ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2, 3 และ 4 แนวโน้มว่าจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีดน้อยกว่าไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม ( $P=0.1631$ ) สำหรับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีดของไก่กระทงเพศผู้และไก่กระทงเพศเมีย มีค่าเท่ากับ 1.78 และ 1.84 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) โดยไก่กระทงเพศผู้มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีดดีกว่าไก่กระทงเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )

### 4. อัตราการตาย

สำหรับอัตราการตายตลอดการทดลองของไก่กระทงพบว่า ไก่กระทงในทุกกลุ่มการทดลองมีอัตราการตายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยอัตราการตายของไก่กระทงแต่ละกลุ่ม มีค่าเท่ากับ 7.53, 7.03, 5.63, 5.42 และ 7.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ผลของการเสริมซิสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของ โปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ที่แตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทองที่อายุ 1-45 วัน

อิทธิพล	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)	อัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นน้ำหนักตัว	อัตราการตาย (%)
อาหารทดลอง <sup>u</sup>				
1	2521.66	4523.47	1.79	7.53
2	2513.18	4629.18	1.85	7.03
3	2479.08	4457.07	1.80	5.63
4	2494.04	4543.84	1.83	5.42
5	2559.36	4527.30	1.77	7.08
P-value	0.2943	0.4384	0.1631	0.8929
เพศ				
ผู้	2758.66 <sup>n</sup>	4789.54 <sup>n</sup>	1.78 <sup>u</sup>	-
เมีย	2268.27 <sup>u</sup>	4282.80 <sup>u</sup>	1.84 <sup>n</sup>	-
P-value	<0.0001	<0.0001	0.0004	-
Pooled SE	76.1579	177.3801	0.0621	3.8915

หมายเหตุ<sup>u</sup> สูตรที่ 1 อาหารควบคุมไม่เสริมซิสทีอามีน

สูตรที่ 2 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทอง

สูตรที่ 3 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทอง

สูตรที่ 4 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร และลดโปรตีน 1% จากความต้องการของไก่กระทอง

สูตรที่ 5 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีน

### ผลของการเสริมซีสที่อามีนต่อความสม่ำเสมอของน้ำหนักไก่ในฝูง

จากการชั่งน้ำหนักตัวของไก่กระทงทุกตัวที่อายุ 17, 38 และ 45 วัน แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (% CV) ของน้ำหนักตัว เพื่อพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวในฝูงไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน จากการทดลองพบว่า การเสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวในฝูงไก่กระทงในทุกช่วงอายุ ดังแสดงในตารางที่ 15

### ผลของการเสริมซีสที่อามีนต่อคุณภาพซากของไก่กระทง

ผลจากการตรวจวัดคุณภาพซากพบว่า คุณภาพซากของไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน แสดงไว้ในตารางที่ 16 โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองได้สุ่มไก่กระทงในแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว เพื่อนำมาชำแหละซาก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า ไก่กระทงมีเปอร์เซ็นต์ซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม โดยไก่กระทงแต่ละกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ซาก เท่ากับ 84.94, 84.25, 84.14, 83.84 และ 84.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไขมันช่องท้องไม่ต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยไก่กระทงแต่ละกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง เท่ากับ 0.97, 0.80, 0.73, 0.97 และ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับเปอร์เซ็นต์ซากส่วนอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 16)

### ผลของการเสริมซีสที่อามีนต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

ผลการศึกษาต้นทุนค่าอาหารที่เสริมซีสที่อามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (ppm) โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แสดงไว้ในตารางที่ 17 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า ไก่กระทงกลุ่มที่ 1, 2 และ 5 มีต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมสูงกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยต้นทุนค่าอาหารของแต่ละกลุ่ม เท่ากับ 18.37, 18.43, 16.96, 17.84 และ 18.74 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 15 ผลของการเสริมซิสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัวในฝูง (% CV) ไก่กระทงที่อายุ 17, 38 และ 45 วัน

อายุ (วัน)	เพศ	ความสม่ำเสมอของน้ำหนักตัว (% CV)					Pooled SE	P-value
		1	2	3	4	5		
17	ผู้	8.44	9.85	8.35	8.02	8.82	1.2871	0.3551
	เมีย	7.95	8.47	8.47	9.04	8.31	1.1140	0.7380
	รวม	8.20	9.16	8.41	8.53	8.56	1.2091	0.5944
38	ผู้	9.98	10.36	9.02	10.43	9.75	1.9731	0.8526
	เมีย	8.71	9.15	10.03	9.93	8.45	1.5215	0.5030
	รวม	9.34	9.75	9.53	10.18	9.10	1.7232	0.7675
45	ผู้	10.21	10.01	9.42	9.97	10.47	1.7470	0.9356
	เมีย	8.20	7.98	9.06	9.59	8.95	1.5582	0.5928
	รวม	9.21	8.99	9.24	9.78	9.71	1.6071	0.8312

หมายเหตุ <sup>1</sup> สูตรที่ 1 อาหารควบคุมไม่เสริมซิสทีอามีน

สูตรที่ 2 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 3 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 4 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร และลดโปรตีน 1% จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 5 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีน

ตารางที่ 16 ผลของการเสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้  
ที่แตกต่างกันต่อคุณภาพซากของไก่กระทงที่อายุ 45 วัน

ลักษณะซาก	อาหารทดลอง					Pooled SE	P-value
	1	2	3	4	5		
น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	2607.25	2594.50	2571.63	2630.25	2674.25	117.5618	0.4867
น้ำหนักซากหลังถอนขน <sup>1/</sup>	84.94	84.25	84.14	83.84	84.22	0.9533	0.2409
น้ำหนักซากสด (กรัม) <sup>1/</sup>	2216.50	2187.50	2165.50	2204.63	2252.63	96.1074	0.4641
น้ำหนักตับ+หัวใจ+กึ้น <sup>2/</sup>	3.23	3.27	3.36	3.70	3.36	0.5921	0.5456
หัวใจ <sup>2/</sup>	7.88	7.98	7.94	8.02	7.85	0.2651	0.6735
ปีก <sup>2/</sup>	9.43	9.58	9.72	9.64	9.55	0.1810	0.4020
เนื้อหน้าอก+หนัง <sup>2/</sup>	27.27	27.91	27.71	27.22	27.27	1.3286	0.7764
สะโพก <sup>2/</sup>	16.19	15.90	15.91	15.91	15.99	0.3448	0.4031
น่อง <sup>2/</sup>	12.74	12.63	12.77	12.81	12.69	0.4979	0.9561
แข้ง <sup>2/</sup>	4.19	4.28	4.36	4.27	4.15	0.4710	0.9153
ไขมันช่องท้อง <sup>2/</sup>	0.97	0.80	0.73	0.97	0.98	0.2974	0.3187
โครง <sup>2/</sup>	20.93	20.63	20.73	20.86	21.12	0.4335	0.2233

หมายเหตุ <sup>1/</sup> น้ำหนักซากสดปราศจากเครื่องใน

<sup>1/</sup> คำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต

<sup>2/</sup> คำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักซากสดปราศจากเครื่องใน

ตารางที่ 17 ผลของการเสริมซิสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่แตกต่างกันต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

อาหารทดลอง <sup>u</sup>	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ราคาอาหาร (บาท/กิโลกรัม)	ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท)
1	1.79	10.26	18.37 <sup>n</sup>
2	1.85	9.96	18.43 <sup>n</sup>
3	1.80	9.42	16.96 <sup>u</sup>
4	1.83	9.75	17.84 <sup>nu</sup>
5	1.77	10.59	18.74 <sup>n</sup>
P-value	0.1631	-	0.0017
Pooled SE	0.0621	-	0.8492

หมายเหตุ <sup>nu</sup> อักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

<sup>u</sup> สูตรที่ 1 อาหารควบคุมไม่เสริมซิสทีอามีน

สูตรที่ 2 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 3 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 4 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีนและลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร และลดโปรตีน 1% จากความต้องการของไก่กระทง

สูตรที่ 5 อาหารควบคุมเสริมด้วยซิสทีอามีน

## วิจารณ์ผลการทดลอง

### สมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง

ผลการศึกษาการเสริมซีสทีอามีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง พบว่า ในช่วงอายุ 1-17 วัน การเสริมซีสทีอามีนที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร (สูตรที่ 5) มีผลทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการตายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (สูตรที่ 1) อย่างไรก็ตามการเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) มีผลทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มควบคุม (สูตรที่ 1) แต่ทุกกลุ่มการทดลองมีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ถึงแม้ว่าไก่กระทงจะได้รับพลังงานในสูตรอาหารต่างกัน สอดคล้องกับ Sizemore and Siegle (1993) รายงานว่าการให้อาหารที่ระดับพลังงานต่ำแก่ไก่กระทงระยะแรก ไม่มีผลในการกระตุ้นการกินอาหารของไก่กระทงที่อายุ 0-7 วัน ได้ เนื่องจากลูกไก่ยังคงสามารถได้รับพลังงานจากไข่แดงที่สะสมไว้ภายในช่องท้อง

ซึ่งจากการศึกษาของ ธนินยา (2549) ถึงผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารไก่กระทงต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ พบว่าเมื่อเสริมซีสทีอามีนลงในอาหารทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานลดลง 2.96% (จาก 80.71% เป็น 78.32%) และไขมันลดลง 8.20% (จาก 97.40% เป็น 89.41%) และสอดคล้องกับการทดลองของ Abdel *et al.* (2005) ที่เสริมซีสทีอามีนในระดับ 25, 100 และ 340 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในหนูทดลอง พบว่า การไหลเวียนของน้ำดีมีแนวโน้มลดลงเมื่อเสริมซีสทีอามีนในระดับที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าจะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) และเนื่องจากการทดลองครั้งนี้ทำการปรับระดับพลังงานในอาหารที่เพิ่มขึ้นโดยการเสริมน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งในไก่กระทงอายุน้อยนั้นยังมีการหลั่งของน้ำดีไม่มากนัก (Kussaibati *et al.*, 1982; Yael and Sklan, 1997) จึงทำให้ไก่มีความสามารถในการย่อยและดูดซึมไขมันได้ไม่ดีขึ้น ซึ่งหากการเสริมซีสทีอามีนส่งผลให้การไหลเวียนของน้ำดีลดลง จะยังมีผลทำให้ลดความสามารถในการย่อยได้ของไขมันให้เพิ่มขึ้น ซึ่งการย่อยได้ของไขมันที่ลดต่ำลงจะส่งผลต่อการย่อยได้ของพลังงานด้วย เนื่องจากพลังงานในอาหารได้มาจากโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ดังนั้นเมื่อการย่อยได้ของไขมันลดลง จึงทำให้การย่อยได้ของพลังงานลดลงตามไปด้วย ดังนั้นการเสริมซีสทีอามีนในอาหารไก่

กระทงในช่วงอายุ 1-17 วัน ร่วมกับการลดระดับพลังงานในอาหารจึงมีผลทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (สูตรที่ 1)

ในขณะที่ช่วงอายุ 18-38 วัน พบว่า ทุกกลุ่มการทดลองมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่การเสริมซีสที่อามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) และเสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีการลดระดับโปรตีน 1% ร่วมกับลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 4) มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวลดลง โดยไก่กระทงในกลุ่มนี้มีการกินอาหารเพิ่มขึ้น ( $P=0.0087$ ) สอดคล้องกับ Griffiths *et al.* (1977) รายงานว่า ไก่กระทงสามารถปรับปริมาณการกินอาหารได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานในอาหาร เพื่อรักษาปริมาณพลังงานและโภชนาที่ร่างกายต้องได้รับให้คงที่เพียงพอสำหรับนำไปใช้เพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการปรับปริมาณการกินอาหารของไก่กระทงนั้นมีความจำกัด (Gonzalez and Pesti, 1993) โดยพบว่าไก่กระทงที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานต่ำมากจะไม่สามารถปรับปริมาณการกินอาหารเพื่อให้ร่างกายได้รับพลังงานและโภชนาที่เพียงพอต่อความต้องการได้ (Jackson *et al.*, 1982) เนื่องจากความจุของทางเดินอาหารของไก่กระทงมีความจำกัด ไก่กระทงจึงไม่สามารถที่จะกินอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการได้ (Leeson *et al.*, 1996) จึงส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (สูตรที่ 1) ( $P=0.0017$ ) แต่การเสริมซีสที่อามีนลงในอาหารควบคุม (สูตรที่ 5) ไม่ได้ทำให้ไก่มีสมรรถภาพการผลิตต่างจากกลุ่มควบคุม (สูตรที่ 1)

แต่เมื่อพิจารณาในช่วงอายุ 39-45 วัน พบว่า การเพิ่มน้ำหนักตัว ปริมาณการกินอาหาร และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทงในทุกกลุ่มการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) สอดคล้องกับ Leeson *et al.* (1996) รายงานว่าไก่กระทงช่วงอายุ 35-49 วัน ที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ลดลงจาก 3200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหารเป็น 2950, 2700, 2450, 2200 และ 1950 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร ไม่ได้ส่งผลให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของไก่กระทงมีความแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าไก่กระทงจะมีปริมาณการกินอาหารที่ต่างกันก็ตาม แต่เนื่องจากการทดลองนี้ทำการลดระดับพลังงานในช่วงที่ไม่กว้างนัก จึงไม่สามารถเห็นผลของระดับพลังงานในอาหารที่มีต่อปริมาณการกินอาหาร และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวได้ชัดเจนมากนัก สอดคล้องกับ Waldroup *et al.* (1976) รายงานว่าการเพิ่มระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารจาก 2970 ถึง 3300 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร โดยใช้น้ำมันถั่วเหลือง

เป็นตัวปรับระดับพลังงานให้เพิ่มทีละ 110 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร พบว่า ไก่กระทงมีปริมาณการกินอาหารที่ไม่แตกต่างกัน

สำหรับสมรรถภาพการผลิตตลอดช่วงอายุการทดลอง (1-45 วัน) พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการตายของไก่กระทงในทุกกลุ่มการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่อย่างไรก็ตามการเสริมซีสที่อามีนร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 2) เสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) และเสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีการลดระดับโปรตีน 1% ร่วมกับลดพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 4) มีแนวโน้มทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (สูตรที่ 1) ( $P=0.1631$ ) และเมื่อพิจารณาถึงผลของการเสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน พบว่า สมรรถภาพการผลิตตลอดการทดลองของไก่กระทงในกลุ่มที่เสริมซีสที่อามีนในอาหารที่มีการลดระดับโปรตีน 1% (สูตรที่ 4) ไม่ต่างจากกลุ่มที่เสริมซีสที่อามีนโดยไม่ลดระดับโปรตีน (สูตรที่ 2) สอดคล้องกับการทดลองของ Maala *et al.* (2005) ที่รายงานว่า ระดับโปรตีนในอาหาร และการเสริมซีสที่อามีน ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

### ความสม่ำเสมอของฝูง

ผลจากการศึกษาผลของการเสริมซีสที่อามีนต่อความสม่ำเสมอของฝูงไก่กระทง พบว่าความสม่ำเสมอของน้ำหนักไก่กระทงที่อายุ 17, 38 และ 45 วัน ของทุกกลุ่มการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ซึ่งอาจเนื่องมาจากน้ำหนักตัวเฉลี่ยของลูกไก่เมื่อเริ่มการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันทุกกลุ่ม คือ 37.63, 37.70, 37.20, 37.60 และ 37.20 กรัม ตามลำดับ อีกทั้งการเลี้ยงไม่หนาแน่นเกินไป มีการขยายกกและขยายพื้นที่ให้เหมาะสมกับขนาดของไก่ รวมถึงได้จัดอุปกรณ์สำหรับให้อาหารและน้ำอย่างเพียงพอ ไก่กระทงในแต่ละคอกจึงได้รับอาหารและน้ำอย่างเพียงพอทุกตัว จึงทำให้น้ำหนักตัวของไก่กระทงในแต่ละกลุ่มมีความสม่ำเสมอ

## เปอร์เซ็นต์ซากของไก่กระทง

จากการศึกษาคุณภาพซากของไก่กระทงที่อายุ 45 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้ออก และเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้องในทุกกลุ่มการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่จะสังเกตได้ว่าไก่กระทงกลุ่มที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์ของไขมันช่องท้องต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ แม้จะไม่มี ความแตกต่างกันในทางสถิติ เนื่องจากไก่กระทงในระยะสุดท้ายจะมีการสร้างและสะสมไขมันเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเมื่อให้ไก่กระทงกินอาหารที่มีระดับพลังงานต่ำ ไก่จึงได้รับพลังงานไม่เพียงพอและดึงเอาพลังงานที่สะสมในรูปของไขมันออกมาใช้ (Leeson *et al.*, 1992) ขณะที่ Jie *et al.* (2006) กล่าวว่า การเสริมซีสที่อามินที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ทำให้ไก่มีเนื้ออกเพิ่มขึ้นเป็น 12.4% ( $P<0.05$ ) และมีปริมาณไขมันช่องท้องลดลงเป็น 31.6% ( $P<0.05$ ) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสูตรอาหารทดลองครั้งนี้อยู่ในระดับต่ำ และมีระดับพลังงานในอาหารที่ต่างกันอยู่ในช่วงแคบๆ จึงไม่มีผลต่อการสะสมของไขมันภายในช่องท้อง สอดคล้องกับ Griffiths *et al.* (1977) ที่รายงานว่า การเพิ่มระดับพลังงานในอาหารช่วงแคบๆ ไม่มีผลต่อระดับไขมันช่องท้อง เนื่องจากไก่กระทงสามารถปรับปริมาณการกินอาหารเพื่อให้ได้รับพลังงานคงที่ ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อระดับไขมันในช่องท้อง เช่นเดียวกับ Mabray and Waldroup (1981) ที่รายงานว่า ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่ต่ำกว่า 3190 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร จะมีผลน้อยมากต่อน้ำหนักของไขมันในช่องท้อง

## ราคาและต้นทุนค่าอาหาร

เมื่อศึกษาถึงต้นทุนค่าอาหารพบว่า ไก่กระทงกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสที่อามินร่วมกับการลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร (สูตรที่ 3) มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่ากลุ่มอื่น ทั้งนี้เนื่องจากไก่กระทงกลุ่มนี้ได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งอาหารที่มีพลังงานสูงขึ้นราคาอาหารจะสูงตามระดับพลังงานที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Brown and McCartney (1982) ที่รายงานว่า ราคาของอาหารที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3400 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม สูงกว่าอาหารที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3100 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมถึง 14.25 เปอร์เซ็นต์ โดยต้นทุนค่าอาหารของแต่ละกลุ่มการทดลอง คือ 18.37, 18.43, 16.96, 17.84 และ 18.74 บาท ต่อน้ำหนักไก่ 1 กิโลกรัม ตามลำดับ

## สรุปผลการทดลอง

จากผลการเสริมซีสทีอามีนในอาหารไก่กระທงที่ระดับ 108 กรัมต่อตันอาหาร สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเสริมซีสทีอามีนในกรณีที่เสริมร่วมกับลดระดับโภชนะในอาหาร (โปรตีนและ/หรือพลังงานใช้ประโยชน์ได้) มีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระທงระยะแรก (1-17 วัน) ด้อยลง และมีผลทำให้ไก่กระທงระยะเจริญเติบโต (18-38 วัน) กินอาหารเพิ่มขึ้น และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวด้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ในกรณีที่เสริมโดยไม่ลดระดับโภชนะในอาหาร ไม่มีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระທงสองระยะนี้แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ในขณะที่การเสริมซีสทีอามีนในอาหารไก่กระທงระยะสุดท้าย (39-45 วัน) ร่วมกับลดระดับโภชนะในอาหาร ไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

2. การเสริมซีสทีอามีนในอาหารไก่กระທงที่มีการลดระดับโปรตีน 1% ไม่มีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ของไก่กระທงในทุกช่วงอายุแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนโดยไม่ลดระดับโปรตีน

3. การเสริมซีสทีอามีนในอาหารไก่กระທงที่มีระดับโภชนะในอาหาร (โปรตีนและ/หรือพลังงานใช้ประโยชน์ได้) ต่างกัน ไม่มีผลต่อความสม่ำเสมอของน้ำหนักไก่ในฝูง ที่อายุ 17, 38 และ 45 วัน

4. การเสริมซีสทีอามีนในอาหารที่มีระดับของโปรตีนและ/หรือพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ต่างกัน ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้ออก และเปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

5. การเสริมซีสทีอามีนร่วมกับลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 200 กิโลแคลอรีต่อ กิโลกรัมอาหาร ทำให้ต้นทุนค่าอาหารและต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมต่ำที่สุด

## ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การเสริมซีสทีอามีนในอาหารไก่กระทงไม่มีผลในการช่วยลดไขมันช่องท้อง ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษาในสุกรรุ่น-ขุน (น้ำหนัก 60 กิโลกรัมขึ้นไป) ที่พบว่าสุกรที่ได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนมีไขมันสันหลัง (back fat) บางลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้มีการปรับลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ให้ต่ำกว่าสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่กระทงโดยทั่วไป ไก่จึงได้รับพลังงานไม่เพียงพอและดึงเอาพลังงานที่สะสมในรูปของไขมันออกมาใช้ จึงไม่เห็นผลของการเสริมซีสทีอามีนในการช่วยลดไขมันช่องท้อง แต่อาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรรุ่น-ขุนโดยทั่วไป มักมีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ค่อนข้างสูงและไม่ได้มีการปรับลดระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสูตรอาหาร ร่างกายจึงนำพลังงานส่วนเกินนั้นมาสะสมในรูปของไขมัน เนื่องจากสุกรในระยะนี้เริ่มมีการสะสมเนื้อแดงในอัตราที่ลดลงแต่มีการสะสมไขมันมากขึ้น ดังนั้นการได้รับอาหารที่เสริมซีสทีอามีนในระยะนี้จึงช่วยลดปริมาณไขมันที่สะสมในซากได้ เนื่องจากซีสทีอามีนสามารถลดการใช้ประโยชน์ได้ของพลังงานและไขมันในอาหาร

ดังนั้นการให้อาหารที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต โดยไม่เหลือพลังงานส่วนเกินที่จะให้ร่างกายนำไปสะสมในรูปของไขมัน จะสามารถลดปริมาณไขมันที่สะสมในซากได้ และยังช่วยลดต้นทุนการผลิตในส่วนของคุณค่าอาหารได้อีกด้วย

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ธนิยา ลพานุวรรณ. 2549. ผลของการเสริมซีสทีอามีนในอาหารต่อการย่อยได้ของโปรตีน พลังงาน และไขมันในอาหารไก่เนื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 35 น.
- นิรนาม. 2549. คอลัมน์พิเศษ: ซีสทีอามีนความเหมือนที่แตกต่างของวอลคอม. *สัตว์เศรษฐกิจ* 24 (546): 43-45.
- พิศมัย หาญมงคลพิพัฒน์. 2545. สถิติและการวางแผนการทดลองทางเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 314 น.
- วิวัฒน์ วรามิตร. 2546. ผลของการเสริมข้าพวงในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และการควบคุมโรคบิดในไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 64 น.
- สาโรช คำเจริญ, เขาวมาลย์ คำเจริญ และ อติลักษณ์ เล็บนาค. 2549ก. ประสิทธิภาพของซีสทีอามีน ในแม่สุกรและลูกสุกรคุณนม. *สัตว์บก* 14 (160): 113-118.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. 2549ข. ประสิทธิภาพของซีสทีอามีนในอาหารลูกสุกรหย่านม. *ธุรกิจอาหารสัตว์* 23 (106): 46-53.
- อังคณา หาญบรรจง และ ดวงสมร สีนเจิมศิริ. 2532. การวิเคราะห์และการประเมินคุณภาพอาหาร สัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 155 น.
- อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2539. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Abdel S. M. E., Baiuomy A. R. and M. EL-Shenawy. 2005. Effect of cysteamine on bile secretion in the rat. *Pharmacol. Reports* 57: 345-351.

A. O. A. C. 1990. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist**. 15<sup>th</sup> ed. A. O. A. C., Washington, D. C.

Brown, H. B. and M. G. McCartney. 1982. Effects of dietary energy and protein and feeding time on broiler performance. **Poultry Sci.** 61: 304-310.

Busu, T. K. and J. W. T. Dickerson. 1996. **Vitamin in Human Health and Disease**. CAB International, Guildford.

de Herder, W. W., L. J. Hofland, A. J. van der Lely and S. W. J. Lamberts. 2003. Somatostatin receptors in gastroenteropancreatic neuroendocrine tumours. **Endocrine-Related Cancer** 10: 451-458.

Finglas, P. M., R. M. Faulks, H. C. Morris, K. J. Scott and M. R. A. Morgan. 1988. The development of an enzyme-linked immuno sorbent assay (ELISA) for the analysis of pantothenic acid and analogues. II. Determination of pantothenic acid in foods. **J. Micronutrient Analysis** 4 (1): 47-59.

Food and Drug Administration (FDA). 2004. **75-Day Premarket Notification of New Dietary Ingredients: 2-Aminoethanethiol Hydrochloride (Cysteamine Hydrochloride)**. Available Source: <http://www.omega-biopharma.com>, August 15, 2006.

Gahl, W. A., J. Ingelfinger, P. Mohan, I. Bernardini, P. E. Hyman and A. Tangerman. 1995. Intravenous cysteamine therapy for nephropathic cystinosis. **Pediatric Res.** 38 (4): 579-584.

Gonzalez, M. J. and G. M. Pesti. 1993. Evaluation of the protein to energy ratio concept in broiler and turkey nutrition. **Poultry Sci.** 72: 2115-2123.

- Griffiths, L., S. Leeson and J. D. Summers. 1977. Fat deposition in broiler: Effect of dietary energy to protein balance and early life caloric restriction on productive performance and abdominal fat pad size. **Poultry Sci.** 56: 638-646.
- Gu, Y. F., H. L. Chen and Y. Zhao. 2006. Effects of cysteamine supplementation in ration of broilers on carcass performance. **Chinese J. Vet. Sci.** 1: 104-106. (Abst.)
- Hong, S. L., H. K. Kwang, D. K. Chang, W. S. Chi, S. R. Ho and H. H. Jin. 1999. Exogenous cysteamine increases basal pancreatic exocrine secretion in the rat. **J. Korean Med. Sci.** 14: 52-56.
- Jackson, S., J. D. Summers and S. Leeson. 1982. Effect of dietary protein and energy on broiler performance and production costs. **Poultry Sci.** 61: 2232-2240.
- Jie, H., Y. Yuan, and J. Meng. 2006. Effect of cysteamine on broilers growth performance and carcass quality. **J. Anhui Agric. Sci.** 34 (7): 1375-1376. (Abst.)
- Jonas, A. J. and J. A. Schneider. 1982. A simple, rapid assay for cysteamine and other thiols. **Anal. Biochem.** 114: 429.
- Jonston, L., L. Vaughan and H. M. Fox. 1981. Pantothenic acid content of human milk. **Am. J. Clin. Nutr.** 34 (10): 2205-2209.
- Kataoka, H., H. Tanaka and M. Makita. 1994. Determination of total cysteamine in urine and plasma samples by gas chromatography with flame photometric detection. **J. Chromatography B.** 657: 9-13.
- Kathy, L. 2002. **A lack of growth hormone.**  
Available Source: <http://www.ukfibromyalgia.com>, September 13, 2006.

- Krejs, G. J. 1986. Physiological role of somatostatin in the digestive tract: gastric acid secretion, intestinal absorption, and motility. **Scand. J. Gastroenterol.** 119 (Suppl): 47-53.
- Kussaibati, R., J. Guillaume and B. Leclercq. 1982. The effects of age, dietary fat and bile salts, and feeding rate on apparent and true metabolisable energy values in chickens. **Br. Poultry Sci.** 23: 393-403.
- Leeson, S., L. J. Caston and J. D. Summers. 1996. Broiler response to energy and protein dilution in the finisher diet. **Poultry Sci.** 75: 522-528.
- Leeson, S., J. D. Summers and L. J. Caston. 1992. Response of broilers to feed restriction or diet dilution in finisher period. **Poultry Sci.** 71: 2056-2064.
- Maala, C. P., M. R. Batungbacal, C. C. Sevilla, A. A. Natividad and V. P. Anila. 2005. Preliminary study on the performance and histologic characteristics of the intestinal tract of broilers fed diets with different dietary protein levels with or without cysteamine supplement. **Philippine J. Vet. Med.** 42 (1): 22-30. (Abst.)
- Mabray, C. J. and P. W. Waldroup. 1981. The influence of dietary energy and amino acid levels on abdominal fat pad development of the broiler chicken. **Poultry Sci.** 60: 151-159.
- Maruyama, K., M. B. Solomon and J. A. Proudman. 2002. Effects of cysteamine on growth hormone, weight gain, feed consumption and body composition of turkeys. **Agric. Res. Bull.** 131: 37-46. (Abst.)
- Sizemore, F. G. and H. S. Siegel. 1993. Growth, feed conversion, and carcass composition in females of four broiler crosses fed starter diets with different energy to protein ratios. **Poultry Sci.** 72: 2216-2228.
- Stipanuk, M. H. 1986. Metabolism of sulfur-containing amino acids. **Ann. Rev. Nutr.** 6:179-209.

- Stipanuk, M. H., J. E. Dominy, Jr., J-I Lee and R. M. Coloso. 2006. Mammalian cysteine metabolism: New insights into regulation of cysteine metabolism. **J. Nutr.** 136: 1652S–1659S.
- The European Agency for the Evaluation of Medicinal Products (EMA). 1999. **Committee for Veterinary Medicinal Products: Mercaptamine Hydrochloride**. Available Source: <http://www.emea.eu.int/pdfs/vet/mrls/051898>, August 15, 2006.
- Walcom-biochem. 2006. Available Source: <http://www.walcom-biochem.com>, August 4, 2006.
- Waldroup, P. W., R. J. Mitchell, J. R. Payne and Z. B. Johnson. 1976. Characterization of the response of broiler chickens to diets varying in nutrient density content. **Poultry Sci.** 55: 130-145.
- Weinstein, C. L., R. H. Haschemeyer and O. W. Griffith. 1988. *In Vivo* studies of cysteine metabolism. **J. Biol. Chem.** 263 (32): 16579-16586.
- Wikipedia. 2007a. Cysteamine. **The free encyclopedia**. Available Source: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cysteamine>, March 23, 2007.
- Wikipedia. 2007b. Somatostatin. **The free encyclopedia**. Available Source: <http://en.wikipedia.org/wiki/Somatostatin>, January 3, 2007.
- Xiao, D. and H. R. Lin. 2003. Cysteamine - a somatostatin-inhibiting agent - induced growth hormone secretion and growth acceleration in juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). **Gen. Com. Endocrinol.** 134: 285–295.
- Xiaojie, A. and H. Zhengkang. 1996. **Effect of cysteamine on the plasma concentration of several hormones related to growth in growing geese**. Available Source: <http://www.scilet.com/bioandbiosafety/pab/pababs5.htm>, August 20, 2006.

- Yael, N. and D. Sklan. 1997. Posthatch development in poultry. **J. Appl. Poultry Res.** 6: 344-354.
- Yang, C. B., A. K. Li, Y. L. Yin, R. L. Huang, T. J. Li, L. L. Li, Y. P. Liao, Z. Y. Deng, Z. Jun, W. Bin, Y. G. Zhang, Y. Xiaojian, P. Jian and M. Z. Fan. 2005. Effects of dietary supplementation of cysteamine on growth performance, carcass quality, serum hormones and gastric ulcer in finishing pigs. **J. Sci. Food Agric.** 85(11): 1947-1952.
- Yang, C. M., A. G. Chen, Q. H. Hong, J. X. Liu and J. S. Liu. 2006. Effects of cysteamine on growth performance, digestive enzyme activities, and metabolic hormones in broilers. **Poultry Sci.** 85: 1912–1916.
- Zavy, M. T. and T. O. Lindsey. 1988. Effect of cysteamine administration on growth and efficiency of food utilization in chicks. **Br. Poultry Sci.** 29: 409-417.
- Zhao, R. L. 2004. Cysteamine - based additive boosts performance. **Asian Pork Mag.** August/September: 36-37.

**ภาคผนวก**

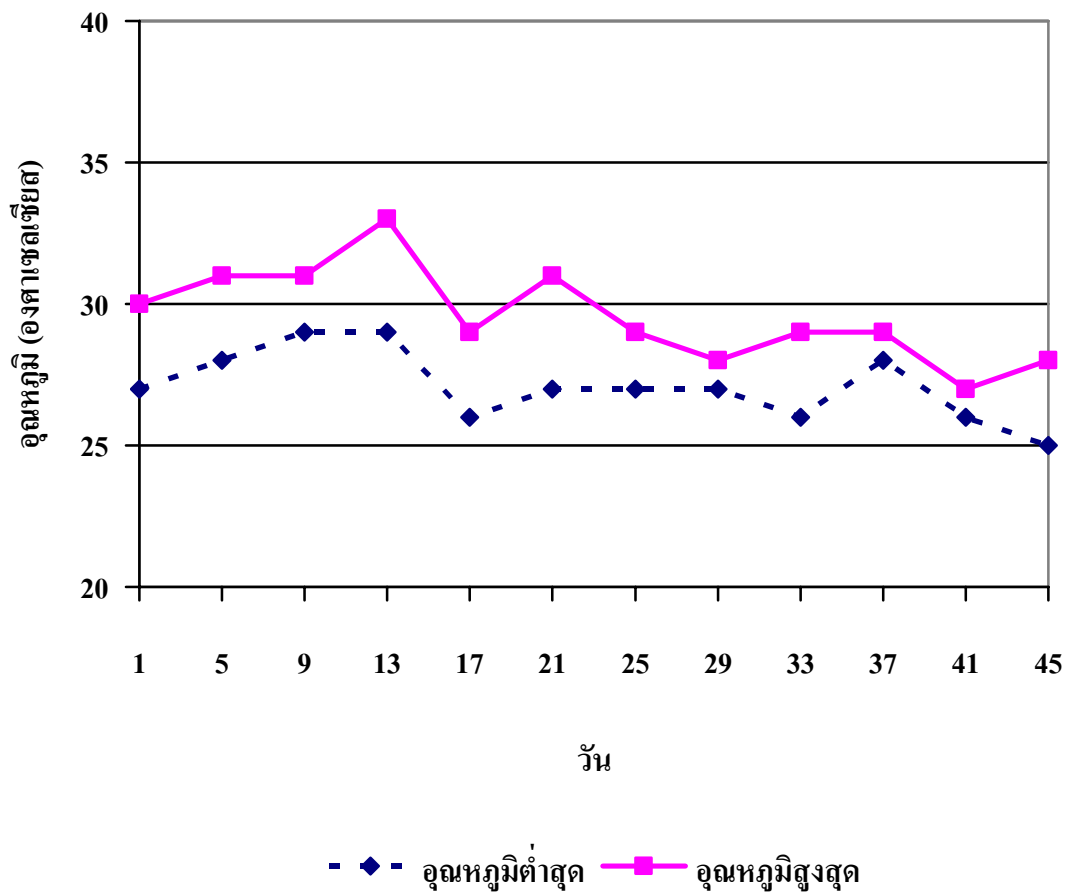
ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดการทดลอง

วันที่	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)
1	27	30	29	76
2	28	31	30	77
3	27	32	30	74
4	27	30	29	78
5	28	31	30	77
6	30	32	31	78
7	29	30	30	72
8	28	30	29	79
9	29	31	30	79
10	28	30	29	77
11	28	31	30	78
12	29	33	31	79
13	29	33	32	80
14	29	32	30	76
15	28	30	29	74
16	27	32	30	77
17	26	29	28	74
18	27	28	27	76
19	26	27	27	79
20	26	28	27	74
21	27	31	29	78
22	26	27	27	72
23	27	29	28	74

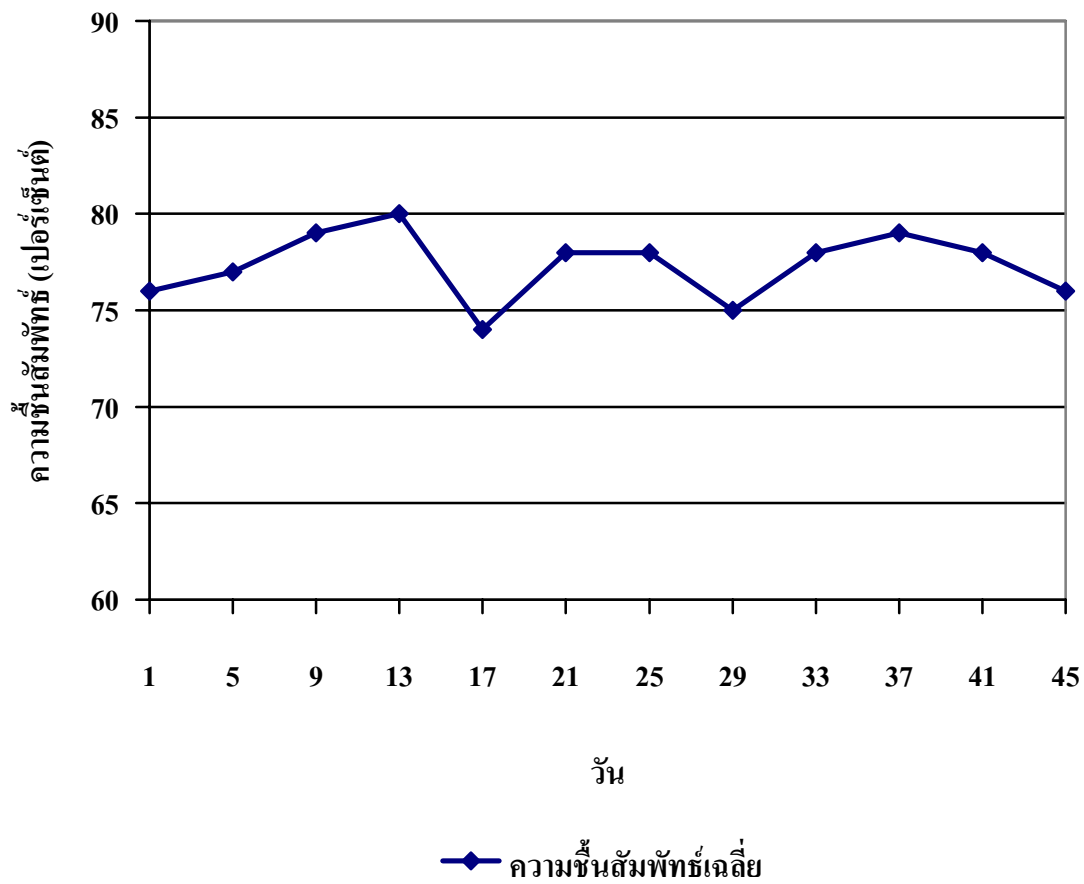
ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดการทดลอง

วันที่	อุณหภูมิต่ำสุด (°C)	อุณหภูมิสูงสุด (°C)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)
24	25	29	27	74
25	27	29	28	78
26	27	28	27	70
27	27	28	27	75
28	27	29	28	78
29	27	28	28	75
30	28	29	29	72
31	26	28	27	77
32	27	28	28	74
33	26	29	27	78
34	27	29	28	80
35	28	29	28	78
36	27	29	28	79
37	28	28	28	79
38	27	28	28	77
39	28	29	28	79
40	26	28	27	76
41	26	27	27	78
42	27	29	28	79
43	27	28	28	79
44	27	28	27	79
45	25	28	27	76

ภาพผนวกที่ 1 กราฟแสดงอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดภายในโรงเรือนระหว่างการทดลองที่ช่วงอายุ 1-45 วัน



ภาพผนวกที่ 2 กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนระหว่างการทดลองที่ช่วงอายุ 1-45 วัน



## ประวัติการศึกษา

ชื่อ-นามสกุล

นางสาวชนิยา ลพานุวรรณ

วัน เดือน ปี ที่เกิด

24 ตุลาคม 2526

สถานที่เกิด

จังหวัดนครปฐม

ประวัติการศึกษา

วท.บ. (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2548

