สมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยในสภาวะอุณหภูมิสูงและลักษณะสัมพันธ์พีซีอาร์ของยีนโกรทฮอร์โมน

PERFORMANCE OF NAKED NECK CHICKENS UNDER HIGH TEMPERATURE CONDITION AND POLYMORPHISMS OF GROWTH HORMONE GENE

เจษฎาพร ไชยทองคง
JESSADAPORN CHAITONGKONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1343-7

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยในสภาวะอุณหภูมิสูงและลักษณะลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน

PERFORMANCE OF NAKED NECK CHICKENS UNDER HIGH TEMPERATURE CONDITION AND POLYMORPHISMS OF GROWTH HORMONE GENE

เจษฎาพร ไชยทองคง
JESSADAPORN CHAITONGKONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2547

ISBN 974-15-1343-7

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 56694
วัน,เดือน,ปี 14 ก.ค. 2548

b.....
i.....

PERFORMANCE OF NAKED NECK CHICKENS UNDER HIGH TEMPERATURE CONDITION AND POLYMORPHISMS OF GROWTH HORMONE GENE

JESSADAPORN CHAITONGKONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004

ISBN 974-15-1343-7

COPYRIGHT 2004
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ สมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยในสภาวะอุณหภูมิสูงและลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีน โกรทฮอร์โมน

PERFORMANCE OF NAKED NECK CHICKEN UNDER HIGH TEMPERATURE CONDITIONS AND POLYMORPHISMS OF GROWTH HORMONE GENE

ชื่อนักศึกษา นายเจษฎาพร ไชยทองคง

รหัสประจำตัว 43066401

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุชีพ สุขสุเเพทย์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์

ผศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สุชีพ	สุขสุเเพทย์	
รศ.ดร.รณชัย	สิทธิไกรพงษ์	
ผศ.ดร.กันยา	ตันติวิสุทธิกุล	
ผศ.ดร.ญาณิน	โอภาสพัฒนกิจ	
ผศ.อนุชา	แสงโสภณ	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 28 ตุลาคม 2547 เวลา 9.00-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ (ตึก L ชั้น 3)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 28 **เดือน** พฤศจิกายน **พ.ศ.** 2547

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สมรรถภาพการผลิตของไก่คคอเปลือยในสภาวะอุณหภูมิสูง และลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน
นักศึกษา	นาย เจษฎาพร ไชยทองคง
รหัสประจำตัว	43066401
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุชีพ สุขสุแพทย์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยในสภาวะอุณหภูมิสูงและลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน โดยในการทดลองที่ 1 ใช้ไก่ทดลองอายุ 2 สัปดาห์ จำนวน 180 ตัว จัดการทดลองแบบ 2x3 แฟกตอเรียล ในแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ โดยจัดกลุ่มไก่ทดลองออกเป็น ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส(NaNa) เฮเทอโรไซกัส(Nana) และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ(nana) ทั้งหมดถูกเลี้ยงในสภาวะที่มีอุณหภูมิปกติ(30°C) และในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูง(35°C) โดยให้ไก่ทดลองได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่และบันทึกสมรรถภาพการผลิตจนถึงอายุ 12 สัปดาห์ ผลการทดลองในการทดลองที่ 1 ปรากฏว่า น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร อัตราการเจริญเติบโตของไก่ทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปริมาณน้ำที่กินมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีปริมาณการกินน้ำมากกว่าไก่กลุ่มอื่นๆ ส่วนลักษณะซากปรากฏว่า เนื้ออก เนื้อขา และเนื้อทั้งหมดมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีเนื้ออก เนื้อขา และเนื้อทั้งหมดมากที่สุด

ในการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาลักษณะของยีนโกรทฮอร์โมน โดยใช้ไก่จากการทดลองที่ 1 จำนวน 75 ตัว ทำการเก็บตัวอย่างเลือดและศึกษาลักษณะของยีนโกรทฮอร์โมน โดยใช้หลักการของพีซีอาร์-อาร์เอฟแอลพี(PCR-RFLP) โดยนำยีนโกรทฮอร์โมนที่ได้จากการเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิคพีซีอาร์ ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ MspI และยืนยันผลด้วยการหาลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมน ปรากฏว่า ผลิตผลจาการทำพีซีอาร์ มีขนาด 768 เบสแพร์ เมื่อตัดด้วยเอนไซม์แล้วพบว่ายีนโกรทฮอร์โมนมี 2 รูปแบบคือ รูปแบบที่ 1 เกิดแถบจากการตัดด้วยเอนไซม์ 3 ขนาด ซึ่งมีขนาด 407 238

และ 123 เบสแพร์ ส่วนในรูปแบบที่ 2 เกิดแถบจากการตัดด้วยเอนไซม์ 4 ขนาด ซึ่งมีขนาด 260 238 147 และ 123 เบสแพร์ หลังจากนั้นนำยีนโกรทฮอร์โมนที่ได้จากการเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิคพีซีอาร์ทั้ง 2รูปแบบไปตรวจสอบด้วยการหาลำดับเบส ปรากฏว่า ยีนโกรทฮอร์โมนที่ได้จากการเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิคพีซีอาร์ทั้ง 2 รูปแบบมีลำดับเบสเหมือนกัน ซึ่งสาเหตุจากการตัดด้วยเอนไซม์แล้วพบว่ายีนโกรทฮอร์โมนมี 2 รูปแบบ เนื่องมาจากในส่วนของยีนโกรทฮอร์โมนที่มีลำดับเบสเป็น ccgggccc ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการซ้อนทับกันของบิเวณจดจำของเอนไซม์ตัดจำเพาะ MspI จึงทำให้เกิดการขัดขวางการทำงานกันขึ้น

Thesis Title	Performance of Naked Neck Chickens Under High Temperature Condition and Polymorphisms of Growth Hormone Gene
Student	Mr. Jessadaporn Chaitongkong
Student ID.	43066401
Degree	Master of Science
Programme	Animal Science
Year	2004
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Sucheep Suksupath
Thesis Co-advisor	Assoc. Prof. Dr. Ronachai Sitthigripong
Thesis Co-advisor	Asst. Prof. Dr. Kunya Tuntivisoottikul

ABSTRACT

Two experiments were conducted to determine influence of temperature and phenotype on performance of naked neck chickens and polymorphism of GH gene. The first experiment, the 180 birds, aged 2 weeks, were allotted in to 2x3 factorial arrangiment in completely randomize design with 3 repications. These groups of bird including homozygous naked neck (NaNa), hetterozygous naked neck (Nana) and normal feather birds (nana) were equallly separeted in to normal room (30 °C) and hot room (35 °C). Bird were feed and water ad libitum and examined for growth performance until 12 weeks old. The result of experiment 1 show that these were no significant difference in body weight, weight gain, feed intake (FI), feed conversion ratio (FCR) and average daily gain (ADG). These was significant difference in water consumption, nana birds were consumped more water than the other groups. Carcass traits were significant difference in breast meat, leg meat and total meat, Nana birds were weight more than the other groups.

The second experiment was desiged to investigate growth hormone gene in these groups of bird frome experiment 1. Seventy five girds frome each phenotype were collected for blood samples. GH gene profiles was studied by using PCR method. The PCR product

was digested with MspI enzyme, and then confirm by DNA sequencing. It was found that the expected size of product was 768 bp. Two profiles were observed. Profile 1 had 3 flagments, which were 407, 238, and 123 bp. Profile 2 had 4 flagments, which were 260, 238, 147, and 123 bp. After confirmed by DNA sequencing, it found that the sequence of the profile 1 was the same as that of the profile 2. This study was also detected that the GH gene at the position of ccgggccc was double binding site for enzyme MspI. The two enzymes MspI were combined to be double binding site.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร โดยงบประมาณของโครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัยสาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร ภายใต้โครงการบัณฑิตศึกษาและวิจัยสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทบวงมหาวิทยาลัย

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุชีพ สุขสุแพทย์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล และ รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการที่ร่วมพิจารณาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย ผศ.ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และ ผศ.อนุชา แสนโสภณ

ขอขอบพระคุณ คุณ สมหมาย คล้ายบ้านใหม่ หัวหน้าสถานีวิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์นครศรีธรรมราช ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสัตว์ทดลอง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ นักศึกษาปริญญาโททุกคน ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้โอกาสทางการศึกษา ให้การสนับสนุน และคอยเป็นกำลังใจเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เจษฎาพร ไชยทองคง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....XI

สารบัญภาพ.....XVI

บทที่ 1บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์.....2

1.3 สถานที่ดำเนินการ.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2

1.5 ระยะเวลาวิจัย..... 2

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไก่คอเปลือย.....3

2.1.1 ลักษณะของไก่คอเปลือย.....3

2.1.2 ผลของลักษณะคอเปลือยต่อการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย.....4

2.1.3 การปรับปรุงพันธุ์และการให้ผลผลิตของไก่คอเปลือย.....4

2.1.4 การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายของไก่.....5

2.1.5 การระบายความร้อนออกจากร่างกายไก่.....6

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยีนโกรทฮอร์โมน.....6

2.2.1 ความสำคัญของดีเอ็นเอ.....6

2.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ.....7

2.2.3 โครงสร้างของดีเอ็นเอ.....7

2.2.4 การจัดเรียงตัวของจีโนม.....10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.5 ยีนโกรทฮอร์โมน..... 11

2.2.6 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วยเทคนิคพีซีอาร์ 15

2.2.7 PCR contamination.....18

2.2.8 การป้องกัน PCR contamination.....18

2.2.9 การตรวจสอบดีเอ็นเอด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ 19

2.2.10 การตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (RFLP).....19

2.2.11 อะกาโรสเจลอิเล็คโตรโฟรีซีส 21

2.2.12 การหยอดสารตัวอย่างดีเอ็นเอลงในอะกาโรสเจล.....22

2.2.13 การย้อมดีเอ็นเอในอะกาโรสเจล.....23

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....25

3.1 สัตว์ทดลอง.....25

3.2 อาหารสัตว์ทดลอง.....25

3.3 อุปกรณ์.....25

3.3.1 อุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่.....25

3.3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์อาหารสัตว์ แบบโดยประมาณ 25

3.3.3 อุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะซาก.....26

3.3.4 อุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน 26

3.4 สารเคมี.....26

3.4.1 สารเคมีในการวิเคราะห์อาหารสัตว์ แบบโดยประมาณ 27

3.4.2 สารเคมีในการศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน..... 28

3.5 วิธีการ.....28

3.5.1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิตในสภาวะอุณหภูมิสูง.....28

3.5.1.1 การเก็บตัวอย่าง.....29

3.5.1.2 การบันทึกข้อมูล.....30

3.5.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.2 การศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน.....30

3.5.2.1 การเก็บตัวอย่าง.....30

3.5.2.2 การสกัดดีเอ็นเอ.....31

3.5.2.3 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วยเทคนิคพีซีอาร์.....32

3.5.2.4การตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะMSPI..... 33

3.5.2.5 การตรวจสอบการเกิดโพลีมอร์ฟิซึมด้วยเทคนิคอิเล็คโตรโฟเรซิส.....33

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....34

4.1 การทดลองเพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยในสภาวะอุณหภูมิสูง.....34

4.1.1 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัว.....34

4.1.2 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น.....35

4.1.3 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโต.....37

4.1.4 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินอาหาร.....39

4.1.5 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินน้ำ.....41

4.1.6 ความชื้นในมูลสด.....42

4.1.7 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร.....44

4.1.8 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเลี้ยงรอด.....46

4.1.9 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 47

4.1.10 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อลักษณะซาก.....49

4.1.11 ปริมาณขนที่ปกคลุมร่างกาย 54

4.1.12 การทดสอบการชิมและค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ.....54

4.2 ลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน.....56

4.2.1 โพลีมอร์ฟิซึม.....56

4.2.2 ลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมน.....56

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง....58

5.1 สมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยในสภาวะอุณหภูมิสูง....58

5.1.1 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัว....58

5.1.2 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักเพิ่ม....58

5.1.3 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโต....59

5.1.4 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินอาหาร....59

5.1.5 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินน้ำ....60

5.1.6 ความชื้นในมูลสด....61

5.1.7 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร....61

5.1.8 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเลี้ยงรอด....62

5.1.9 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 62

5.1.10 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อลักษณะซาก....62

5.1.11 ปริมาณขนที่ปกคลุมร่างกาย....63

5.1.12 การทดสอบการชิมและค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ....63

5.2 ลักษณะโพลีมอร์ฟีซึมของยีนโกรทฮอร์โมน....64

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ....68

6.1 สรุป....68

6.2 ข้อเสนอแนะ....69

บรรณานุกรม....70

ภาคผนวก ก....74

ภาคผนวก ข....94

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค.....97

ประวัติผู้เขียน.....101

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงขนาดของยีนโกรทฮอร์โมน....13

2.2 แสดงขนาดของดีเอ็นเอปลายเปิดที่เหมาะสมกับความเข้มข้น
ของอะกาโรส....22

3.1 แสดงส่วนประกอบของสารละลายในกระบวนการทำพีซีอาร์ 33

4.1 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อน้ำหนักตัวเป็นกรัมของไก่ทดลองเป็นกรัมต่อตัว....34

4.2 แสดงอิทธิพลของต่อน้ำหนักตัวเป็นกรัมของไก่ทดลองเป็นกรัมต่อตัว....34

4.3 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวเป็นกรัมต่อตัว....35

4.4 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเป็นกรัม....36

4.5 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเป็นกรัม....36

4.6 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเป็นกรัมต่อตัว....37

4.7 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน....38

4.8 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน....38

4.9 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน....39

4.10 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณอาหารที่กินต่อตัวเป็นกรัม....40

4.11 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อปริมาณอาหารที่กินต่อตัวเป็นกรัม....40

4.12 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินอาหารเป็นกรัมต่อตัว 41

4.13 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณน้ำที่กินต่อตัวเป็นกรัม....41

4.14 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อปริมาณน้ำที่กินต่อตัวเป็นกรัม....42

4.15 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินน้ำต่อตัวเป็นกรัม....42

4.16 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมูลสด....43

4.17 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมูลสด....43

4.18 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมูลสด....43

4.19 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิและต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก....45

4.20 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก....45

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.21 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อ
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก.....45
4.22 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการเลี้ยงรอด.....46
4.23 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่ออัตราการเลี้ยงรอด.....47
4.24 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเลี้ยงรอด.....47
4.25 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก.....48
4.26 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก.....49
4.27 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก.....49
4.28 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อลักษณะซาก.....50
4.29 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อลักษณะซาก.....51
4.30 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อลักษณะซาก.....52
4.31 แสดงเปอร์เซ็นต์ขนของไก่คอเปลือยและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ.....54
4.32 แสดงค่าจากการทดสอบการชิมและค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ.....55
ก.1 แสดงอุณหภูมิ(°C) และความชื้นสัมพัทธ์(%) ระหว่างห้องที่มี
อุณหภูมิปกติและห้องร้อนมีการควบคุมอุณหภูมิ.....65
ก.2 แสดงอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด(°C) ระหว่างห้องที่มีอุณหภูมิปกติ
และห้องร้อนที่มีการควบคุมอุณหภูมิ.....65
ก.3 ส่วนประกอบทางเคมีในอาหารของไก่ทดลองในช่วงอายุ 3-4 5-8
และ 9-12 สัปดาห์.....66
ก.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่อายุ 4 สัปดาห์.....66
ก.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่อายุ 8 สัปดาห์.....66
ก.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่อายุ12 สัปดาห์.....67
ก.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 3-4 สัปดาห์.....67
ก.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 5-8สัปดาห์.....67
ก.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 9-12สัปดาห์.....68

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 3-12สัปดาห์.....68

ก.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่อายุ 3-4 สัปดาห์.....68

ก.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่อายุ 5-8 สัปดาห์.....69

ก.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่อายุ 9-12 สัปดาห์.....69

ก.14 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่อายุ 3-12 สัปดาห์.....69

ก.15 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินที่อายุ 3-4 สัปดาห์.....70

ก.16 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินที่อายุ 5-8 สัปดาห์.....70

ก.17 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินที่อายุ 9-12 สัปดาห์.....70

ก.18 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินที่อายุ 3-12 สัปดาห์.....71

ก.19 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณน้ำที่กินที่อายุ 3-4 สัปดาห์.....71

ก.20 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณน้ำที่กินที่อายุ 5-8 สัปดาห์.....71

ก.21 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณน้ำที่กินที่อายุ 9-12 สัปดาห์.....72

ก.22 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณน้ำที่กินที่อายุ 3-12 สัปดาห์.....72

ก.23 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลที่อายุ 4 สัปดาห์.....72

ก.24 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลที่อายุ 8 สัปดาห์.....73

ก.25 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลที่อายุ 12 สัปดาห์.....73

ก.26 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
เป็นน้ำหนัก ที่อายุ 3-4 สัปดาห์.....73

ก.27 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
เป็นน้ำหนัก ที่อายุ 5-8 สัปดาห์.....74

ก.28 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
เป็นน้ำหนัก ที่อายุ 9-12 สัปดาห์.....74

ก.29 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
เป็นน้ำหนัก ที่อายุ 3-12 สัปดาห์.....74

ก.30 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเลี้ยงรอดที่ 3-4 สัปดาห์.....75

ก.31 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเลี้ยงรอดที่ 5-8 สัปดาห์.....75

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.32 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเลี้ยงรอดที่ 9-12 สัปดาห์.....75
ก.33 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเลี้ยงรอดที่ 3-12 สัปดาห์.....76
ก.34 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักที่ 3-4 สัปดาห์.....76
ก.35 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักที่ 5-8 สัปดาห์.....76
ก.36 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักที่ 9-12 สัปดาห์.....77
ก.37 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักที่ 3-12 สัปดาห์.....77
ก.38 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักมีชีวิต.....77
ก.39 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักหลังถอนขน.....78
ก.40 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเลือดและขน.....78
ก.41 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักขน.....78
ก.42 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักหลังควักเครื่องใน.....79
ก.43 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักหัว คอและแข้ง.....79
ก.44 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเครื่องในกินได้.....79
ก.45 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักไขมันช่องท้อง.....80
ก.46 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซาก.....80
ก.47 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเนื้ออก.....80
ก.48 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเนื้อสันใน.....81
ก.49 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักปีก.....81
ก.50 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเนื้อขา.....81
ก.51 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเนื้อทั้งหมด.....82
ก.52 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักหนัง.....82
ก.53 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักกระดูก.....82
ก.54 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ.....83
ก.55 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของระดับความนุ่มจากการทดสอบการชิม.....83
ก.56 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของระดับความยอมรับจากการทดสอบการชิม.....83
ข.1 ส่วนประกอบของ Lysis buffer.....85

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ข.2 ส่วนประกอบของ TE buffer.....85

ข.3 ส่วนประกอบของ 5×TBE buffer.....86

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเป็นโฮโมไซกัส....3

2.2 ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเป็นเฮเทอโรไซกัส....3

2.3 แสดงส่วนประกอบย่อยของนิวคลีโอไทด์ ไรโบนิวคลีโอไทด์
และดีออกซีไรโบนิวคลีโอ ไทด์ ชนิดต่างๆ....8

2.4 แสดงโครงสร้างของดีเอ็นเอหนึ่งสายจากทิศทางปลาย 5' และ 3'....9

2.5 แสดงการจับคู่ระหว่างเบส A กับ T และ G กับ C เส้นประคือ
พันธะไฮโดรเจน....9

2.6 แสดงเกลียวคู่ของดีเอ็นเอ....10

2.7 แสดงการพันเกลียวของดีเอ็นเอตั้งแต่ระดับโมเลกุลที่เป็นเกลียวคู่
จนถึงโครโมโซมที่เห็นในระยะเมตาเฟส....11

2.8 แสดงยีนโกรทฮอร์โมนของไก่....12

2.9 แสดงการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วยเทคนิคพีซีอาร์....17

2.10 แสดงการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (RFLP)....21

2.11 แสดงการอินเตอร์คาลเลตระหว่างเอทิเดียมโบรไมด์กับ
เบสคู่สมของดีเอ็นเอ....24

4.1 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์

5.1 แสดงบริเวณลำดับเบสที่มีการซ้อนทับกันของตำแหน่ง
จดจำของเอนไซม์ *MspI*....57

5.2 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ *MspI*....57

ค.1 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์....88

ค.2 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์....88

ค.3 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์....88

ค.4 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์....89

ค.5 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์....89

ค.6 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์....89

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ค.7 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์.....90
ค.8 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์.....90
ค.9 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์.....90

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

อุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกโดยเฉพาะไก่ จัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญอย่างหนึ่ง ทั้งในแง่การผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศและการผลิตเพื่อส่งออกนอกประเทศ ปัจจุบันจึงได้มีการนำเข้าไก่สายพันธุ์ทางการค้าซึ่งได้ถูกปรับปรุงพันธุ์ขึ้นมาให้มีผลผลิตสูง แต่ไก่สายพันธุ์ทางการค้าเหล่านั้นเป็นสายพันธุ์ของไก่ในเขตหนาว เมื่อนำมาเลี้ยงในเขตร้อนจึงทำให้สมรรถภาพการผลิตของไก่ลดลง เนื่องจากไก่เกิดความเครียดจากสภาวะอากาศที่ร้อน (heat stress) จึงส่งผลให้ไก่กินอาหารลดลง และมีการเจริญเติบโตลดลงหรือตายเนื่องจากไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงได้ หากแต่ยังมีไก่พื้นเมืองบางสายพันธุ์ที่มีลักษณะพิเศษและมีความเป็นไปได้ว่าจะมีความอดทนต่อสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงได้ดีกว่าไก่โดยทั่วไปได้แก่ ไก่คอเปลือย เนื่องจากไก่คอเปลือยมีลักษณะพิเศษคือมีปริมาณขนบริเวณคอน้อยหรือไม่มีเลยและมีขนบริเวณหน้าอกลดลงจึงทำให้ไก่คอเปลือยสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกายได้ดีในสภาวะอากาศร้อน ไก่คอเปลือยจึงไม่เกิดความเครียดเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงหรือเกิดความเครียดน้อยกว่าไก่โดยทั่วไป ส่งผลให้ไก่คอเปลือยกินอาหารได้มากและให้ผลผลิตสูงถึงแม้จะถูกเลี้ยงในสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง โดยลักษณะคอเปลือยเป็นลักษณะทางคุณภาพ(qualitative traits) ซึ่งถูกควบคุมด้วยยีน 1 คู่ คือยีนคอเปลือย (naked neck gene) ส่วนน้ำหนักตัวและการให้ไข่จัดเป็นลักษณะปริมาณ (quantitative traits) ซึ่งถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ โดยมียีนโกรทฮอร์โมน (GH gene) เป็นยีนหลักที่ควบคุมลักษณะของน้ำหนักตัวและการให้ไข่ ปัจจุบันได้มีการเริ่มนำเอาเครื่องหมายทางพันธุกรรม (molecular marker) มาใช้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์บ้างแล้ว ซึ่งสามารถใช้คัดเลือกลักษณะที่ไม่สามารถวัดได้ขณะยังมีชีวิตอยู่ เช่น ไขมันช่องท้อง และยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย เวลา และพื้นที่ในการเลี้ยง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการใช้ประโยชน์จากลักษณะทางพันธุกรรมที่ดีเด่นของสัตว์พื้นเมือง โดยการศึกษาลักษณะที่อดทนต่อสภาวะอุณหภูมิสูงของไก่คอเปลือย ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากสมรรถภาพการผลิตเปรียบเทียบกับไก่ที่มีขนปกคลุมปกติและอาศัยหลักการทางด้านอณูพันธุศาสตร์ (molecular biology) ศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมนที่มีผลต่อน้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ไขมันช่องท้อง เปอร์เซ็นต์เนื้ออก และเปอร์เซ็นต์เนื้อทั้งหมด เพื่อเป็นประโยชน์ใน

การปรับปรุงและคัดเลือกไก่สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงได้ดี

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยและไก่ปกติในสภาวะอุณหภูมิสูง
2) เพื่อศึกษาลักษณะซากของไก่คอเปลือยและไก่ปกติ
3) เพื่อศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน
4) เพื่อศึกษาลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมน

1.3 สถานที่ดำเนินการ

1) ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2) ห้องปฏิบัติการโครงการบัณฑิตศึกษาและวิจัยสาขาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3) ห้องปฏิบัติการควบคุมผลิตภัณฑ์เกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

แบ่งเป็น 2 การทดลองคือ

1) การทดลองเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของไก่คอเปลือยและไก่ปกติในสภาวะอุณหภูมิสูง

2) การทดลองเพื่อศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมนในไก่คอเปลือยและไก่ปกติ

1.5 ระยะเวลาวิจัย

ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลเป็นเวลา 11 เดือน

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไก่คอเปลือย

2.1.1 ลักษณะของไก่คอเปลือย

ลักษณะคอเปลือยเป็นผลมาจากยีนคอเปลือย (Naked Neck Gene) ซึ่งมีสัญลักษณ์เป็น Na (Merat. 1987) โดยสามารถจำแนกลักษณะของไก่คอเปลือยได้ 2 ชนิด ดังนี้

1) ลักษณะของไก่คอเปลือยที่เป็นโฮโมไซกัส (NaNa) ไก่จะมีขนน้อยกว่าไก่ปกติ 40 เปอร์เซ็นต์ (Bordas *et al.* 1978) โดยขนบริเวณหน้าอกจะลดลงและไม่มีขนบริเวณคอจนถึงหัว ยกเว้นบริเวณรอบๆ หงอน (Greenwood. 1927; Crowford. 1976) ดังแสดงในภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเป็นโฮโมไซกัส (Jacqueline. 1996)

2) ลักษณะของไก่คอเปลือยที่เป็นเฮเทอโรไซกัส (Nana) ไก่จะมีขนน้อยกว่าไก่ปกติ 30 เปอร์เซ็นต์ (Bordas *et al.* 1978) โดยจะมีกระจุกขนในแนวขวางลำคอเหนือกระเพาะพัก (Crowford. 1976) ดังแสดงภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเป็นเฮเทอโรไซกัส (Jacqueline. 1996)

2.1.2 ผลของลักษณะคอเปลือยต่อการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย

ไก่จัดเป็นสัตว์เลือดอุ่นมีอุณหภูมิร่างกายคงที่ ดังนั้นในสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นซึ่งจะส่งผลให้ไก่มีความอยากกินอาหารลดลงและให้ผลผลิตลดลง(Baziz *et al.* 1996) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hurwitz *et al.* (1980) ที่ว่า ไก่คอเปลือยสามารถกินอาหารมากกว่าไก่ปกติในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงเพราะไก่คอเปลือยมีความสามารถในการปรับอุณหภูมิของร่างกายให้ลดลงจากการที่มีขนบนร่างกายลดลงจึงไม่เกิดความเครียดและสามารถกินอาหารได้มาก ส่วนไก่ที่มีขนปกคลุมปกติจะเกิดความเครียดเนื่องจากไม่สามารถระบายความร้อนได้ทันจึงเกิดอาการหอบและกินอาหารลดลง นอกจากนี้ Eberhart and Washburn (1993) ยังรายงานว่า ปริมาณของขนมีส่วนสำคัญในการระบายความร้อนออกจากตัวไก่ ดังนั้นไก่คอเปลือยซึ่งมีปริมาณของขนลดลงจึงสามารถระบายความร้อนได้ดี

2.1.3 การปรับปรุงพันธุ์และการให้ผลผลิตของไก่คอเปลือย

การผลิตสัตว์ในเขตร้อนส่วนใหญ่แล้ว มีผลอันเนื่องมาจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเศรษฐกิจและสังคมเข้ามามีส่วนร่วมด้วย โดยหลักการพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์คือ การทำให้ประชากรสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อที่จะเพิ่มผลกำไรให้กับผู้เลี้ยง ในความหมายทางพันธุกรรมการปรับปรุงพันธุ์สัตว์มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความถี่คู่ของยีนที่มีอิทธิพลต่อลักษณะต่าง ๆ ซึ่งจะส่งผลต่อกำไรในการผลิต ปัญหาที่นักปรับปรุงพันธุ์ประสบกันอยู่คือ ลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่เป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของยีนจากหลายตำแหน่ง ในแต่ละตำแหน่งมียีนหลายคู่และบางคู่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะมากกว่าคู่อื่น ๆ เมื่อลักษณะต่าง ๆ ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่การแสดงออกทางพันธุกรรมจึงมีความแปรปรวน (วุฒิพงษ์ อินทรธรรม และคณะ. 2544) แต่ยีนคอเปลือย (Na) จัดเป็นยีนคู่เดี่ยว (Zartman. 1973; Bitgood *et al.* 1980) และจัดเป็นยีนร่างกายซึ่งเป็นยีนเด่นชนิดข่มไม่สมบูรณ์ (Bordas *et al.* 1978) โดยจะขัดขวางการงอกของขนบริเวณคอของไก่ (Oklahoma State University. 1997) ดังนั้นไก่จึงสามารถระบายความร้อนออกจากตัวได้ดีขึ้นและในสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ (Merat. 1987) ซึ่ง Carol *et al.* (1983) ได้ใช้ไก่คอเปลือย(Na)ปรับปรุงพันธุ์ไก่ White Plymouth Rock โดยใช้ลูกผสมที่เป็นเฮเทอโรไซกัส (Nana) ผสมข้ามกัน 4 รุ่น ได้ลูกซึ่งเป็นโฮโมไซกัส (NaNa) เฮเทอโรไซกัส (Nana) และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ (nana) นำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เมื่ออายุ 8 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่เป็นโฮโมไซกัส (NaNa) มีน้ำหนักตัวมากกว่าและมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ (nana) Cahaner *et al.* (1993) ได้ใช้ไก่คอเปลือย (Nana) เพศผู้ผสมแบบข้ามกับไก่สายพันธุ์ทางการค้า 6 ชั่ว รุ่นลูกที่ได้นำไปผสมกับเพศเมียที่เป็นสายพันธุ์ทางพ่อ (sire line) ลูกที่ได้เรียกว่า Anak และนำลูกที่เป็นเฮเทอโรไซกัสมาผสมกันได้ลูกซึ่งมี 3 จีโนไทป์คือ ไก่คอเปลือยที่เป็นโฮโมไซกัส (NaNa)

ไก่คอเปลือยที่เป็นเฮเทอโรไซกัส (Nana) และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ เลี้ยงที่อุณหภูมิปกติ (23 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิสูง(32 องศาเซลเซียส) โดยในสภาวะอุณหภูมิสูงที่อายุ 8 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่เป็นโฮโมไซกัสและเฮเทอโรไซกัสจะมีน้ำหนักตัวมากกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ 295 และ 122 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักเพิ่มที่อายุ 4-6 สัปดาห์ไก่คอเปลือยที่เป็นโฮโมไซกัสและเฮเทอโรไซกัสก็มีน้ำหนักเพิ่มมากกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ 22.3 และ 7.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.1.4 **การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายของไก่**

ต่อมไฮโพธาลามัสในสมองของไก่ทำหน้าที่เป็นศูนย์ควบคุมการปรับอุณหภูมิของร่างกายไก่ให้อยู่ในระดับที่ค่อนข้างคงที่ ร่างกายจะผลิตความร้อนเพิ่มขึ้นในอุณหภูมิแวดล้อมที่ต่ำเพื่อชดเชยความร้อนที่ต้องเสียไปยังอุณหภูมิแวดล้อมรอบกายที่ต่ำกว่า (sensible heat loss) ในทางตรงกันข้ามเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงขึ้นผิดปกติทำให้อุณหภูมิร่างกายของไก่เพิ่มขึ้นจำเป็นที่ร่างกายจะต้องระบายความร้อนออกจากตัวเพื่อลดอุณหภูมิของร่างกายลง โดยการระบายความชื้นออกจากร่างกายทางปอดและถุงลมด้วยการอ้าปากหอบหรือหายใจถี่ นอกจากนี้ไก่จะพยายามลดความร้อนด้วยการกินอาหารน้อยลง ดื่มน้ำมากขึ้น กางปีกออกให้ห่างออกจากตัวและพาตัวเข้าหาที่เย็นๆเป็นต้น (ปฐม เลาหเกษตร, 2540)

อาวุธ ตันโช (2540) รายงานว่า โดยปกติอุณหภูมิของร่างกายไก่จะสูงกว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ดังนั้นร่างกายต้องสร้างความร้อนขึ้นเสมอเพื่อรักษาอุณหภูมินี้ไว้ ช่วงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่ทำให้อัตราเมตาบอลิซึม (metabolic rate) อยู่ที่จุดต่ำสุดเรียกว่า zone of thermalneutrality ในไก่จะอยู่ระหว่าง 16-26 องศาเซลเซียส ที่ช่วงอุณหภูมิดังกล่าวความร้อนที่ระบายออกจะเท่ากับความร้อนจำนวนน้อยที่สุดที่ร่างกายสร้างขึ้น จุดต่ำสุดของช่วงดังกล่าว (16 องศาเซลเซียส) เรียกว่า อุณหภูมิวิกฤติ (critical temperature) ถ้าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิดังกล่าวสัตว์จะกินอาหารมากและจะดึงเอาพลังงานสำรองที่เก็บสะสมไว้มาใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนในร่างกายเพื่อรักษาอุณหภูมิปกติของร่างกายและถ้าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงกว่าอุณหภูมิดังกล่าว (16 องศาเซลเซียส) ไก่จะทรมานหรือเกิดความเครียดจากความร้อน โดยปกติไก่จะมีความอดทนต่ออากาศเย็นมากกว่าอากาศร้อนและถ้าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นมากๆ จนกระทั่งระบายไม่ทันไก่ก็จะตาย อุณหภูมิสูงสุดของร่างกายที่ทำให้ไก่ตายคือ 47 องศาเซลเซียส (high lethal body temperature) หากอุณหภูมิสูงเกินกว่า 27 องศาเซลเซียส ไก่จะเริ่มอึดอัดและสมรรถภาพการผลิตเริ่มลดลงและที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส สมรรถภาพการผลิตจะลดลงอย่างรวดเร็วและไก่จะเริ่มตาย

2.1.5 การระบายความร้อนออกจากร่างกายไก่

ปฐม เลาหเกษตร (2540) รายงานว่า ไก่สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายเมื่ออากาศร้อนได้หลายวิธีด้วยกันคือ

1) ด้วยการแผ่รังสี (radiation) เมื่ออุณหภูมิของร่างกายไก่สูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ร่างกายก็จะแผ่รังสีความร้อนออกจากร่างกายเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมมีระดับเท่ากันหรือต่ำกว่าของร่างกายไก่

2) ด้วยการถ่ายเทความร้อน (conduction) ไก่จะระบายความร้อนออกจากร่างกายด้วยการถ่ายเทความร้อนไปสู่สิ่งของหรืออากาศที่สัมผัสกับร่างกายไก่ การระบายความร้อนด้วยวิธีนี้เป็นไปอย่างช้าๆ

3) ด้วยการพาความร้อน (convection) ความร้อนจากร่างกายไก่จะถูกพาออกไปเมื่อมีลมเย็นๆ พัดผ่านร่างกายไก่ การระบายความร้อนด้วยวิธีนี้ทำได้เร็วกว่าวิธีการถ่ายความร้อนโดยเฉพาะในเมื่ออัตราการพัดผ่านของลมแรงพอสมควร เช่น การใช้พัดลมช่วยลดความร้อนในคอกไก่

4) ด้วยการระเหยของน้ำ (vaporization of water) ไก่ระบายความร้อนส่วนใหญ่ด้วยการระบายความชื้นออกจากปอดและถุงลมเป็นไอน้ำออกมาทางปากจะเห็นได้ว่าไก่จะอ้าปากและหอบเมื่ออากาศร้อน

5) ด้วยการขับออกมากับอุจจาระ (fecal excretion) เมื่ออากาศร้อนไก่จะกินน้ำมากขึ้นกว่าปกติและจะขับน้ำออกมากับอุจจาระมากขึ้นกว่าปกติ ทำให้อุจจาระเหลวเป็นการระบายความร้อนอีกทางหนึ่งได้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับยีนโกรทฮอร์โมน

2.2.1 ความสำคัญของดีเอ็นเอ

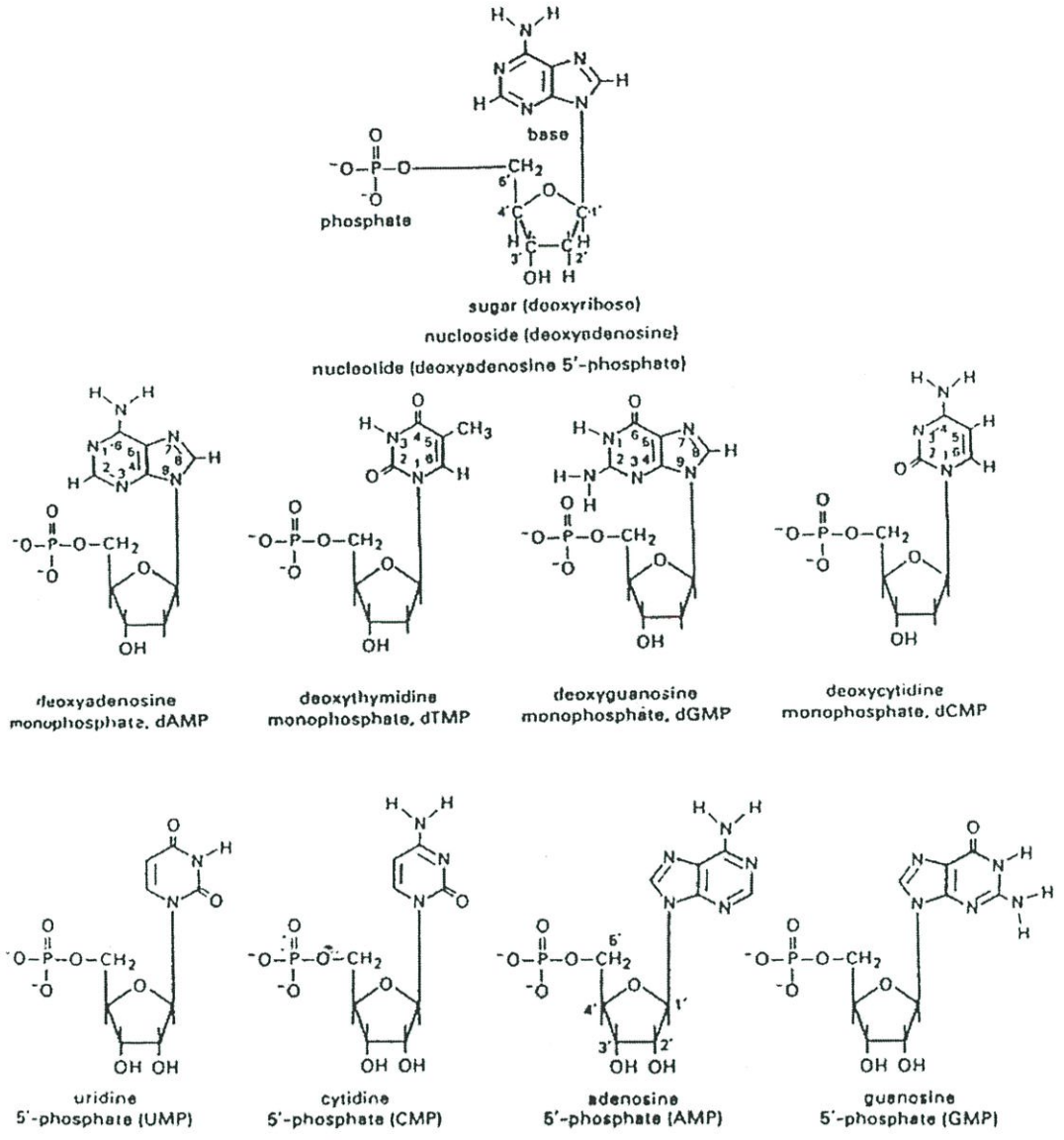
ดีเอ็นเอเป็นแหล่งเก็บข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต ถ้ากล่าวโดยอ้อมดีเอ็นเอเป็นตัวควบคุมกิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์ การถ่ายทอดข้อมูลจากเซลล์หนึ่งไปสู่อีกเซลล์หนึ่ง การแสดงออกหรือการแสดงกิจกรรมของยีนใดยีนหนึ่งในเซลล์ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตจะส่งผลให้เกิดลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด การถ่ายทอดข้อมูลเกิดจากการเพิ่มจำนวนของดีเอ็นเอจาก 1 โมเลกุลเป็น 2 โมเลกุลที่มีลำดับเบสเหมือนกันในขณะที่มีการแบ่งเซลล์ เรียกว่าการจำลองดีเอ็นเอ (DNA replication) การแสดงกิจกรรมของยีนนั้นจะมีการส่งผ่านข้อมูลจากดีเอ็นเอมาสู่อาร์เอ็นเอ (transcription) แล้วจึงมีการแปลรหัสจากอาร์เอ็นเอเป็นกรดอะมิโน ในที่สุดจะได้สารโพลีเพพไทด์ซึ่งอาจจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้าง เป็นเอนไซม์ หรืออื่นๆ ภายในเซลล์ ส่งผลให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตมีลักษณะต่างๆ ปรากฏขึ้น (สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 2539)

2.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ

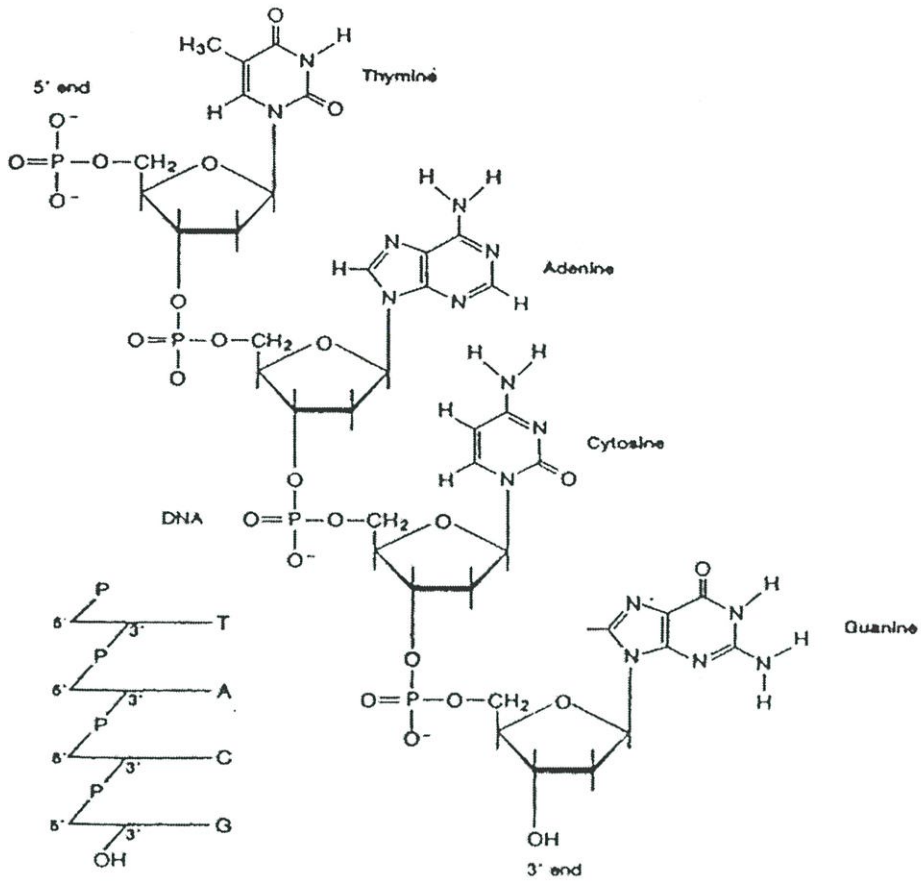
หน่วยย่อยของดีเอ็นเอ และอาร์เอ็นเอ คือนิวคลีโอไทด์ ซึ่งมีส่วนประกอบย่อย 3 ส่วน คือ สารประกอบพวกเบส น้ำตาล และหมู่ฟอสเฟต เบสมี 2 ประเภท คือ พิวรีน (purine) ได้แก่ adenine (A) guanine (G) และไพริมิดีน (pyrimidine) ได้แก่ cytosine (C) thymine (T) ซึ่งพบเฉพาะในดีเอ็นเอ (Richard, 1995) และ พบ uracil (U) เฉพาะในอาร์เอ็นเอ เบสนี้จะต่ออยู่กับน้ำตาลดีออกซีไรโบส (deoxyribose) ในกรณีของดีเอ็นเอ หรือน้ำตาลไรโบส (ribose) ในกรณีของอาร์เอ็นเอ (ภาพที่ 2.3) แล้วมีหมู่ฟอสเฟตเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างตำแหน่ง 5' ของน้ำตาลโมเลกุลหนึ่งกับตำแหน่ง 3' ของน้ำตาลอีกโมเลกุลหนึ่งด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์ (ภาพที่ 2.4) ทำให้สายโพลีนิวคลีโอไทด์ที่เกิดขึ้นมีทิศทางปลายหนึ่งเป็นปลาย 5' และอีกปลายหนึ่งเป็นปลาย 3' (สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 2539)

2.2.3 โครงสร้างของดีเอ็นเอ

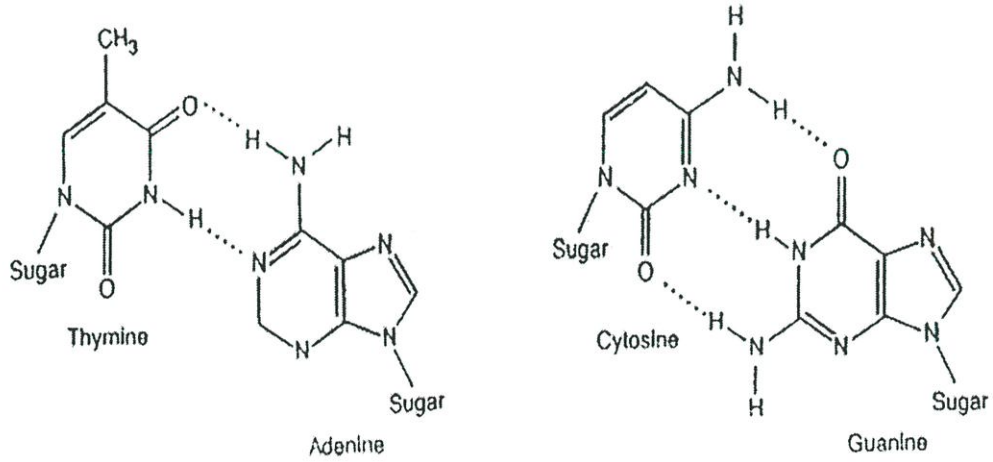
จากการศึกษาทางเคมีการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนและการวิเคราะห์โดยใช้เอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคชัน (X-ray diffraction) พบว่าโครงสร้างของดีเอ็นเอเป็นเส้นยาวมีลักษณะซ้ำๆ กันสม่ำเสมอ ไม่ขึ้นกับองค์ประกอบและลำดับของเบส มีลักษณะเป็นเกลียวคู่ (double helix) เกิดจากสายโพลีนิวคลีโอไทด์ 2 สาย เรียงตัวขนานและกลับทิศทางกัน (antiparallel) มีน้ำตาลและหมู่ฟอสเฟตอยู่รอบนอกของโมเลกุล เบสซึ่งมีโครงสร้างเป็นวงแหวนจะจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจน โดยเบส A จับคู่กับเบส T มี 2 พันธะ และเบส G คู่กับเบส C มี 3 พันธะ (ภาพที่ 2.5) อยู่ในแนวระนาบเกือบตั้งฉากกับแกนของเกลียว เกลียวจะหมุนครบรอบยาว 3.4 นาโนเมตร (nm) ทุกๆ 10 คู่เบส ทำให้เบสแต่ละคู่อยู่ห่างกัน 0.34 นาโนเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของเกลียวคู่ มีค่าเท่ากับ 2 นาโนเมตร (Russel. 2002) การพันเกลียวทำให้เกิดร่อง 2 ขนาด เรียกว่า major groove และ minor groove (ภาพที่ 2.6) โครงสร้างของดีเอ็นเอดังกล่าวนี้เสนอโดย Watson และ Crick ในปี ค.ศ. 1953 (สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 2539)



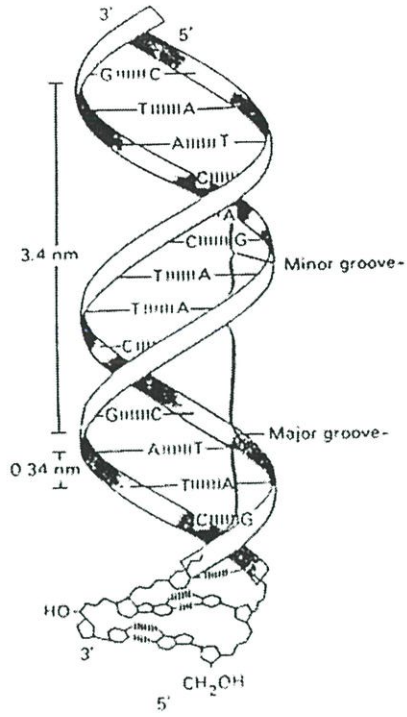
ภาพที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบย่อยของนิวคลีโอไทด์ ไรโบนิวคลีโอไทด์ และดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ ชนิดต่างๆ (อ้างโดย Singer and Berg. 1991)



ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของดีเอ็นเอจากทิศทางปลาย 5' และ 3' (อ้างโดย Lewin. 1990)



ภาพที่ 2.5 แสดงการจับคู่ระหว่างเบส A กับ T และ G กับ C เส้นประคือพันธะไฮโดรเจน (อ้างโดย Lewin. 1990)

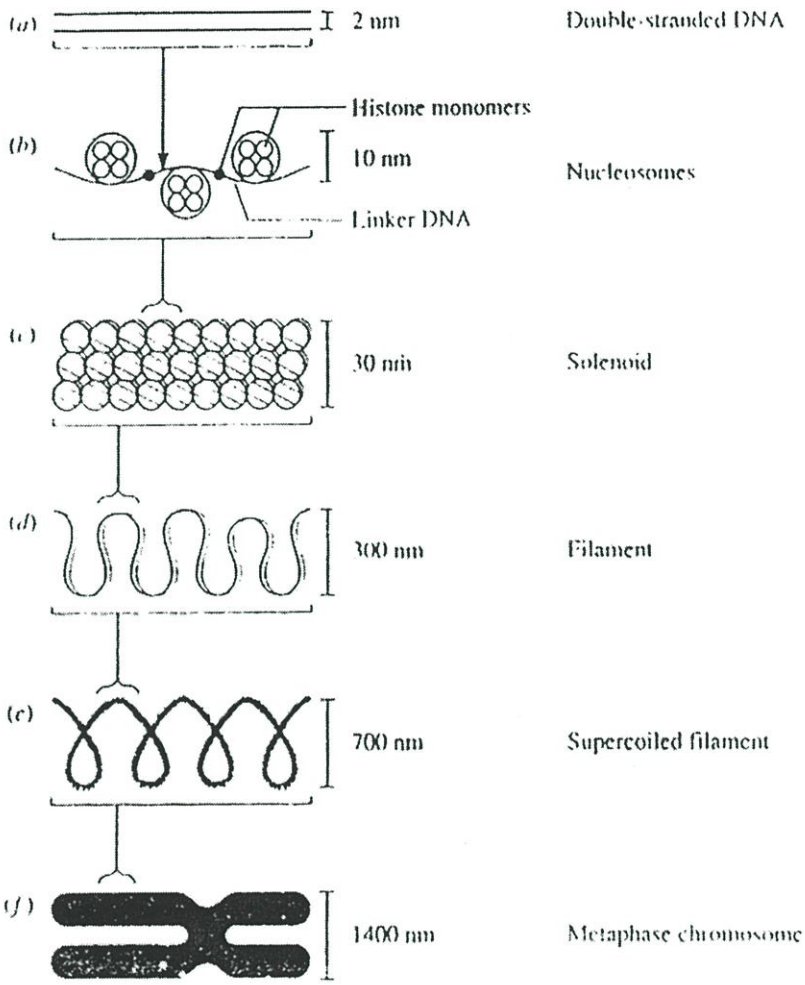


ภาพที่ 2.6 แสดงเกลียวคู่ของดีเอ็นเอ (อ้างโดย Singer and Berg. 1991)

2.2.4 การจัดเรียงตัวของจีโนม

จีโนมหรือหน่วยพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งแต่จำนวนพันเบสในไวรัสจนถึงพันล้านหมื่นล้านคู่เบสในสิ่งมีชีวิตชั้นสูง จีโนมของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ประกอบด้วยดีเอ็นเอ ในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงจะมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เรียกว่า โครมาติน (chromatin) หรือโครโมโซม (chromosome) โปรตีนที่เป็นส่วนประกอบนี้มี 2 กลุ่มคือ พวกฮีสโตน ซึ่งมีอยู่ 5 ชนิด ได้แก่ H2A H2B H3 H4 และ H1 (ในสัตว์ปีกเป็น H5) และพวกที่ไม่ใช่ฮีสโตน (non-histone chromosomal protein = NHC) กลุ่มฮีสโตนมีประมาณ 6 ล้านโมเลกุลต่อเซลล์ มีขนาดเล็กและ มีกรดอะมิโนไลซีนและอาร์จินีนอยู่มากในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ฮีสโตน H2A H2B H3 และ H4 ค่อนข้างจะเหมือนกัน (conserve) ส่วน H1 นั้นมีส่วนแกนกลาง (central core) ที่ไม่แตกต่างกัน แต่ส่วนอื่น ๆ แตกต่างกันมากในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด หรือแม้แต่ในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็ยังมีแบบต่าง ๆ กัน ในการจับตัวกันระหว่างดีเอ็นเอซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 อังสตรอมและฮีสโตนนั้นเกิดเป็นหน่วยย่อยเรียกว่า นิวคลีโอโซม (nucleosome) ซึ่งมีรูปร่างเป็นแผ่นกลม ขนาดประมาณ 10 นาโนเมตร ประกอบด้วยฮีสโตน H2A H2B H3 และ H4 อย่างละ 2 โมเลกุล (octamer) ซึ่งนิวคลีโอโซมนี้จะมีการพันเกลียวอีกทำให้มีขนาดประมาณ 30 นาโนเมตร เรียกว่า โซลีนอยด์ (solenoide) โซลีนอยด์จะพันเกลียวซ้อนขึ้นไปอีกเป็นฟิลาเมนต์ (filament) ซูเปอร์คอล์ยฟิลาเมนต์ (supercoiled filament) และเป็นโครโมโซมที่เห็นในระยะเมตาเฟส ขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจาก 30 นาโนเมตรเป็น 300 700 และ 1400 นาโนเมตร ตามลำดับดังภาพที่ 2.7 (สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 2539)

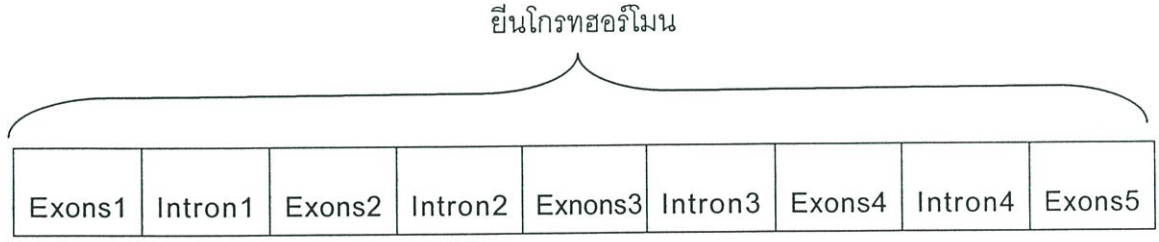


ภาพที่ 2.7 แสดงการพันเกลียวของดีเอ็นเอตั้งแต่ระดับโมเลกุลที่เป็นเกลียวคู่จนถึงโครโมโซมที่เห็นในระยะเมตาเฟส (อ้างโดย Stansfield. 1991)

2.2.5 ยีนโกรทฮอร์โมน

ภายในนิวเคลียสของไก่จะมีปริมาณดีเอ็นเอจำนวน 1.25 พิโครกรัม (pg) และมีขนาดของจีโนมเท่ากับ 1.2 x 10^9 คู่เบส (bp) ต่อแฮพพลอยด์ (Venkatesh *et al.* 2000) โดยไก่จะมีโครโมโซมทั้งหมด 39 คู่ ประกอบด้วยโครโมโซมร่างกาย 38 คู่ และโครโมโซมเพศอีก 1 คู่ เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนจึงแทนด้วยสัญลักษณ์โครโมโซมเพศด้วย Z และ W ไก่เพศผู้จึงมีโครโมโซมเพศเป็น ZZ ส่วนไก่เพศเมียมีโครโมโซมเพศเป็น ZW ซึ่งแตกต่างจากมนุษย์ที่มีโครโมโซมเพศเป็น XY

ในเพศผู้และเป็น XX ในเพศเมีย (Moreng and Avens. 1985) จากการทำแผนที่ยีนของไก่พบว่ายีนโกรทฮอร์โมนของไก่อยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 1 (Roslin Intitute. 2000) ซึ่งประกอบด้วย 4 อินทรอน (intron) และ 5 เอ็กซอน(exons) ดังแสดงในภาพที่ 2.8 ยีนโกรทฮอร์โมนของไก่จะมีจำนวนคู่เบสเท่ากับ 3430 คู่เบส ดังแสดงในตารางที่ 2.1 (Stephen *et al.* 2001) โดยโกรทฮอร์โมน (somatotropin) ถูกสร้างและหลั่งมาจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ซึ่งโกรทฮอร์โมนมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต โดยจะมีผลต่อการเมทาบอลิซึมของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรท กล่าวคือ โกรทฮอร์โมนจะกระตุ้นกระบวนการอะนาบอลิซึม (anabolism) ของโปรตีนในเนื้อเยื่อซึ่งจะส่งผลให้มีการสร้างกรดอะมิโนและโปรตีนเพิ่มขึ้นและลดการออกซิเดชันของโปรตีนลง ผลต่อการเมทาบอลิซึมไขมันนั้น โกรทฮอร์โมนจะเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของไขมัน โดยจะกระตุ้นให้มีการสลายตัวของไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) และเกิดการออกซิเดชันในเซลล์ไขมัน (adipocytes) ส่วนผลต่อกระบวนการเมทาบอลิซึมคาร์โบไฮเดรทนั้น โกรทฮอร์โมนจัดเป็นฮอร์โมนชนิดหนึ่งที่ช่วยรักษาระดับกลูโคสในกระแสเลือดให้อยู่ในสภาวะปกติ โดยโกรทฮอร์โมนจะมีผลกระตุ้นการทำงานของอินซูลินทำให้มีกลูโคสในเซลล์ทั่วไปเพิ่มขึ้นและมีการสร้างกลูโคสในตับเพิ่มขึ้น นอกจากนี้โกรทฮอร์โมนยังมีผลกระตุ้นการเจริญของกระดูก โดยโกรทฮอร์โมนจะกระตุ้นให้มีการสร้างฮอร์โมนอินซูลินลิงค์โกรทแฟกเตอร์ (IGF-I) ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกสร้างขึ้นที่ตับ และIGF-Iนี้เองจะเป็นตัวกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตของกระดูก (Colorado State University. 1999)



ภาพที่ 2.8 แสดงยีนโกรทฮอร์โมนของไก่ (Stephen *et al.* 2001)

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดของยีนโกรทฮอร์โมน (ดัดแปลงมาจาก Stephen *et al.* 2001)

เอ็กซอน		อินทรอน	
ลำดับที่	ขนาด(bp)	ลำดับที่	ขนาด(bp)
1	66	1	915
2	161	2	442
3	117	3	301
4	162	4	1068
5	198		
รวม	704		2726
เอ็กซอน+อินทรอน	3430		

Tanaka *et al.* (2002) รายงานว่า ลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมนในส่วนต่างๆ มีลำดับดังนี้

1	ctgcagtgga	tccaagcaag	cactgcctgt	gaagctcgtg	acaacatcca	tcctgctcta
61	acccactgaa	tgggaaacca	tcccacctgc	tctaagccag	tcaagccctg	cactgccctg
121	gcagccctgt	taaccgtggg	gcagaaaaac	caggcaggaa	aatcaggtgg	attttctacc
181	tgcgtgagaa	attcccccac	gtaagcacag	aacagatttg	ggatgggtct	ttcaatggtg
241	ataaaacctc	tggttgcaat	aaacagcaga	atatgaagaa	aaagttcagc	actaatttta
301	tccccaggca	aacatcctcc	ccaacctttc	catctccgta	taaatgacta	caatgaggta
361	gcaccatggc	gaacacatct	gcatttatgc	aaggagggga	tatggagagg	tggcagtgat
421	cacgagcacc	cccatccatt	ttaaacagac	cccccagcta	tataaggggt	gtctcacctg
481	ttatcatcac	ctggatgaaa	ggaggaaacg	ttcaagcaac	acctgagcaa	ctctcccggc
541	aggaatggct	ccaggtactt	tgctttatct	cagttctaat	gggtgttcca	atgctgctgc
601	atgctttggg	tgatgggata	cgatggtggg	gtgtgctgtg	gtgggctgac	acacgcagag
661	ccggctctga	actaaaatgt	ggcaacttac	agatcagtga	caaaggatct	ccttccctac
721	agtgcaactt	caaaccatga	gctgactcag	gtaaccctga	gcctaacctt	gacaggggggc
781	aggaatgagc	tgcaggctcc	agggcattcc	tccactgaag	ttaaacccta	ctgagattaa
841	cttttgtaag	cggacactca	tgtgagctgg	atgtcgaggg	ttaataacct	tcaggcttga
901	cagtgacctc	cagatcctac	aggtgtgtcc	cagagagcca	cagcgcaggt	aatgcagcca

961	cttctcaccc	cagtgaaggc	agacagtgcc	atggcagcag	cacggtgcaa	ataggctcag
1021	ctgagctgtt	cccagtcctc	acccactgct	ctccaccctg	ttggctcacg	cgccaaagag
1081	tgtaccgtgc	tctgctcagg	aaggtgaaac	ctaccaaaaa	acatgagcac	gttaggggaa
1141	aataaaggga	cggacccaca	tggagcaaca	tgtgggcttg	tgtggagggc	tgcactcaca
1201	ggtggacaca	accctgagcc	ccaggtgcca	ccaaaggacg	ggtaacccct	cccctctcct
1261	ctgctgtagg	ctcgtggttt	tctcctctcc	tcatcgctgt	ggtcacgctg	ggactgccgc
1321	aggaagctgc	tgccaccttc	cctgccatgc	ccctctccaa	cctgtttgcc	aacgctgtgc
1381	tgagggctca	gcacctccac	ctcctggctg	ccgagacata	taaagagttc	gtaagtgttg
1441	gccatctcct	cattagcttg	atgcctccag	gaccgtgcca	cggcttccca	ccctgcataa
1501	attcctgcaa	gcagagactt	ttcagctatc	ggtgcctcct	gaggaggaga	aagggtctta
1561	ataggggagg	agaggtgatg	accgaccagc	ctgtcctccc	cacagctctc	tgcctcctcc
1621	tgcaaggagt	cacctcctcc	tgtccatgtg	ttctgtgctc	acctcaaccc	ttcagtgaga
1681	gcaatctcta	agaccagtag	gtgttgtgcc	aacacgtggg	ctctgctttc	ccacctgcca
1741	gtcctgcaca	gggatgcaca	tcatgtccca	cgtttccttc	ttgcaaagag	caacctgccg
1801	ggaaagagtg	aggaaagagt	ccgtgctctt	ctcttatcac	acgacctgag	tgcatttggg
1861	atgtctccac	aggaacgcac	ctatattccg	gaggaccaga	ggtacaccaa	caaaaactcc
1921	caggctgcgt	tttgttactc	agaaaccatc	ccagctccca	cgggggaagga	tgacgcccag
1981	cagaagtcag	taagttgtct	cccctgggta	aacacagcac	tgttttatgg	aacagagggt
2041	ctccacgtgg	tatcagtccc	gagaaggaga	aatgccttct	tacttttcac	accctgcatg
2101	cagaaagaca	cgggttgggc	agtaaatcat	attcccaccc	taaataaagt	cctaaaaaaa
2161	caggctcgag	tctgagtggt	ggtgctcagc	ttacagagct	gcctctgggc	tgcttcaggg
2221	agagcagggc	atgcagcagc	actgcagaac	acctcacctg	cacagctctg	aaatcccttt
2281	gtcatttcag	gacatggagc	tgcttcggtt	ttcactggtt	ctcatccagt	cctggctcac
2341	ccccgtgcaa	tacctaagca	aggtgttcac	gaacaacttg	gtttttggca	cctcagacag
2401	agtgtttgag	aaactaaagg	acctggaaga	agggatccaa	gccctgatga	gggtaggtct
2461	gcatactgat	ggaagcctgc	gctctgctat	ttctcttacc	tgacatttgg	attaacacag
2521	cacccagacc	acgagcagct	ggagagtgtt	cttcagaaag	gtcactctta	atgcattggc
2581	acagctgccc	agggaggtgg	gggggtcacc	gtccctggag	gcgtcccagg	gacgtggaga
2641	tgtggcactg	agggacgtgg	ttatgggcac	ggcgggagtg	ggttggggtt	gggctttggg
2701	atcttggagg	tctttccaac	cttaataact	ctatgatgaa	gttttgcttt	gttattttga
2761	atgacgttgc	ttattgtcag	aatcctttct	tggatgtgtt	cagcatcacc	acagctagag
2821	acccacatct	atgccacatg	agtctggaca	gttgtttatg	tcttatagac	cctaaataac

2881	tagaaaagcc	aggcctggga	gcaaacaaac	cctccgtcct	gacattcgat	cagaaaagtt
2941	gtggtgcccc	atccctggag	gtcccaaggc	catggatgga	gccctgggca	gtttgagccg
3001	gtgggggca	cccagcccat	ggcaggggt	gagacggggg	ggctctgaga	tcccttccaa
3061	cacaaccgtg	ctgtgattcc	acagccctgc	aatccttgag	gtcccttcca	acccaacagt
3121	gccacgattc	catggttctg	tgatccttaa	ggtcccttcc	aacccaacca	tgccatcatt
3181	ccacggttcc	atgatctcag	aggccccttc	caacccaacc	acgccgtgat	tccatgacac
3241	ttcagctgca	tctcaatgtg	cagcaccact	tccagatctt	actgtccact	gatacgagca
3301	caggtgctga	caaccgatac	gcagaccatc	tccatccctt	ccactgctgc	ttacttaccc
3361	caaacacttc	cgagccacgc	ggggtgagca	gtgggtgcag	ctcacagctc	cacgacggcc
3421	agggctgggt	cagagctctg	tccactagaa	aactggagca	aagacagcat	cactttgcca
3481	gcagcccctc	gctcagccgc	agccctctcg	tcccacagga	gctggaggac	cgcagcccgc
3541	ggggcccgca	gctcctcaga	cccacctacg	acaagttcga	catccacctg	cgcaacgagg
3601	acgccctgct	gaagaactac	ggcctgctgt	cctgcttcaa	gaaggatctg	cacaaggtgg
3661	agacctacct	gaaggtgatg	aagtgccggc	gcttcggaga	gagcaactgc	accatctgag
3721	gccctgtgcc	tgcgccatgg	ctgacggccc	tgtccccccc	ccccccctte	ctccccgtca
3781	ccaaaaacac	gaggaataaa	ccccacagcg	ctgagctctg	cctgctgtct	gctggctggg
3841	gatatagggc	gggttcgggg	cgggctcagg	gccgggcaaa	ggggagggag	gaggggggcc
3901	c					

หมายเหตุ =เอ็กซอน

2.3 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วยเทคนิคพีซีอาร์

เทคนิคพีซีอาร์เป็นเทคนิคสำหรับการเพิ่มขยายสารพันธุกรรมที่ทำได้ง่ายโดยปฏิกริยาในหลอดทดลอง (*in vitro*) และในเซลล์ (*in situ*) มีหลักการพื้นฐานการเลียนแบบธรรมชาติของขบวนการคัดลอกรหัสของดีเอ็นเอ โดยปฏิกริยาลูกโซ่ของเอนไซม์ DNA polymerase (*in vitro* DNA replication) ที่ทำให้มีการเพิ่มจำนวนอนูของ DNA เป็น 2 เท่าในทุกๆ รอบของปฏิกริยา ซึ่งมี 3 ขั้นตอนในแต่ละรอบดังนี้

1) Denaturation เกิดที่อุณหภูมิสูงประมาณ 90 – 95 องศาเซลเซียส ทำให้ DNA แม่พิมพ์ (template) ที่เป็นเกลียวคู่ (double stranded DNA) แยกออกจากกันเป็นสายเดี่ยว (two single strands) อยู่เป็นอิสระทำหน้าที่เป็นแม่พิมพ์ในการเกิด DNA replication

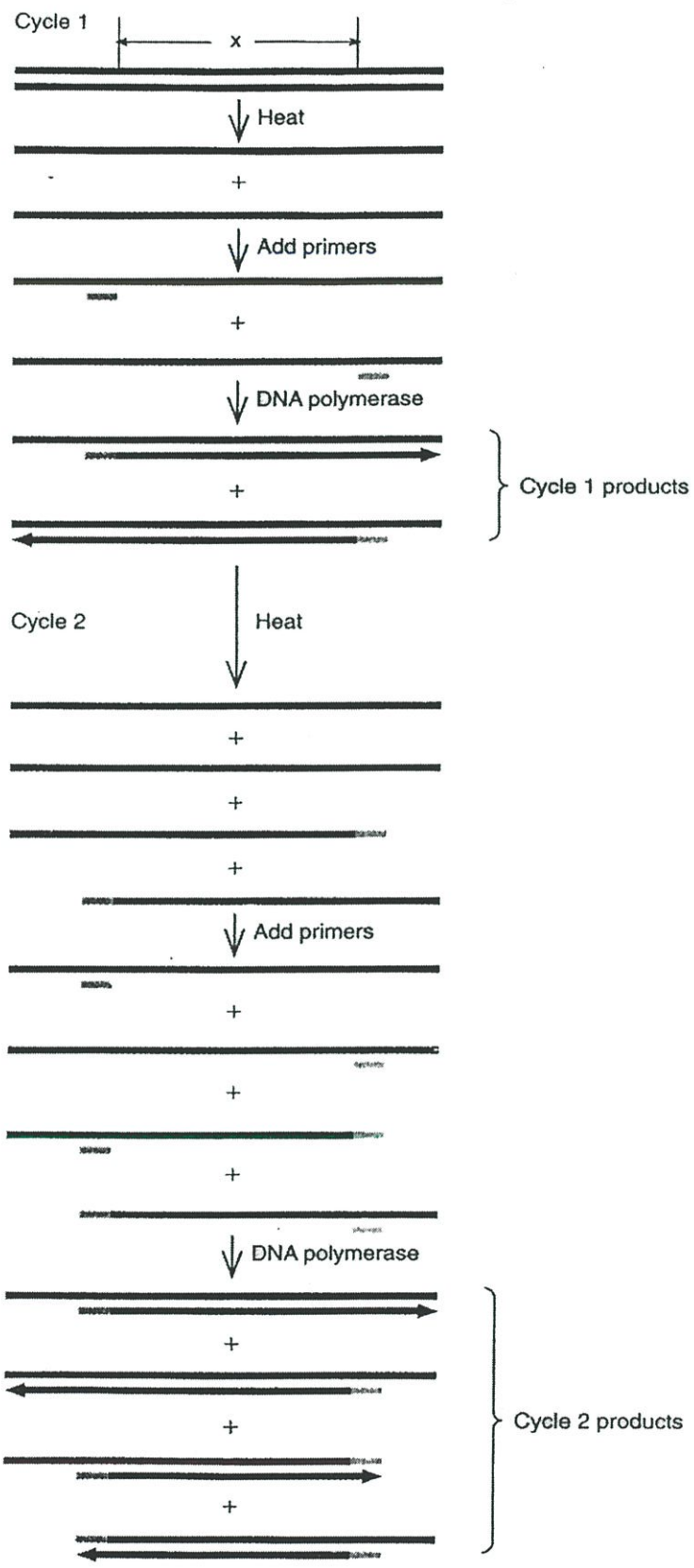
2) Primer annealing ไพรเมอร์ (primer) 2 สายที่ถูกสังเคราะห์ให้มีลำดับนิวคลีโอไทด์เป็นคู่สมกับปลาย 3' (3'-end) ของดีเอ็นเอแม่พิมพ์แต่ละสายเข้าไปจับตรงลำดับนิวคลีโอไทด์

ที่เป็นคู่สมบนสายดีเอ็นเอแม่พิมพ์ (annealing sites) จะเกิดขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิเหมาะสมในช่วง 40 – 60 องศาเซลเซียส

3) Primer extension (Amplication step) ขั้นตอนการเพิ่มขยายจำนวนดีเอ็นเอเกิดขึ้นโดยเอนไซม์ DNA polymerase ซึ่งทำหน้าที่ต่อลำดับนิวคลีโอไทด์ (5' → 3' extension) ที่ปลาย 3' ของไพรเมอร์ทั้ง 2 ในทิศทาง 5→ 3' สภาวะพอเหมาะของปฏิกริยาในขั้นตอนนี้ขึ้นกับชนิดของเอนไซม์ที่เลือกใช้ ในกรณีของเอนไซม์ *Taq* DNA polymerase ต้องการสภาวะพอเหมาะที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส โดยเติมเอนไซม์เมื่อเริ่มปฏิกริยาเท่านั้น

ทุกๆ รอบของปฏิกริยาพีซีอาร์มี 3 ขั้นตอน โดยปกติจะให้เกิดปฏิกริยาพีซีอาร์เกิดขึ้นซ้ำๆ จำนวน 20 – 30 รอบ ทำให้ได้ผลผลิตจำพวกที่สังเคราะห์ได้มากคือ "short product" ที่มีขนาดความยาวกำหนดจากปลาย 5' ของไพรเมอร์ทั้ง 2 สาย ถ้าคำนวณตามทฤษฎีแล้วจำนวนสายของ short product นี้ควรจะเพิ่ม 2 เท่าในทุกรอบ ส่วนผลผลิตจำพวกที่สังเคราะห์น้อยคือ "long product" ซึ่งสังเคราะห์โดยตรงจากดีเอ็นเอแม่พิมพ์ จำนวนสายของlong product จะเพิ่มตามจำนวนรอบและปลาย 3' ของ long product จะค่อนข้างไม่แน่นอน เมื่อสิ้นสุดครบจำนวนรอบที่กำหนดของปฏิกริยาพีซีอาร์ จำนวนของ short product จะเพิ่มขยายสูงกว่า long product มาก จึงไม่มีความจำเป็นต้องมีขั้นตอนการแยกให้บริสุทธิ์ออกจากกัน แต่ทั้งนี้ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการนำผลผลิตของพีซีอาร์ไปใช้ต่อไป (วัชรี อัตถทิพพหลคุณ. 2536) การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วยเทคนิคพีซีอาร์แสดงในภาพที่ 2.9

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 2.9 แสดงการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วยเทคนิคพีซีอาร์ (อ้างโดย Weaver. 1999)

56694

2.3.1 PCR contamination

เนื่องจาก PCR เป็นวิธีที่มี sensitivity สูงมาก ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะเกิดผลบวกปลอมได้ (false positive) แหล่งที่มาของสิ่งปนเปื้อนที่สำคัญที่สุดคือ PCR product เอง ซึ่งถ้ามีปนอยู่ใน PCR reaction ก็จะถูกขยายเพิ่มจำนวนขึ้นโดยไม่มี target DNA อยู่ เพราะปลายทั้ง 2 ข้างของ PCR product จะเป็นส่วนที่ primer เข้าไป anneal ได้ ที่มาของสิ่งปนเปื้อนอาจจะมาจากเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการที่เกิดการปนเปื้อน PCR product โดยมากจะเป็น automatic pipette ที่ใช้ในการ extract DNA sample หรือใช้ผสม PCR reaction หรือแม้แต่ผู้ปฏิบัติงานเองอาจจะเป็นแหล่งของสิ่งปนเปื้อนได้ การป้องกันทำได้หลายวิธี อาจใช้เพียงวิจารณญานของผู้ปฏิบัติงานก็สามารถป้องกันได้ เช่นการป้องกัน PCR product ที่เราขยายเพิ่มจำนวนขึ้นมามากๆ ไม่ให้ไปปนเปื้อนอยู่ตามที่ต่างๆ ได้โดยการเปลี่ยนถุงมือบ่อยๆ แยกบริเวณการ detect PCR product และป้องกันไม่ให้ PCR product จากบริเวณนี้ไปปนเปื้อนอยู่ตามที่ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ วิธีการป้องกันบางวิธีการดำเนินเป็นขั้นตอน มีแบบแผนการปฏิบัติที่แน่ชัด (ทวีศักดิ์ ตีระวัฒนพงษ์. 2541)

2.3.2 **การป้องกัน** PCR contamination

ทวีศักดิ์ ตีระวัฒนพงษ์ (2541) ได้แนะนำการป้องกัน PCR contamination ไว้ดังนี้

1) ใช้ Uracil N-glycosylase (UNG) เป็นเอนไซม์ที่ใช้ทำลาย PCR product ก่อนที่จะเริ่ม PCR cycling โดยที่ในช่วง amplify DNA ใช้ dUTP ใน PCR reaction แทน dTTP

2) UV irradiation ใช้แสง UV กับ PCR reaction mixture เพื่อเป็นการทำลาย amplicon ก่อนที่จะเติม DNA target นอกจากนี้ยังใช้ UV ทำลาย DNA ที่ปนเปื้อนอยู่ทั่วไปตามที่ต่างๆ โดยใช้หลักที่ว่า DNA จะถูกทำลายได้โดยแสง UV จนไม่สามารถเป็น target DNA ได้

3) การแยกบริเวณของการทำ PCR ออกเป็นส่วนๆ ได้แก่

- Pre-amplification area ใช้สำหรับการเตรียม PCR reaction mixture
- Amplification area ใช้บริเวณนี้สำหรับ extract DNA และทำ PCR
- Post-amplification area ใช้สำหรับการ detect PCR product ด้วยวิธีการต่างๆ เครื่องมือ เช่น pipette จะต้องแยกชุดกัน

4) PCR reagents ต่างๆ ควรแบ่งไว้เป็นหลอดเล็กๆ และใช้แล้วทิ้ง อุปกรณ์สิ้นเปลืองต่างๆ เช่น microtube, pipette tip ต้อง steriled หรือ autoclaved ถ้าเป็นไปได้ควรใช้ positive displacement pipette หรือใช้ filtered pipette tip

5) แหล่งที่มาที่สำคัญที่สุดคือ PCR product ที่เกิดจากการขยายเพิ่มจำนวนไว้ก่อนในการทำ PCR ครั้งก่อน หรือ DNA จาก positive control ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจะต้องใช้ความ

ระมัดระวังในการป้องกันไม่ให้ PCR product กลับมาปนเปื้อนใน PCR reaction ครั้งใหม่ได้ การใช้ positive control ควรใช้ที่มีปริมาณ DNA น้อยๆ

6) ต้องทำ positive control และ negative control ไปด้วยเสมอเป็นการ validate PCR reaction และเป็นการทดสอบการปนเปื้อนของ PCR reagent

2.3.3 การตรวจสอบดีเอ็นเอด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

จากคุณสมบัติการดูดกลืนแสง (absorbance) ของดีเอ็นเอ โมเลกุลของดีเอ็นเอมีคุณสมบัติในการดูดรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นเฉพาะเจาะจงนั้นขึ้นอยู่กับโครงสร้างของโมเลกุล เบสพวกพิวรีนและไพริมิดีนในกรดนิวคลีอิกเป็นพวกอะโรแมติกมีความสามารถดูดรังสีอัลตราไวโอเลต โดยทั่วไปกรดนิวคลีอิกมีจุดยอดของการดูดรังสีอัลตราไวโอเลตได้ดีที่สุดที่ 260 นาโนเมตร (OD_{260}) คุณสมบัติการดูดรังสีอัลตราไวโอเลตในเบสต่างๆ มีความผันแปรได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามคุณสมบัตินี้มีประโยชน์ในการหาปริมาณของกรดนิวคลีอิกในสารละลายได้ โดยที่ดีเอ็นเอ 1 กรัมต่อมิลลิลิตร จะมีค่า optical density ที่ 260 นาโนเมตร ประมาณ 50 ไมโครกรัม ในการศึกษาอัตราส่วนของการดูดรังสี (แสง) ที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร ใช้สเปคโตรโฟโตมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณของแสงที่ถูกดูดไว้ในช่วงความยาวคลื่นแสงนั้นๆ ในสารละลาย ถ้าทราบคุณสมบัติการดูดแสงของโมเลกุลที่เฉพาะ และปริมาณของแสงที่ความยาวคลื่นแสงที่พอเหมาะในสารละลายของโมเลกุลนั้น ก็จะวัดความเข้มข้นได้ ถ้าจำนวนโมเลกุลที่ดูดแสงไว้ได้มาก ค่าของการดูดแสงจะมากด้วย ในการวัดค่าการดูดกลืนแสงจะใช้หลอดแก้วพิเศษไม่ดูดรังสีอัลตราไวโอเลต หลอดแก้วพิเศษนี้เรียกว่า cuvette ปริมาณของแสงที่ผ่านสารละลายจะไม่ถูกดูดไว้ จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องตรวจวัดซึ่งเป็นเซลล์รับแสง (นิตย์ศรี แสงเดือน. 2536)

ความเข้มข้นหรือปริมาณของดีเอ็นเอสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรดังนี้ (Hofstra University. 2002)

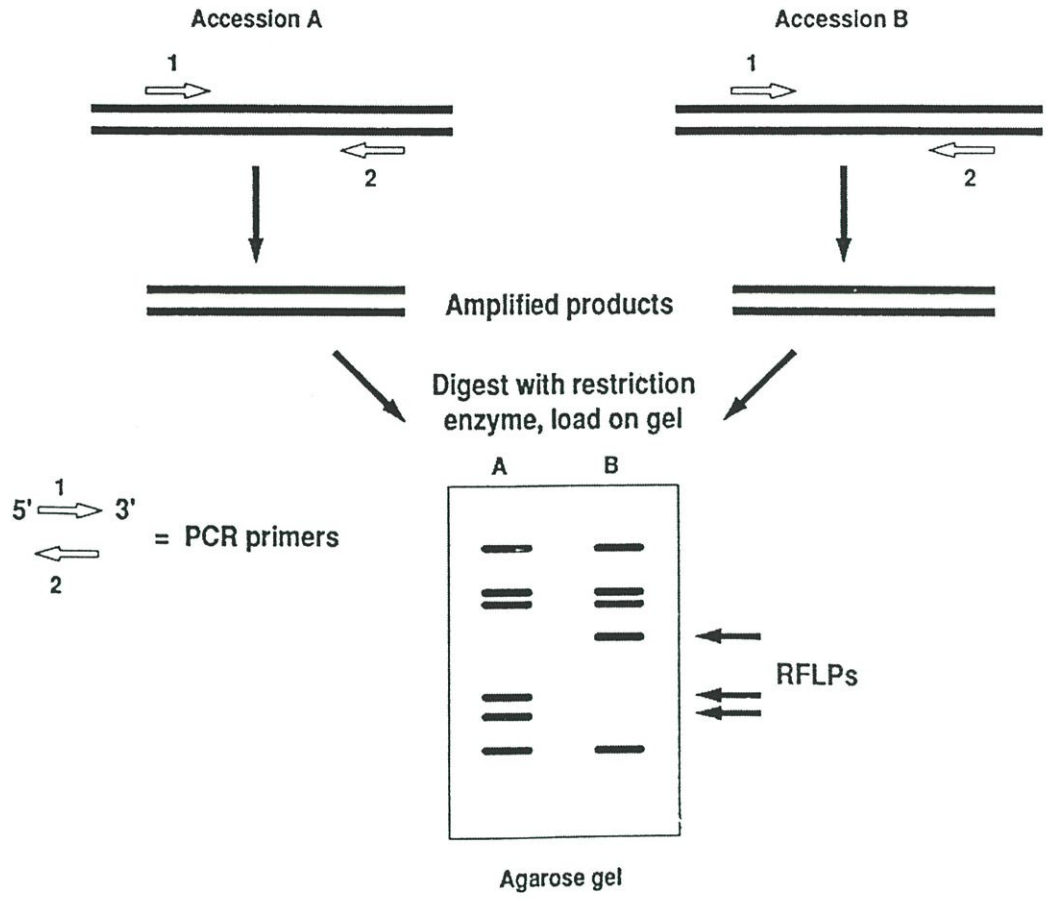
ความเข้มข้นของดีเอ็นเอ (μg/ml)

$= (OD_{260}) \times (\text{dilution factor}) \times (50\ \mu g\ DNA/ml)/(1\ OD_{260})$

2.4 การตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (RFLP)

RFLPมาจากคำว่า Restriction Fragment Length Polymorphism หมายถึงความแตกต่างหรือความหลากหลายของขนาดดีเอ็นเอที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (restriction enzyme) ข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเก็บอยู่ในนิวเคลียสและในออร์แกเนลล์บางชนิด ได้แก่ คลอโรพลาสต์และไมโตคอนเดรียในรูปของดีเอ็นเอ โมเลกุลของดีเอ็นเอที่อยู่ในสิ่งมีชีวิตนี้มีความสามารถที่จะจำลองโมเลกุลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อถ่ายทอดไปสู่เซลล์ลูกและคงลักษณะที่เหมือนเดิมตลอดไป แต่บางครั้งก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงของเบสภายในดีเอ็นเอได้

เนื่องจากสิ่งแวดล้อมหรือข้อผิดพลาดของเซลล์เอง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่ได้มีเพียงการเปลี่ยนแปลงของเบสแต่ละตัวเท่านั้น อาจมีการเปลี่ยนแปลงถึงระดับโครโมโซม เช่น มีชิ้นส่วนของดีเอ็นเอหรือโครโมโซมหายไป (deletion) มีชิ้นส่วนของดีเอ็นเอบางส่วนเพิ่มขึ้น (duplication) มีการจัดเรียงตัวใหม่ของส่วนของดีเอ็นเอภายในโครโมโซม (chromosome rearrangment หรือ inversion) หรือมีการเปลี่ยนตำแหน่งของดีเอ็นเอบางส่วนภายในโครโมโซมหรือจากต่างโครโมโซม (transposition) โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด จนสามารถกล่าวได้ว่าไม่มีสิ่งมีชีวิตคู่ใด มีลำดับเบสของดีเอ็นเอเหมือนกัน ยกเว้นฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกันหรือพืชที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยความหลากหลายสามารถตรวจพบได้จากการนำลำดับเบสของดีเอ็นเอมาเปรียบเทียบกัน แต่เป็นวิธีที่ทำได้ยากและใช้เวลามาก วิธีที่ง่ายกว่าคือนำดีเอ็นเอที่ต้องการหาความแตกต่างนั้นมาย่อยด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะบางชนิดแล้วเปรียบเทียบชิ้นส่วนของ ดีเอ็นเอที่ถูกตัดด้วยเอนไซม์นั้น โดยเอนไซม์ตัดจำเพาะนั้นเป็นเอนไซม์ที่แยกได้จากแบคทีเรียและจะตัดดีเอ็นเอที่ตำแหน่งที่มีการเรียงตัวของเบสแบบจำเพาะเรียกว่า ตำแหน่งจดจำ (recognition site) ตำแหน่งจดจำของเอนไซม์แต่ละชนิดประกอบด้วยเบส 4 ถึง 8 คู่เบส ดังนั้นเมื่อใช้เอนไซม์ชนิดหนึ่งตัดดีเอ็นเอเป้าหมายโมเลกุลหนึ่งจะได้ชิ้นดีเอ็นเอที่มีขนาดและจำนวนคงที่เสมอ ถ้าดีเอ็นเอเป้าหมายมาจากแหล่งต่างกันและมีลำดับเบสต่างกัน เมื่อนำมาตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะชนิดเดียวกันจะได้ขนาดและจำนวนชิ้นดีเอ็นเอที่ต่างกันเรียกว่า เกิดโพลิมอร์ฟิซึม (สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 2543) ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แสดงการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (RFLP) (อ้างโดย Kochert. 1994)

2.4.1 **อะกาโรสเจลอิเล็คโตรโฟรีซีส** (Agarose Gel Electrophoresis)

ศิริพร สิทธิประณีต (2531) รายงานว่า อิเล็กโตรโฟเรซีสเป็นวิธีการที่ใช้แยกโปรตีน หรือกรดนิวคลีอิก ซึ่งอยู่ในสนามไฟฟ้าออกจากกัน โดยอาศัยความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสารนั้น ๆ การแยกสารชีวโมเลกุลโดยวิธีอิเล็กโตรโฟเรซีสต้องทำในตัวกลาง โดยใส่สารที่ต้องการแยกลงในตัวกลางแล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านตัวกลางนั้น ดังนั้นจึงมีอิเล็กโตรโฟเรซีสหลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นกับตัวกลาง เช่น พอลิอะคริลาไมด์ เจลอิเล็กโตรโฟเรซีส สตาร์ชเจลอิเล็กโตรโฟเรซีส และ อะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟเรซีส ซึ่งในการทำอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟเรซีสจะทำในบัฟเฟอร์ที่มี pH ประมาณ 8 ซึ่งที่ pH นี้ดีเอ็นเอจะมีประจุลบ เนื่องจากการแตกตัวของหมู่ฟอสเฟต อัตราการเคลื่อนที่ของดีเอ็นเอในสนามไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ขนาดและโครงรูปของดีเอ็นเอ โดยดีเอ็นเอที่มีขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าดีเอ็นเอขนาดเล็กเมื่อมีโครงรูปเหมือนกัน นอกจากนั้นดีเอ็นเอที่มีโครงรูปเป็นซุปเปอร์คอยล์จะ

เคลื่อนที่ได้เร็วกว่ารูปปลายเปิดและรูปรีแลกซ์ตามลำดับ นั่นคือดีเอ็นเอที่อยู่ในรูปขดแน่นจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าขณะที่อยู่ในรูปคลายเกลียวนั่นเอง

2) ความเข้มข้นของอะกาโรส โดยในขณะทำอิเล็คโตรโฟรีซีสดีเอ็นเอจะต้องผ่านรูพรุนภายในเจล หากรูพรุนมีขนาดใหญ่อัตราการเคลื่อนที่ของดีเอ็นเอจะสูง ซึ่งขนาดของรูพรุนภายในเจลจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของอะกาโรสที่ใช้เตรียมเจล หากใช้อะกาโรสความเข้มข้นสูงขนาดของรูพรุนก็จะเล็กกว่าเมื่อใช้อะกาโรสความเข้มข้นต่ำ นอกจากนั้นความเข้มข้นของอะกาโรสและน้ำหนักโมเลกุลของดีเอ็นเอจะแปรผกผันกับการเคลื่อนที่ ดังนั้นจึงมีช่วงของขนาดของดีเอ็นเอที่เหมาะสมกับความเข้มข้นของอะกาโรสในระดับต่าง ๆ ดังในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดของดีเอ็นเอปลายเปิดที่เหมาะสมกับความเข้มข้นของอะกาโรส

ความเข้มข้นของอะกาโรสเจล (%)	ขนาดของดีเอ็นเอปลายเปิด (กิโลเบส)
0.3	60-5
0.6	20-1
0.7	10-0.8
0.9	7-0.5
1.2	6-0.4
1.5	4-0.2
2.0	3-0.1

ที่มา : ศิริพร สิทธิประณีต (2531)

3) ความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยปกติอะกาโรสเจลอิเล็คโตรโฟรีซีสจะทำโดยใช้ความต่างศักย์อยู่ในช่วง 0.5 – 5 โวลต์/เซนติเมตร ซึ่งอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของดีเอ็นเอปลายเปิดจะเป็นสัดส่วนกับความต่างศักย์ ถ้าใช้ความต่างศักย์สูงขึ้นการเคลื่อนที่ของดีเอ็นเอปลายเปิดโมเลกุลใหญ่ ๆ จะเพิ่มขึ้นมากกว่าพวกที่มีขนาดโมเลกุลเล็กมากเป็นเหตุให้เมื่อใช้ความต่างศักย์สูง ๆ ช่วงขนาดของดีเอ็นเอปลายเปิดที่แยกได้จะแคบลง

2.4.2 การหยอดสารตัวอย่างดีเอ็นเอลงในอะกาโรสเจล

ในการป้องกันไม่ให้สารตัวอย่างดีเอ็นเอที่หยอดลงในหลุมฟุ้งขึ้นมา และการติดตามการเคลื่อนที่ของสารที่มีประจุลบและมีขนาดโมเลกุลเล็กในสนามไฟฟ้าระหว่างอิเล็กโทรโฟรีซีส ต้องผสมสารตัวอย่างดีเอ็นเอกับสารติดตาม (tracking dye) ซึ่งประกอบด้วยสารที่ให้ความหนืด ซึ่งอาจเป็นกลีเซอรอล (glycerol) ซูโครสหรือไฟคอลล์ โดยให้มีความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 3-9 เปอร์เซ็นต์เมื่อใช้กลีเซอรอล เป็น 6-10 เปอร์เซ็นต์เมื่อใช้ซูโครส และเป็น 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ไฟคอลล์ นอกจากนั้นสีติดตามยังประกอบไปด้วย 0.025 เปอร์เซ็นต์ของสารมีสีที่มีโมเลกุลเล็กและมีประจุลบ ซึ่งอาจเป็นบรอมฟีนอลบลู (bromphenol blue) หรือบรอมฟีนอลกรีน (bromphenol green) และสารที่ดีเนเจอร์ (denature) โปรตีน เช่น SDS หรือยูเรีย สีติดตามมักจะเตรียมอยู่ในรูปสารละลายที่เข้มข้นประมาณ 6 เท่า เมื่อต้องการใช้จะผสมกับสารตัวอย่างดีเอ็นเอในอัตราส่วน 1 : 5 แล้วจึงนำไปหยอดลงในหลุมบนอะกาโรสเจลที่เตรียมไว้โดยใช้ไมโครปิเปตต์

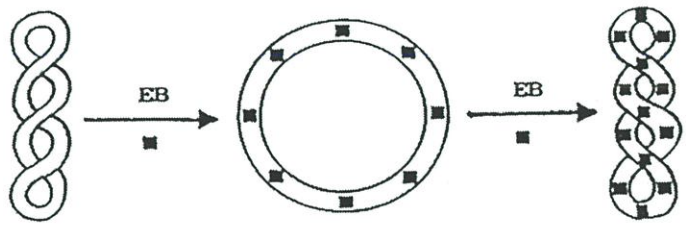
โดยปกติบรอมฟีนอลบลูจะเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดในสนามไฟฟ้าเมื่อเทียบกับโมเลกุลของดีเอ็นเอ แต่เมื่อใช้แยกดีเอ็นเอที่มีขนาดต่ำกว่า 500 คู่เบสหรือ 0.5 กิโลเบส ดีเอ็นเอนั้นจะเคลื่อนที่ได้เท่ากับหรือเร็วกว่าบรอมฟีนอลบลู เนื่องจากบรอมฟีนอลบลูสามารถดูดแสงที่เกิดจากการวาวแสงของเอทิเดียมโบรไมด์ (ethidium bromide) ที่จับกับดีเอ็นเอสายคู่ จึงทำให้แถบดีเอ็นเอบริเวณที่มีสีบรอมฟีนอลบลูไม่สามารถตรวจโดยการย้อมด้วยเอทิเดียมโบรไมด์ ฉะนั้นกรณีที่ดีเอ็นเอที่ต้องการแยกหรือวิเคราะห์มีขนาดเล็ก (ต่ำกว่า 0.5 กิโลเบส) การหยอดตัวอย่างสารดีเอ็นเอจะทำโดยไม่ใส่บรอมฟีนอลบลูลงในสารติดตาม

ปริมาณของดีเอ็นเอที่จะใช้แยกควรจะไม่ต่ำกว่า 50 นาโนกรัมต่อหนึ่งแถบจึงจะเห็นแถบวาวแสงภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตชัดเจนด้วยตาเปล่าหลังย้อมด้วยเอทิเดียมโบรไมด์ แต่ปริมาณที่ใช้อาจต่ำลงเป็น 1-10 นาโนกรัมต่อ 1 แถบ เมื่อตรวจสอบแถบของดีเอ็นเอโดยการถ่ายรูป ถ้าใส่ดีเอ็นเอต่อหนึ่งแถบมากเกินไป (> 300 นาโนกรัม) แถบดีเอ็นเอที่แยกได้จะไม่คมชัดและเกิดหาง (tailing) ขึ้นได้ ผลของการใส่สารตัวอย่างดีเอ็นเอมากเกินไปนี้จะแสดงผลกับชิ้นดีเอ็นเอที่มีขนาดใหญ่มากกว่าขนาดเล็ก (ศิริพร สิทธิประณีต. 2531)

2.4.3 การย้อมดีเอ็นเอในอะกาโรสเจล

การตรวจหาตำแหน่งของแถบดีเอ็นเอหลังอิเล็กโทรโฟเรซีสจะทำได้โดยย้อมอะกาโรสเจลด้วยเอทิเดียมโบรไมด์ โมเลกุลของเอทิเดียมโบรไมด์จะเข้าไปจับกับเบสคู่สมของดีเอ็นเอเกลียวคู่โดยการอินเตอร์คาลเลต (intercalate) การจับระหว่างดีเอ็นเอเกลียวคู่และเอทิเดียมโบรไมด์นี้มีผลทำให้โครงรูปของดีเอ็นเอเปลี่ยนไปได้ ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณของเอทิเดียมโบรไมด์ที่เข้าจับกับดีเอ็นเอ เมื่อใช้เอทิเดียมโบรไมด์ปริมาณต่ำๆ ดีเอ็นเอจะเปลี่ยนโครงรูปจากรูปซูเปอร์คอยล์ไปเป็น

รูปรีแลกซ์ แต่ถ้าเพิ่มปริมาณเอทิเดียมโบรไมด์ให้สูงขึ้น เอทิเดียมโบรไมด์จะเข้าอินเตอร์คาลเลตมากขึ้น ทำให้ดีเอ็นเอกลับมาขดอยู่ในรูปซูเปอร์คอยล์ได้อีก แต่มีทิศทางการหมุนของดีเอ็นเอเกลียวคู่ตรงกันข้ามกับขณะที่ไม่มีเอทิเดียมโบรไมด์อินเตอร์คาลเลตอยู่ ดังในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 แสดงการอินเตอร์คาลเลตระหว่างเอทิเดียมโบรไมด์กับเบสคู่สมของดีเอ็นเอ (อ้างโดย ศิริพร สิทธิประณีต. 2531)

ในทางปฏิบัติการย้อมเอทิเดียมโบรไมด์จะทำโดย แช่อะกาโรสเจลลงในเอทิเดียมโบรไมด์ความเข้มข้น 0.5-1.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 15-60 นาที ทั้งนี้ขึ้นกับความเข้มข้นของเจลที่ใช้ ถ้าเจลความเข้มข้นต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาเพียง 15 นาที ก็เพียงพอ แต่ถ้าความเข้มข้นของเจลสูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ต้องใช้เวลา 30-60 นาทีจึงจะเพียงพอ หลังย้อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ล้างเจลด้วยน้ำกลั่นเพื่อขจัดเอทิเดียมโบรไมด์ที่ไม่ได้จับกับดีเอ็นเอออก

การตรวจแถบดีเอ็นเอหลังย้อมด้วยเอทิเดียมโบรไมด์ จะทำโดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตความยาวคลื่นต่ำๆ ส่องอะกาโรสเจล สารเชิงซ้อนของเอทิเดียมโบรไมด์และดีเอ็นเอมีคุณสมบัติดูดแสงที่ความยาวคลื่น 300 และ 360 นาโนเมตร และปล่อยแสงวาวสีส้มออกมาที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร การตรวจแถบดีเอ็นเอที่ย้อมแล้วด้วยแสงอัลตราไวโอเลตนี้ทำได้สองวิธี คือปล่อยให้แสงอัลตราไวโอเลตผ่านทะลุอะกาโรสเจลขึ้นมา โดยมีแหล่งกำเนิดแสงอยู่ภายใต้เจล หรือส่องแสงอัลตราไวโอเลตให้กระทบลงด้านบนของอะกาโรสเจล วิธีนี้แหล่งกำเนิดแสงจะอยู่เหนือเจล

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สัตว์ทดลอง

ไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ (nana) ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส (NaNa) และไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส (Nana) อย่างละ 60 ตัว ซึ่งทั้งหมดเกิดจากพ่อและแม่ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส

3.2 อาหารสัตว์ทดลอง

ไก่ทดลองทั้งหมดเลี้ยงด้วยอาหารที่ผลิตจากบริษัทอาหารสัตว์แห่งหนึ่ง โดยอาหารแบ่งออกเป็น 3 สูตร ตามอายุของไก่ทดลองดังนี้

ระยะที่ 1 ใช้เลี้ยงไก่ทดลองตั้งแต่อายุ 2-4 สัปดาห์

ระยะที่ 2 ใช้เลี้ยงไก่ทดลองตั้งแต่อายุ 5-8 สัปดาห์

ระยะที่ 3 ใช้เลี้ยงไก่ทดลองตั้งแต่อายุ 9-12 สัปดาห์

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่

1) ห้องควบคุมอุณหภูมิและคอกเลี้ยงไก่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ
2) กรงเลี้ยงไก่
3) รางน้ำ และ รางอาหาร

3.3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์อาหารสัตว์ แบบโดยประมาณ (proximate analysis)

1) เครื่องชั่งอิเลคโทรนิค (Metler TE/J 15.1)
2) ตู้อบแห้ง (Hot air oven ; Jouandin 12880)
3) เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace ; D-2806)
4) เครื่องมือสกัดไขมันแบบ Labconco goldfisch (Tecator)
5) เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Gerhardt ; Kjeldatherm)
6) เครื่อง Spectrophotometer (Shimadzu)

3.3.3 อุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะซาก

1) เครื่องวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Instron model 651-2)
2) เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Vacuum package, VAMA)
3) ถุงสุญญากาศชนิด Polyvinyl chloride, PVC
4) มีดตัดแต่งซาก

3.3.4 อุปกรณ์ในการศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน

1) กระบอกฉีดยาขนาด 3 มิลลิลิตร
2) เข็มฉีดยาเบอร์ 25
3) หลอดใส่สารขนาด 1.5 มิลลิลิตร (Eppendrof tube)
4) หลอดพีซีอาร์ (PCR tube)
5) ไมโครปิเปต (Micropipette)
6) เครื่องชั่งอิเล็คโทรนิค (Digital balancing ; BP 221 S, BP310 S)
7) เครื่องปรับค่าความเป็นกรดด่าง (pH meter ; CG842 Schott)
8) เตาให้ความร้อน (Hot plate ; HS-101)
9) เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้ความดันไอน้ำ (Autoclave ; HICLAVE HV-50)
10) ตู้ดูดควัน (Fume hood ; FH-90)
11) เครื่องผสมสาร (Vortex mixer ; G560E)
12) เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge ; MIKRO 20)
13) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometry ; Ultrospec 1100 *pro*)
14) เครื่องพีซีอาร์ (PCR ; PTC-100)
15) เครื่องถ่ายภาพ (Gel document ; GENE GENIUS)
16) เครื่องอิเล็คโตรโฟรีซีส (Electrophoresis ; SUNRISE-96)
17) ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส (SANYO)

3.4 สารเคมี

3.4.1 สารเคมีในการวิเคราะห์อาหารสัตว์ แบบโดยประมาณ (proximate analysis)

1) Diethyl ether
2) Sodium hydroxide
3) Catalyst mixture
4) Boric acid
5) Hydrochloric acid
6) Ammonium hydroxide
7) Ammonium oxalate
8) Potassium permanganate
9) Potassium dihydrogen phosphate
10) Acetone
11) Sulfuric acid
12) Chloroform
13) Isobutanol
14) Methanol

3.4.2 สารเคมีในการศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน

1) Chloroform
2) Phenol
3) Isopropanal
4) TE buffer
5) Ethanal 75%
6) Lysis solution
7) 10% EDTA (pH 8.0)
8) Taq DNA Polymerase
9) Deoxy Neucleotide Triphosphate (dNTP)
10) Primer (Forward and Reward)

3.5 วิธีการ

3.5.1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิตในสภาวะอุณหภูมิสูง

ในการทดลองนี้จัดการทดลองแบบ 2x3 แฟกตอเรียลในการทดลองแบบสุ่มตลอด (2 x 3 Factorial in CRD) มีปัจจัยที่ 1 เป็นสภาวะอุณหภูมิและปัจจัยที่ 2 เป็นลักษณะฟีโนไทป์ โดยใช้ไก่ทดลอง 180 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะที่มีอุณหภูมิปกติและกลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ซึ่งจะถูกเลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิซึ่งมีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง (6:00-18:00 น.) และลดลงที่อุณหภูมิปกติ 12 ชั่วโมง (18:00-6:00 น.) กำหนดให้ทั้ง 2 กลุ่มมีทั้ง 3 ฟีโนไทป์คือ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติอย่างละ 30 ตัว แบ่งเป็น 3 ซ้ำๆละ 10 ตัว ทำการเลี้ยงไก่ทดลองตั้งแต่อายุ 2 สัปดาห์จนมีอายุ 12 สัปดาห์ โดยให้กินอาหารสำเร็จรูปและให้ไก่ทดลองได้กินอาหารและน้ำอย่างเต็มที่

ในการศึกษาลักษณะซาก เมื่ออายุ 12 สัปดาห์ ทำการสุ่มไก่ทดลองจากทุกกลุ่มซ้ำละ 4 ตัว เพศผู้และเพศเมียอย่างละ 2 ตัว ทำการชำแหละซากเพื่อศึกษาลักษณะซากของไก่ทดลอง โดยอดอาหารก่อนทำการฆ่า หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักไก่ที่มีชีวิตก่อนฆ่า (live weight) แล้วนำไก่มาเชือดด้วยมีด ตัดที่เส้นโลหิตดำใหญ่ ปล่อยให้เลือดไหลมากที่สุด หลังจากนั้นนำไก่ลวกน้ำร้อนเป็นเวลา 3-5 วินาที ถอนขนไก่และล้างให้สะอาด จากนั้นควักเครื่องใน ชั่งไขมันช่องท้อง ตับ กึ๋น หัวใจ และชั่งน้ำหนักตัวไก่ที่ถอนขนที่ควักเครื่องในออกแล้ว ในการชำแหละซาก จะใช้วิธี special cut เริ่มด้วยการชำแหละเนื้อหน้าอก แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ใช้มีดเชือดระหว่างกระดูกไหล่และกระดูกปีก (coracoid and humerus) ใช้มือดึงให้หลุดออกจากตัว ตัดและเลาะเนื้อหน้าอกชั่งน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักสันในซ้ายน้ำหนักปีก ต่อจากนั้นใช้มีดเชือดระหว่างข้อต่อกระดูกขาตอนบน (femur) กับกระดูกสะโพก (ilium) แล้วดึงกระดูกขาให้ออก เลาะเนื้อขาทั้งหมด ตัดหัวและคอ แข้ง เท้า หนังและโครงกระดูกที่เหลือทั้งหมดชั่งน้ำหนัก

ในการศึกษาความนุ่มของเนื้อจากการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Randomizied Design) โดยกำหนดให้มีเนื้อไก่กระทงที่มีอายุ 42 วัน จำนวน 12 ตัวเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ ทำการเก็บส่วนสันใน (fillet) ด้านซ้ายบรรจุชิ้นเนื้อในถุง (polyvinyl chloride) นำไป seal vacumm จากนั้นนำชิ้นเนื้อไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที นำชิ้นเนื้อที่ผ่านการต้มแล้วทิ้งไว้ให้เย็นโดยแช่น้ำไหลผ่านประมาณ 25-30 นาที มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวประมาณ 3 เซ็นติเมตร ให้มีพื้นที่หน้าตัดของชิ้นเนื้อประมาณ 1 ตารางเซ็นติเมตร นำชิ้นเนื้อไปวัดแรงที่ใช้ในการตัดผ่านก้อนเนื้อด้วยเครื่องตัดผ่านชิ้นเนื้อ

(Instron) โดยวางชิ้นเนื้อให้อยู่ตามแนวขวางเส้นใยกล้ามเนื้อ ดัดแปลงจากวิธีของ Meek *et al.* (2000)

ในการศึกษาทางด้านการยอมรับของผู้บริโภค (panel taste) วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล๊อก (Randomized Complete Block Design:RCBD) กำหนดให้มีเนื้อไก่กระทงที่มีอายุ 42 วัน จำนวน 12 ตัว เป็นกลุ่มเปรียบเทียบใช้ผู้ทดสอบทั้งเพศหญิงและชายที่มีอายุระหว่าง 20-30 ปี ที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 9 คนเป็นบล๊อก นำตัวอย่างเนื้อในส่วนที่เหลือจากการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อทำการตัดชิ้นเนื้อให้มีน้ำหนักประมาณ 28 กรัม จากนั้นทำการประเมินคุณภาพโดยการทดสอบแบบ Hedonic scale scoring test (ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535) ซึ่งจะทดสอบระดับความนุ่มและการยอมรับ โดยกำหนดให้เป็นคะแนนดังนี้

1) ระดับความนุ่ม
   - นุ่มมากที่สุด 5 คะแนน
   - นุ่มมาก 4 คะแนน
   - นุ่มปานกลาง 3 คะแนน
   - นุ่มเล็กน้อย 2 คะแนน
   - ไม่นุ่ม 1 คะแนน
2) ระดับการยอมรับ
   - ชอบมาก 5 คะแนน
   - ชอบ 4 คะแนน
   - เฉยๆ 3 คะแนน
   - ไม่ชอบ 2 คะแนน
   - ไม่ชอบมาก 1 คะแนน

3.5.1.1 **การเก็บตัวอย่าง**

1) มีการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ความชื้นทุกสัปดาห์

2) มีการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร 3 ระยะคือ ระยะ 2 ถึง 5 สัปดาห์ ระยะ 5 ถึง 8 สัปดาห์ และระยะ 8 ถึง 12 สัปดาห์ ตามลำดับ เพื่อนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีในอาหาร โดยใช้วิธี Proximate Analysis เพื่อหาความชื้น (moisture or water) เถ้า (ash) โปรตีน (crude protein) ไขมัน (ether extract or crude fat) เยื่อใย (crude fiber) แคลเซียม (calcium) ฟอสฟอรัส (phosphorus) และพลังงาน (gross energy) โดยใช้วิธีของ A.O.A.C. (1995)

3.5.1.2 **การบันทึกข้อมูล**

1) บันทึกน้ำหนักไก่เริ่มต้นและน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดของการทดลอง

2) น้ำหนักตัวเพิ่มทุกสัปดาห์

3) บันทึกปริมาณอาหารกินทุกสัปดาห์

4) บันทึกปริมาณน้ำที่กินทุกสัปดาห์

5) บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในและนอกห้องควบคุมอุณหภูมิทุกวัน

6) คำนวณประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FCR) ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FCR)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่ม}}$$

7) บันทึกน้ำหนักตัวที่อายุ 12 สัปดาห์ เป็นรายตัว

8) คำนวณอัตราการเจริญเติบโต (ADG) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (ADG)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่ม}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง} \times \text{จำนวนไก่ที่เลี้ยง}}$$

9) บันทึกความชื้นในมูล โดยใช้สูตรดังนี้

$$\%\text{ความชื้นในมูล} = \frac{(\text{น้ำหนักมูลก่อนอบ} - \text{น้ำหนักมูลหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักมูลก่อนอบ}}$$

10) บันทึกน้ำหนักหลังเชือด หลังถอนขน หลังควักเครื่องใน น้ำหนักเครื่องในที่กินได้ น้ำหนักไขมันช่องท้องโดยเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า

11) บันทึกน้ำหนักเครื่องในที่กินได้บันทึกน้ำหนักซากเย็น น้ำหนักเนื้ออก น้ำหนักเนื้อสันใน น้ำหนักเนื้อขา น้ำหนักปีก น้ำหนักกระดูกทั้งหมด น้ำหนักหัวและคอ น้ำหนักแข้ง โดยเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากเย็น

12) บันทึกน้ำหนักของขนหลังจากอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง

3.5.1.3 **การวิเคราะห์ข้อมูล**

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต (ADG) ปริมาณการกินอาหาร (FI) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) และลักษณะซาก จากนั้นนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบหาความแตกต่างของกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และวิเคราะห์อิทธิพลของอุณหภูมิและลักษณะฟีโนไทป์โดยวิธีการจัดชุดข้อมูลแบบแฟกตอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (2 x 3 factorial in CRD) ด้วยโปรแกรม SAS. (1985)

ความนุ่มของเนื้อจากการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบหาความแตกต่างของกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test แบบแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Complete Randomized Design)

การยอมรับของผู้บริโภควิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบหาความแตกต่างของกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test แบบแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล๊อก (Randomized Complete Block Design:RCBD)

3.5.2 การทดลองเพื่อ ศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน

ในการทดลองนี้ใช้ไก่ทดลองจากการทดลองที่ 1 โดยใช้ไก่ทดลองจากห้องที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทั้งหมด 75 ตัว

3.5.2.1 การเก็บตัวอย่าง

เมื่อไก่อายุ 1 เดือนทำการเก็บตัวอย่างเลือดของไก่ทดลองในแต่ละกลุ่ม โดยใช้เข็มฉีดยาเบอร์ 25 เจาะเส้นเลือดบริเวณใต้ปีก (wing vein) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดใส่สารขนาด 1.5 มิลลิลิตร (eppendrof tube) ที่มี EDTA 10 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 30 ไมโครลิตร เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดแข็งตัว จากนั้นนำไปเก็บไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส

3.5.2.2 การสกัดดีเอ็นเอ

ก่อนการสกัดดีเอ็นเอจะทำการละลายตัวอย่างเลือด โดยนำตัวอย่างเลือดมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้องเมื่อตัวอย่างเลือดละลายแล้วจึงทำการสกัดดีเอ็นเอ โดยใช้วิธีการที่ดัดแปลงมาจาก นรินทร์ อุประกรินทร์. (2543) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ตัวอย่างเลือด 20 ไมโครลิตร ใส่ใน lysis solution ปริมาตร 300 ไมโครลิตร เขย่าอย่างแรงด้วยเครื่องผสมสารเป็นเวลา 30 นาที

2) เติม phenol ปริมาตร 300 ไมโครลิตร และ chroloform ปริมาตร 300 ไมโครลิตร ในตู้ดูดควัน แล้วเขย่าอย่างแรงด้วยเครื่องผสมสารเป็นเวลา 30 นาที

3) ปั่นเหวี่ยงที่ 13000 รอบ/นาที เป็นเวลา 7 นาที

4) ย้ายส่วนใสที่ลอยอยู่ชั้นบนสุดด้วยไมโครปิเปตปริมาตร 150 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดใส่สารหลอดใหม่

5) เติม TE buffer ปริมาตร 150 ไมโครลิตร และ chroloform ปริมาตร 300 ไมโครลิตร เขย่าอย่างแรงด้วยเครื่องผสมสารเป็นเวลา 30 นาที

6) ปั่นเหวี่ยงที่ 13000 รอบ/นาที เป็นเวลา 7 นาที

7) ย้ายส่วนใสที่ลอยอยู่ชั้นบนสุดด้วยปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดใส่สารหลอดใหม่

8) ตกตะกอนดีเอ็นเอด้วย isopropanol ปริมาตร 500 ไมโครลิตร (แช่เย็นจัด) กลับหลอดไปมาเบาๆ 1นาทีจะเห็นสายดีเอ็นเอ

9) เทของเหลวทิ้ง เติม ethanol 75% ปริมาตร 500 ไมโครลิตร

10) ปั่นเหวี่ยงที่ 13000 รอบ/นาที เป็นเวลา 7 นาที

11) เทของเหลวทิ้งแล้ววางไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที

12) ละลายดีเอ็นเอด้วยการเติม TE buffer ปริมาตร 50 ไมโครลิตร

13) ตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 260 และ 280 นาโนเมตร

14) เก็บตัวอย่างดีเอ็นเอ ไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส

3.5.2.3 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วยเทคนิคพีซีอาร์

โดยยีนโกรทฮอร์โมนที่ได้จากการทำพีซีอาร์ จะถูกนำไปตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะและนำไปตรวจสอบหาลำดับเบสต่อไป สำหรับการทำพีซีอาร์มีส่วนประกอบของสารต่างๆ ได้แก่ ดีเอ็นเอแม่แบบ (template DNA) เอนไซม์ดีเอ็นเอโพลีเมอร์เรส (Taq DNA polymerase) ดีออกซี นิวคลีโอไทด์ ไทรฟอสเฟต (dNTP) บัฟเฟอร์ และ ไพรเมอร์ (primer) ซึ่งในการทดลองนี้ใช้ ไพรเมอร์ของยีนโกรทฮอร์โมนของไก่สกุล *Gallus gallus* (Forward : ATCCCCAGGCAAACATCCTC และ Reward : CCTCGACATCCAGCTCACAT) โดยผสมสารต่างๆ ให้เข้ากันดังแสดงในตารางที่ 3.1 จากนั้นนำไปเข้าเครื่องพีซีอาร์ ซึ่งตั้งโปรแกรมตามไพรเมอร์ (primer) แต่ละชนิดที่ใช้โดยกำหนดอุณหภูมิและเวลาภายในเครื่องสำหรับแต่ละขั้นตอนตามการทดลองของ Kuhnlein *et al.* (1997) ดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอน pre-PCR ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที จำนวน 1 รอบ

2) ขั้นตอน PCR ประกอบด้วย

-Denaturation ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที

-Primer annealing ที่อุณหภูมิ T (60 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 120 วินาที

-Primer extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วินาที

T คืออุณหภูมิที่เหมาะสมในการเกาะติดดีเอ็นเอของไพรเมอร์ในกระบวนการทำพีซีอาร์ ซึ่งจะแตกต่างกันไปในไพรเมอร์แต่ละชนิด และในขั้นตอน PCR นี้จะทำซ้ำจำนวนทั้งหมด 35 รอบ

3) ขั้นตอน post-PCR ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จำนวน 1 รอบ จากนั้นเก็บรักษาผลผลิต (PCR product) ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (Hold)

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของสารละลายในกระบวนการทำพีซีอาร์

สาร	ปริมาตร(µl)	ความเข้มข้นในปฏิกิริยา
10 X PCR buffer	2.5	1 X
2 mM dNTP	2.5	200 µM
5 µM primer forward	0.25	0.05 µM
5 µM primer reverse	0.25	0.05 µM
2 U/µl Taq polymerase	0.75	1.5 U
50 ng/µl template	2	100 ng
น้ำกลั่น	16.75	
รวม	25	

3.5.2.4 การตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะMSPI

โดยนำดีเอ็นเอที่ได้จากการทำพีซีอาร์ปริมาตร 8-12 ไมโครลิตร ตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ MSPI 1 ไมโครลิตร ในสารละลายบัฟเฟอร์ 1.5 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรสุดท้ายครบ 15 ไมโครลิตร โดยตัดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง (ดัดแปลงจาก Kuhnlein *et al.* 1997)

3.5.2.5 การตรวจสอบการเกิดโพลีมอร์ฟิซึมด้วยเทคนิคอิเล็คโตรโฟเรซิส

นำดีเอ็นเอที่ได้จากการทำพีซีอาร์ (PCR product) มาทำการตรวจสอบโดยผสม PCR product ปริมาตร 5 ไมโครลิตร กับ loading buffer ปริมาตร 2 ไมโครลิตร หยอดลงบน 0.8 % agarose gel ในเครื่องอิเล็คโตรโฟเรซิส โดยกำหนดให้ใช้กระแสไฟฟ้า 50 โวลต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำแผ่นเจลไปย้อมด้วย เอทิเดียมโบรไมด์ (ethidium bromide) เป็นเวลา 30 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 10 นาที (Kuhnlein *et al.* 1997) นำไปถ่ายภาพด้วยเครื่องถ่ายภาพ (gel document) จากนั้นตรวจสอบการเกิดโพลีมอร์ฟิซึมและขนาดของแถบดีเอ็นเอที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์โดยใช้โปรแกรม Gene Tool

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 สมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของไก่คอเปลือยในสภาวะอุณหภูมิสูง

4.1.1 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัว

จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวเฉลี่ย หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิ เมื่อไก่ทดลองอายุ 12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 1344.49±73.36 และ 1352.37±118.99 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 หากพิจารณาถึงอิทธิพลของลักษณะทางฟีโนไทป์เมื่อไก่ทดลองอายุ 12 สัปดาห์ พบว่า ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 1306.40±123.90 1392.37±80.21และ1346.52±71.39 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และหากพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักตัวเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อน้ำหนักตัวเป็นกรัมต่อตัว

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ		P-value
	ปกติ	35°C	
4	238.54±18.60	225.68±30.61	0.348
8	778.58±32.94	767.91±25.69	0.513
12	1344.49±73.36	1352.37±118.99	0.867

ตารางที่ 4.2 แสดงอิทธิพลขอฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวเป็นกรัม

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ฟีโนไทป์			P-value
	NaNa	Nana	nana	
4	228.00±29.87	240.33±26.39	228.00±22.16	0.686
8	770.75±27.57	771.00±35.63	778.00±28.71	0.914
12	1306.40±123.90	1392.37±80.21	1346.52±71.39	0.348

ตารางที่ 4.3 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวเป็นกรัม

อุณหภูมิ	ฟีโนไทป์	อายุ (สัปดาห์)		
		4	8	12
ปกติ	NaNa	238.30±28.59	771.08±14.46	1350.91±26.52
	Nana	241.33±14.67	777.00±47.95	1362.14±23.30
	nana	236.00±18.33	787.67±40.28	1319.26±22.85
35 °C	NaNa	217.70±33.10	770.41±41.13	1365.71±17.49
	Nana	239.33±39.10	765.00±27.71	1394.40±21.85
	nana	220.00±26.46	768.33±12.58	1373.10±19.22
P-value				
		0.837	0.890	0.900

4.1.2 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น พบว่าอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีน้ำหนักตัวเพิ่มเท่ากับ 153.21±18.94 และ143.68±24.98 กรัม ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีน้ำหนักตัวเพิ่มเท่ากับ 540.04±35.35และ 536.23±31.11 กรัม ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีน้ำหนักตัวเพิ่มเท่ากับ 565.91±63.98 และ 584.68±138.51 กรัม ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีน้ำหนักตัวเพิ่มเท่ากับ 1258.30±72.76และ 1270.37±119.15 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีน้ำหนักตัวเพิ่มเท่ากับ 146.33±26.95 154.00±20.63 และ 145.00±21.11 กรัม ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขน

ปกคลุมปกติ มีน้ำหนักตัวเพิ่มเท่ากับ 542.75±26.61 521.67±33.82 และ 550.00±34.48กรัม ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีน้ำหนักตัวเพิ่มเท่ากับ 535.66±143.42 621.70±81.64 และ 568.52±75.66 กรัม ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีน้ำหนักตัวเพิ่มเท่ากับ 1223.45±123.25 1306.04±84.50 และ1263.52±69.96 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

หากพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเป็นกรัม

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ		P-value
	ปกติ	35°C	
3-4	153.21±18.94	143.68±24.98	0.434
5-8	540.04±35.35	536.23±31.11	0.346
9-12	565.91±63.98	584.68±138.51	0.407
3-12	1258.30±72.76	1270.37±119.15	0.387

ตารางที่ 4.5 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเป็นกรัม

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ฟีโนไทป์			P-value
	NaNa	Nana	nana	
3-4	146.33±26.95	154.00±20.63	145.00±21.11	0.800
5-8	542.75±26.61	521.67±33.82	550.00±34.48	0.346
9-12	535.66±143.42	621.70±81.64	568.52±75.66	0.407
3-12	1223.45±123.25	1306.04±84.50	1263.52±69.96	0.387

ตารางที่ 4.6 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวเพิ่มเป็นกรัม

อุณหภูมิ	ฟีโนไทป์	ช่วงอายุ (สัปดาห์)			
		3-4	5-8	9-12	3-12
ปกติ	NaNa	152.30±28.35	532.79±27.13	577.13±55.63	1259.64±62.17
	Nana	155.33±16.04	535.67±45.24	588.63±46.84	1279.63±83.61
	nana	152.00±19.08	551.67±43.66	531.96±90.50	1235.63±94.17
35 °C	NaNa	140.37±30.10	552.70±27.16	494.18±207.78	1187.26±173.73
	Nana	152.67±28.31	507.67±15.01	654.78±105.77	1332.44±93.64
	nana	138.00±24.58	548.33±32.53	605.07±45.97	1291.41±32.19
P-value					
		0.917	0.485	0.397	0.469

4.1.3 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโต

จากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโต หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 11.82±0.99 และ 10.99±0.84 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 19.29±1.26 และ 19.15±1.11 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 20.21±2.27 และ 20.88±4.94 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 17.02±3.53 และ 18.43±1.92 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 11.19±0.96 11.84±0.73 และ 11.18±1.24 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 19.38±0.95 18.63±1.20 และ 19.64±1.23 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส

ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 19.13±5.12 22.20±2.91 และ 20.30±2.70 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือย ที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 17.75±1.95 18.95±1.48 และ 16.48±4.24 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.8

หากพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่ออัตราการเจริญเติบโต ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.7 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการเจริญเติบโตเป็นกรัมต่อตัวต่อวัน

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ		P-value
	ปกติ	35°C	
3-4	11.82±0.99	10.99±0.84	0.096
5-8	19.29±1.26	19.15±1.11	0.813
9-12	20.21±2.27	20.88±4.94	0.719
3-12	17.02±3.53	18.43±1.92	0.288

ตารางที่ 4.8 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโตเป็นกรัมต่อตัวต่อวัน

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ฟีโนไทป์			P-value
	NaNa	Nana	nana	
3-4	11.19±0.96	11.84±0.73	11.18±1.24	0.421
5-8	19.38±0.95	18.63±1.20	19.64±1.23	0.346
9-12	19.13±5.12	22.20±2.91	20.30±2.70	0.407
3-12	17.75±1.95	18.95±1.48	16.48±4.24	0.319

ตารางที่ 4.9 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโตเป็นกรัมต่อตัวต่อวัน

อุณหภูมิ	ฟีโนไทป์	ช่วงอายุ (สัปดาห์)			
		3-4	5-8	9-12	3-12
ปกติ	NaNa	11.66±0.82	19.03±0.97	20.61±1.99	18.27±1.22
	Nana	12.00±0.90	19.13±1.62	21.02±1.67	18.56±1.37
	nana	11.78±1.56	19.70±1.56	19.00±3.23	14.23±5.38
35 °C	NaNa	10.72±0.99	19.74±0.97	17.65±7.42	17.23±2.69
	Nana	11.68±0.67	18.13±0.54	23.39±3.78	19.34±1.77
	nana	10.57±0.57	19.58±1.16	21.61±1.64	18.73±0.91
		P-value			
		0.724	0.485	0.397	0.233

4.1.4 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินอาหาร

จากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ต่อปริมาณอาหารที่กินพบว่า หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีปริมาณอาหารที่กิน เท่ากับ 370.60±70.86 และ 361.60±51.57 กรัม ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมมีอิทธิพลต่อปริมาณอาหารที่กิน โดยปริมาณอาหารที่กินของไก่ทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 1304.86±109.38 และ 1202.77±100.88 กรัม ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ปริมาณอาหารที่กินของไก่ทดลองมีแนวโน้มว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 1663.95±184.76 และ 1535.87±168.35 กรัม ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 3240.9±330.73 และ 3105.60±199.24 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.10

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 361.15±61.81 381.50±65.30และ 355.67±61.90 กรัม ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ปริมาณอาหารที่กินของไก่ทดลองมีแนวโน้มว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 1322.48±137.34 1215.33±107.29 และ 1223.63±76.82 กรัม ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 1595.2±225.94 1555.4±221.05 และ 1649.2±96.39 กรัม ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 3203.0±395.99 3160.2±259.43 และ 3157.5±171.49 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.11หากพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อปริมาณอาหารที่กิน ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.10 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณอาหารที่กินต่อตัวเป็นกรัม

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ		P-value
	ปกติ	35°C	
3-4	370.60±70.86	361.60±51.57	0.789
5-8	1304.86±109.38[ก]	1202.77±100.88[ข]	0.036
9-12	1663.95±184.76	1535.87±168.35	0.150
3-12	3240.9±330.73	3105.60±199.24	0.341

[กข] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 4.11 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อปริมาณอาหารที่กินต่อตัวเป็นกรัม

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ฟีโนไทป์			P-value
	NaNa	Nana	nana	
3-4	361.15±61.81	381.50±65.30	355.67±61.90	0.799
5-8	1322.48±137.34	1215.33±107.29	1223.63±76.82	0.121
9-12	1595.2±225.94	1555.4±221.05	1649.2±96.39	0.663
3-12	3203.0±395.99	3160.2±259.43	3157.5±171.49	0.957

ตารางที่ 4.12 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณอาหารที่กินต่อตัวเป็นกรัม

อุณหภูมิ	ฟีโนไทป์	ช่วงอายุ (สัปดาห์)			
		3-4	5-8	9-12	3-12
ปกติ	NaNa	372.81±74.59	1433.92±89.90	1756.80±205.05	3410.02±505.77
	Nana	388.33±92.00	1230.00±35.38	1538.10±217.45	3156.48±276.59
	nana	350.067±70.61	1250.67±27.01	1697.00±94.48	3156.29±202.27
35 °C	NaNa	349.48±59.85	1211.04±42.70	1433.60±85.04	2994.07±80.38
	Nana	374.67±45.36	1200.67±163.97	1572.60±272.93	3163.91±302.87
	nana	360.67±67.24	1196.59±108.78	1601.50±86.42	3158.74±180.59
P-value					
		0.913	0.182	0.247	0.379

4.1.5 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินน้ำ

เมื่อพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณน้ำที่กินพบว่า ที่ช่วงอายุ 5-8 9-12 และ 3-12 สัปดาห์ ปริมาณน้ำที่กินแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในอุณหภูมิ 35°C มีปริมาณการกินน้ำมากกว่าไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) ดังแสดงในตารางที่ 4.13 นอกจากนี้หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินน้ำ พบว่าที่ช่วงอายุ 5-8 และ 9-12 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีปริมาณการกินน้ำสูงที่สุด รองลงมาเป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.14

หากพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อปริมาณอาหารที่กิน ดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.13 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณน้ำที่กินต่อตัวเป็นกรัม

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ		P-value
	ปกติ	35°C	
3-4	799.30±426.34	777.50±121.45	0.884
5-8	2658.00±381.56ข	3325.40±734.81ก	0.004
9-12	3741.80±941.65ข	4822.90±1566.96ก	0.050
3-12	7185.50±1270.80ข	8936.70±2371.41ก	0.020

ก,ข อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.14 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อปริมาณน้ำที่กินต่อตัวเป็นกรัม

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ฟีโนไทป์			P-value
	NaNa	Nana	nana	
3-4	632.40±129.54	783.30±239.68	949.30±424.64	0.247
5-8	2572.80±376.99[ข]	2917.80±505.13[ข]	3484.50±769.40[ก]	0.007
9-12	3500.10±1236.99[ข]	4118.40±1138.60[กข]	5228.60±1315.97[ก]	0.043
3-12	6685.00±1510.69[ข]	7835.90±1735.01[ข]	9662.40±1907.63[ก]	0.009

[กข] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 4.15 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณน้ำที่กินต่อตัวเป็นกรัม

อุณหภูมิ	ฟีโนไทป์	ช่วงอายุ (สัปดาห์)			
		3-4	5-8	9-12	3-12
ปกติ	NaNa	624.50±199.39	2520.70±384.78	3604.80±1568.64	6709.33±1765.99
	Nana	704.70±338.22	2590.30±457.55	3452.60±228.61	6747.63±911.73
	nana	1068.70±636.25	2863.00±356.07	4167.90±779.76	8099.56±792.99
35 °C	NaNa	640.10±44.79	2625.00±446.20	3395.30±1154.05	6660.67±1607.78
	Nana	862.00±103.29	3245.30±326.78	4784.20±1363.42	8924.22±1772.36
	nana	830.00±57.24	4106.00±440.78	6289.20±588.58	11225.22±1068.44
		P-value			
		0.549	0.090	0.192	0.167

4.1.6 ความชื้นในมูลสด

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลสดพบว่า ที่ช่วงอายุ 5-8 และ 9-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในอุณหภูมิ 35°C มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลสดมากกว่าไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.16

นอกจากนี้หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์พบว่า ที่ช่วงอายุ 5-8 และ 9-12 สัปดาห์ ไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีปริมาณการกินน้ำสูงที่สุดและมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05) กับไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ดังแสดงในตารางที่ 4.17

หากพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลสด ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.16 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมูลสด

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ		P-value
	ปกติ	35°C	
3-4	70.92±11.61	81.33±7.71	0.093
5-8	75.45±6.80^{ข}	80.34±9.05^{ก}	0.0038
9-12	71.28±7.98^{ข}	82.17±7.50^{ก}	0.0001

$^{ก ข}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางที่ 4.17 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมูลสด

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ฟีโนไทป์			P-value
	NaNa	Nana	nana	
3-4	68.30±13.39	76.48±6.02	83.60±7.76	0.133
5-8	69.70±3.35^{ก}	76.97±3.69^{ข}	87.02±4.51^{ก}	0.0001
9-12	68.12±6.81^{ก}	76.83±5.59^{ข}	85.21±6.78^{ก}	0.0001

$^{ก ข}$ อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.01)

ตารางที่ 4.18 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมูลสด

อุณหภูมิ	ฟีโนไทป์	อายุ (สัปดาห์)		
		4	8	12
ปกติ	NaNa	63.023±20.50	68.164±2.26	62.350±3.92
	Nana	72.708±6.88	75.005±2.88	72.163±3.45
	nana	77.037±0.84	83.174±1.53	79.316±3.18
35 °C	NaNa	73.577±2.62	71.239±3.99	73.897±0.82
	Nana	80.260±2.09	78.929±3.79	81.494±1.04
	nana	900.157±2.87	90.856±2.08	91.112±0.72
P-value				
		0.910	0.372	0.668

4.1.7 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

จากศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร พบว่าหากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก เท่ากับ 2.49±0.47 และ 2.65±0.89 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก เท่ากับ 2.43±0.27 และ 2.27±0.26 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักเท่ากับ 2.96±0.38 และ 2.84±1.19 ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก เท่ากับ 2.58±0.22 และ 2.47±0.30 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.19

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก เท่ากับ 2.61±0.97 2.56±0.76 และ 2.54±0.80 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก เท่ากับ 2.45±0.32 2.36±0.25 และ 2.24±0.23 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักเท่ากับ 3.27±1.38 2.94±0.25 และ 2.48±0.40 ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก เท่ากับ 2.62±0.37 2.51±0.19และ 2.44±0.19 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.20

หากพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.19 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ		P-value
	ปกติ	35°C	
3-4	2.49±0.47	2.65±0.89	0.720
5-8	2.43±0.27	2.27±0.26	0.189
9-12	2.96±0.38	2.84±1.19	0.774
3-12	2.58±0.22	2.47±0.30	0.444

ตารางที่ 4.20 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ฟีโนไทป์			P-value
	NaNa	Nana	nana	
3-4	2.61±0.97	2.56±0.76	2.54±0.80	0.989
5-8	2.45±0.32	2.36±0.25	2.24±0.23	0.362
9-12	3.27±1.38	2.94±0.25	2.48±0.40	0.350
3-12	2.62±0.37	2.51±0.19	2.44±0.19	0.593

ตารางที่ 4.21 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

อุณหภูมิ	ฟีโนไทป์	ช่วงอายุ (สัปดาห์)			
		3-4	5-8	9-12	3-12
ปกติ	NaNa	2.58±1.06	2.70±0.23	3.05±0.24	2.70±0.28
	Nana	2.55±0.85	2.31±0.22	2.61±0.24	2.47±0.09
	nana	2.33±0.58	2.28±0.17	3.24±0.40	2.57±0.26
35 °C	NaNa	2.65±1.12	2.20±0.14	3.50±2.14	2.54±0.51
	Nana	2.56±0.86	2.41±0.33	2.36±0.24	2.42±0.29
	nana	2.74±1.08	2.20±0.33	2.65±0.06	2.45±0.10
P-value					
		0.925	0.139	0.611	0.938

4.1.8 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเลี้ยงรอด

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีอัตราการเลี้ยงรอด เท่ากับ 98.89±3.33 และ 98.89±3.33 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีอัตราการเลี้ยงรอด เท่ากับ 96.54±7.21 และ 94.44±13.33 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีอัตราการเลี้ยงรอด เท่ากับ 89.72±10.03 และ 98.89±3.33 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีอัตราการเลี้ยงรอด เท่ากับ 85.55±11.30 และ 92.22±13.02 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการเลี้ยงรอด(%)

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ		P-value
	ปกติ	35°C	
3-4	98.89±3.33	98.89±3.33	1.000
5-8	96.54±7.21	94.44±13.33	0.680
9-12	89.72±10.03[ก]	98.89±3.33[ก]	0.034
3-12	85.55±11.30	92.22±13.02	0.235

[กข] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเลี้ยงรอด เท่ากับ 96.67±5.16 96.67±5.16 และ 100.00±0 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเลี้ยงรอด เท่ากับ 94.82±8.51 93.33±16.33 และ 98.33±4.08 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะ โฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเลี้ยงรอด เท่ากับ 91.25±11.81 96.67±5.16 และ 95.00±8.37 ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส

ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเลี้ยงรอด เท่ากับ 83.33±12.11 90.00±15.49 และ 93.33±8.16 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่ออัตราการเลี้ยงรอด

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ฟีโนไทป์			P-value
	NaNa	Nana	nana	
3-4	96.67±5.16	100.00±0	100.00±0	0.178
5-8	94.82±8.51	93.33±16.33	98.33±4.08	0.320
9-12	91.25±11.81	96.67±5.16	95.00±8.37	0.514
3-12	83.33±12.11	90.00±15.49	93.33±8.16	0.330

หากพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่ออัตราการเลี้ยงรอด ดังแสดงในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.12 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเลี้ยงรอด

อุณหภูมิ	ฟีโนไทป์	ช่วงอายุ (สัปดาห์)			
		3-4	5-8	9-12	3-12
ปกติ	NaNa	96.67±5.77	89.63±10.02	85.83±15.07	73.33±5.77
	Nana	100.00±0.00	100.00±0.00	95.33±5.77	93.33±5.77
	nana	100.00±0.00	100.00±0.00	90.00±10.00	90.00±10.00
35 °C	NaNa	96.67±5.77	100.00±0.00	96.67±5.77	93.33±5.77
	Nana	100.00±0.00	86.67±23.09	100.00±0.00	86.67±23.09
	nana	100.00±0.00	96.67±5.77	100.00±0.00	96.67±5.77
P-value					
		1.000	0.190	0.900	0.167

4.1.9 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักเท่ากับ 27.36±8.23 และ 29.15±9.80 ตามลำดับ ที่ช่วง

อายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก เท่ากับ 25.65±2.87 และ23.78±2.46 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักเท่ากับ 28.83±3.72 และ 27.78±11.57 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักเท่ากับ 27.09±1.83 และ 25.11±2.89 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก(บาท/กก.)

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	อุณหภูมิ	
	ปกติ	35°C
3-4	27.36±8.23	29.15±9.80
5-8	25.65±2.87	23.78±2.46
9-12	28.83±3.72	27.78±11.57
3-12	27.09±1.83	25.11±2.89

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ ที่ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักเท่ากับ 28.75±10.72 28.11±8.4 และ 27.90±8.87 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะ โฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักเท่ากับ 25.85±3.41 24.67±2.24 และ 23.63±2.52 ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักเท่ากับ 31.85±13.48 24.24±2.51 และ 28.63±3.98 ตามลำดับ และที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักเท่ากับ 27.54±3.43 24.67±1.69 และ 26.08±1.16 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก(บาท/กก.)

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ฟีโนไทป์		
	NaNa	Nana	nana
3-4	28.75±10.72	28.11±8.4	27.90±8.87
5-8	25.85±3.41	24.67±2.24	23.63±2.52
9-12	31.85±13.48	24.24±2.51	28.63±3.98
3-12	27.54±3.43	24.67±1.69	26.08±1.16

หากพิจารณาถึงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก (บาท/กก.)

อุณหภูมิ	ฟีโนไทป์	ช่วงอายุ (สัปดาห์)			
		3-4	5-8	9-12	3-12
ปกติ	NaNa	28.36±11.67	28.50±2.42	29.64±2.37	28.85±0.95
	Nana	28.05±9.34	24.40±2.32	25.37±2.30	25.18±0.94
	nana	25.65±6.38	24.05±1.80	31.48±3.88	27.24±1.20
35 °C	NaNa	29.14±12.28	23.20±1.45	34.06±20.85	26.24±4.84
	Nana	28.16±9.46	24.95±2.63	23.48±2.80	24.16±2.33
	nana	30.15±11.86	23.20±3.47	25.79±0.61	24.92±1.05

4.1.10 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อลักษณะซาก

การศึกษาอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ พบว่าอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักหลังถอนขน น้ำหนักหลังควักเครื่องใน น้ำหนักเลือดและขน น้ำหนักหัวและคอ ไขมันช่องท้อง น้ำหนักซาก เนื้อสันใน เนื้ออก เนื้อทั้งหมด หนังทั้งหมดและกระดูก แต่ปริมาณเนื้อขาของไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35°C จะสูงกว่าไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 แสดงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อลักษณะซาก

ลักษณะ	อุณหภูมิ		P-value
	ปกติ	35°C	
น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	1397.14±188.06	1375.88±196.31	0.716
น้ำหนักหลังเชือด (%)[1]	95.23±2.53	95.32±1.57	0.943
น้ำหนักหลังถอนขน (%)[1]	87.94±2.18	88.44±2.12	0.268
น้ำหนักเลือดและขน (%)[1]	12.07±2.18	11.57±2.12	0.268
น้ำหนักหลังควักเครื่องใน(%)[1]	79.05±2.87[ข]	80.62±2.23[ก]	0.014
หัว คอและแข้ง (%)[1]	12.66±0.89	12.81±1.19	0.555
เครื่องในกินได้ (%)[1]	5.94±1.06[ก]	4.75±0.57[ข]	0.0001
ไขมันช่องท้อง (%)[1]	0.88±0.83	1.19±1.01	0.208
น้ำหนักซาก (กรัม)	1087.14±168.18	1090.59±165.35	0.852
เนื้ออก (%)[2]	11.79±1.55	11.67±1.10	0.763
เนื้อสันใน (%)[2]	4.14±0.44	4.06±0.48	0.434
ปีก (%)[2]	1.28±0.07[ก]	1.24±0.07[ข]	0.048
เนื้อขา (%)[2]	20.21±1.24[ข]	21.56±1.52[ก]	0.0001
เนื้อทั้งหมด (%)[2]	37.23±6.01	37.28±2.11	0.863
หนัง (%)[2]	5.35±1.00	5.36±1.13	0.964
กระดูก (%)[2]	28.24±2.37	27.68±2.10	0.284

[ก,ข] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

[1] คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต

[2] คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์พบว่าลักษณะทางฟีโนไทป์ ไม่มีอิทธิพลน้ำหนักมีชีวิต เครื่องในที่กินได้ ไขมันช่องท้อง น้ำหนักซาก เนื้อสันใน หนังทั้งหมด และกระดูก แต่น้ำหนักหลังถอนขน น้ำหนักเลือดและขน น้ำหนักหัว คอและแข้ง เนื้ออก เนื้อขา และเนื้อทั้งหมดของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 แสดงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อลักษณะซาก

ลักษณะ	ฟีโนไทป์			P-value
	NaNa	Nana	nana	
น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	1405.83±2.06.45	1400.91±169.19	1353.04±197.86	0.591
น้ำหนักหลังเชือด (%)[1]	95.59±2.25	94.58±2.13	95.61±1.80	0.189
น้ำหนักหลังถอนขน (%)[1]	89.66±1.94[ก]	87.64±1.75[ข]	87.16±1.92[ข]	0.0001
น้ำหนักเลือดและขน (%)[1]	10.34±1.94[ข]	12.36±1.75[ก]	12.84±1.92[ก]	0.0001
น้ำหนักหลังควักเครื่องใน(%)[1]	80.60±2.67	79.48±3.30	79.33±1.81	0.200
หัว คอและแข้ง (%)[1]	12.71±1.24[กข]	12.35±0.85[ข]	13.13±0.87[ก]	0.044
เครื่องในกินได้ (%)[1]	5.59±0.93	5.13±0.88	5.32±1.25	0.136
ไขมันช่องท้อง (%)[1]	1.16±1.11	0.74±0.74	1.19±0.87	0.232
น้ำหนักซาก (กรัม)	1114.58±173.50	1099.55±159.32	1051.74±163.55	0.401
เนื้ออก (%)[2]	11.96±1.55[ก]	12.24±1.23[ก]	11.01±0.86[ข]	0.005
เนื้อสันใน (%)[2]	4.14±0.44	4.18±0.50	3.97±0.09	0.284
ปีก (%)[2]	1.27±0.06	1.26±0.09	1.27±0.06	0.808
เนื้อขา (%)[2]	20.74±1.45[กข]	21.43±1.58[ก]	20.48±1.50[ข]	0.032
เนื้อทั้งหมด (%)[2]	36.84±2.37[ข]	39.59±6.84[ก]	35.46±1.73[ข]	0.007
หนัง (%)[2]	5.12±1.12	5.38±1.04	5.58±1.00	0.331
กระดูก (%)[2]	28.16±2.41	27.79±2.21	27.92±2.18	0.827

[กข] อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[1] คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต

[2] คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก

จากศึกษาพบว่าอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อลักษณะที่ศึกษาทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.24 แสดงอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อลักษณะซาก

ลักษณะ	อุณหภูมิ 30°C			อุณหภูมิ 35°C			P-value
	NaNa	Nana	nana	NaNa	Nana	nana	
นน.มีชีวิต (กรัม)	1441.67±232.53	1363.33±100.84	1385.45±213.75	1370.00±179.60	1446.00±224.11	1323.33±186.42	0.333
นน.หลังเชือด (%)[1]	95.33±2.86	94.38±2.65	96.06±1.86	95.85±1.52	94.83±1.41	95.20±1.73	0.460
นน.หลังถอนขน (%)[1]	89.48±2.35	87.15±1.70	87.11±1.61	89.84±1.52	88.22±1.72	87.21±2.24	0.675
นน.เลือดและขน (%)[1]	10.52±2.35	12.85±1.70	12.89±1.16	10.16±1.52	11.78±1.72	12.79±2.24	0.675
นน.หลังควักเครื่องใน(%)[1]	79.80±2.88	78.58±3.74	78.72±1.59	81.40±2.30	80.56±2.44	79.89±1.90	0.870
หัว คอและแข้ง (%)[1]	12.94±0.81	12.25±0.93	12.92±0.86	12.64±1.25	12.63±0.86	13.35±1.00	0.527
เครื่องในกินได้ (%)[1]	6.22±0.88	5.61±0.72	6.01±1.48	4.97±0.46	4.55±0.73	4.69±0.50	0.877
ไขมันช่องท้อง (%)[1]	1.00±1.04	0.65±0.73	1.01±0.72	1.32±1.21	0.85±0.78	1.35±0.99	0.958
น้ำหนักซาก (กรัม)	1137.50±202.40	1054.17±107.57	1068.18±183.40	1091.67±144.34	1154.00±197.61	1036.67±149.69	0.278
เนื้ออก (%)[2]	11.91±1.83	12.61±1.31	10.78±0.82	12.01±1.28	11.79±1.03	11.22±0.89	0.228

[1] คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต

[2] คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

ลักษณะ	อุณหภูมิ 30°ซ			อุณหภูมิ 35°ซ			P-value
	NaNa	Nana	nana	NaNa	Nana	nana	
เนื้อสันใน (%)[2]	4.07±0.46	4.32±0.46	4.03±0.38	4.22±0.55	4.02±0.53	3.92±0.37	0.259
ปีก (%)[2]	1.29±0.06	1.27±0.10	1.29±0.04	1.24±0.05	1.24±0.09	1.25±0.08	0.738
เนื้อขา (%)[2]	20.23±0.96	20.61±1.26	19.73±1.45	21.25±1.71	22.41±1.40	21.17±1.25	0.631
เนื้อทั้งหมด (%)[2]	36.20±2.46	40.73±9.03	34.54±1.69	37.48±2.20	38.22±2.46	36.31±1.33	0.187
หนัง (%)[2]	5.19±1.28	5.32±0.83	5.55±0.89	5.03±1.01	5.45±1.30	5.61±1.14	0.894
กระดูก (%)[2]	27.95±2.35	28.31±2.41	28.47±2.57	28.36±2.58	27.18±1.89	27.41±1.71	0.436

[2] คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก

4.1.9 ปริมาณขนที่ปกคลุมร่างกาย

จากการทดลองพบว่า ลักษณะทางฟีโนไทป์มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ขน ดังแสดงในตารางที่ 4.17 โดยไก่ที่ขนปกคลุมปกติ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสและเฮเทอโรไซกัสมีเปอร์เซ็นต์ขนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยไก่ที่ขนปกคลุมปกติมีเปอร์เซ็นต์ขนมากที่สุด รองลงมาเป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ขนน้อยกว่าไก่ที่ขนปกคลุมปกติ 35.66 เปอร์เซ็นต์ และไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสมีเปอร์เซ็นต์ขนน้อยที่สุดซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ขนน้อยกว่าไก่ที่ขนปกคลุมปกติ 46.25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.31 แสดงเปอร์เซ็นต์ขนของไก่คอเปลือยและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ

ลักษณะ	เปอร์เซ็นต์ขน[1]
NaNa	2.19 ± 0.03^{ก}
Nana	2.63 ± 0.14^{ข}
nana	4.04 ± 0.30^{ค}

^{กขค} อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$)

[1] คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต

4.1.10 การทดสอบการชิมและค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ

จากการทดสอบการชิมด้วยการศึกษาระดับความนุ่มและระดับการยอมรับ โดยใช้ไก่กระทงเป็นกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับไก่ทดลองพบว่า ระดับความนุ่มที่ได้จากการทดสอบการชิมของไก่กระทง มีค่าเท่ากับ 3.67 ± 1.01 ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในอุณหภูมิปกติและในอุณหภูมิ 35°C ซึ่งแบ่งเป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีค่าเท่ากับ 3.56 ± 1.13 3.56 ± 1.22 3.33 ± 0.88 3.44 ± 0.87 3.67 ± 0.87 และ 4.00 ± 1.41 ตามลำดับ นอกจากนี้ระดับการยอมรับที่ได้จากการทดสอบการชิมของไก่กระทงมีค่าเท่ากับ 3.22 ± 0.93 ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในอุณหภูมิปกติและในอุณหภูมิ 35°C ซึ่งแบ่งเป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีค่าเท่ากับ 3.89 ± 0.97 3.78 ± 1.12 3.67 ± 0.78 3.89 ± 0.83 3.78 ± 0.6 และ 4.11 ± 1.48 ตามลำดับ ส่วนค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อระหว่างไก่ทดลองกับกลุ่มควบคุมพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นไก่กระทงมีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.18 แสดงค่าจากการทดสอบการชิมและค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ

ลักษณะ	กลุ่ม ควบคุม	อุณหภูมิ 30°C			อุณหภูมิ 35°C			P-value
		NaNa	Nana	nana	NaNa	Nana	nana	
ความนุ่ม[1]	3.67±1.01	3.56±1.13	3.56±1.22	3.33±0.88	3.44±0.87	3.67±0.87	4.00±1.41	0.842
ความยอมรับ[1]	3.22±0.93	3.89±0.97	3.78±1.12	3.67±0.78	3.89±0.83	3.78±0.6	4.11±1.48	0.595
ค่าแรงตัดผ่าน	16.6±2.93[ก]	13.59±3.06[ข]	14.63±2.46[กข]	13.49±2.80[ข]	13.34±2.38[ข]	12.84±2.81[ข]	13.91±5.83[ข]	0.014

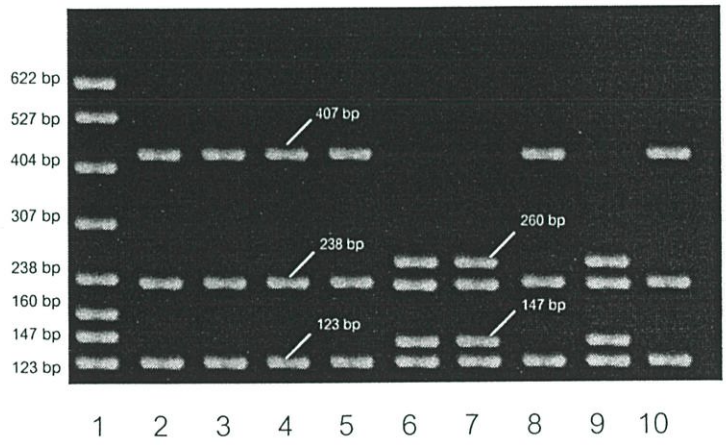
[กข] อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[1] ค่าที่ได้จากการทดสอบการชิม

4.2 ลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน

4.2.1 โพลีมอร์ฟิซึม

จากการศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน โดยการตัดด้วยเอนไซม์ *MspI* พบว่า สามารถจำแนกยีนโกรทฮอร์โมนได้ 2 ลักษณะคือ 1)ยีนโกทฮอร์โมนที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ซึ่งมีตำแหน่งที่สามารถถูกจดจำด้วยด้วยเอนไซม์ *MspI* จำนวน 2 ตำแหน่ง ทำให้ได้ดีเอ็นเอสายสั้น(flegment) ที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์จำนวน 3 เส้น ที่มีขนาด 407 238 และ 123 เบสแพร์ (bp) ตามลำดับ 2) ยีนโกทฮอร์โมนที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสซึ่งตำแหน่งที่สามารถถูกจดจำด้วยด้วยเอนไซม์ *MspI* จำนวน 3 ตำแหน่ง ทำให้ได้ดีเอ็นเอสายสั้นที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์จำนวน 4 เส้น ที่มีขนาด 260 238 147 และ 123 เบสแพร์ ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-8 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส ช่องที่ 9-10 เป็นไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ

4.2.2 ลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมน

จากการทดลองสามารถหาลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมนได้ดังนี้

1	atccccaggc	aaacatcctc	cccaaccttt	ccatctccgt
41	ataaatgact	acaatgaggt	agcaccatgg	cgaacacatc
81	tgcatttatg	caaggagggg	atatggagag	gtggcagtga
121	tcacgagcac	ccccatccat	tttaaacaga	cccccagcta
161	tataaggggt	gtctcacctg	ttatcatcac	ctggatgaaa
201	ggaggaaacg	ttcaagcaac	acctgagcaa	ctctcccggc
241	aggaatggct	ccaggtactt	tgctttatct	cagttctaat
281	gggtgttcca	atgctgctgc	atgctttggg	tgatgggata

321	cgatggtggg	gtgtgctgtg	gtgggctgta	cacacgcaga
361	gccggctctg	aactaaaatg	tggcaactta	cagatcagtg
401	acaaaggatc	tccttcccta	cagtgcaact	tcaaaccatg
441	agctgactca	ggtaaccctg	agcctaacct	tgacaggggg
481	caggaattga	gctgcagaat	acgaagaaca	aggcaaacca
521	gagttgtaat	ggtgattgct	atcatacgtg	ttgccagggg
561	atattaaaaa	ctcagttcca	aggcttttaa	aaacggagat
601	cagggatgat	Tgtctaaatc	agaactcata	agaatggccc
641	gggttgaaaa	gcacttcaaa	gatcacctaa	tttcaacccc
681	ttgcacttgt	ccaagtcctg	caggctccag	ggcattcctc
721	cactgaagt	aaaccctact	gagattaact	tttgtaagcg
761	gacactcatg	tgagctggat	gtcgagg	

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของไก่คอเปลือยในสภาวะอุณหภูมิสูง

5.1.1 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัว

จากผลการทดลองพบว่า อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวเฉลี่ย เมื่อไก่ทดลองอายุ 12 สัปดาห์ พบว่า ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 1306.40±123.90 1392.37±80.21 และ 1346.52±71.39 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Yalcin *et. al.* (1997) ที่ได้ศึกษาการให้ผลผลิตของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเป็นเฮเทอโรไซกัส (Nana) เปรียบเทียบกับไก่ปกติ (nana) ในสภาวะอากาศต่างๆ ของประเทศ ตุรกี คือในเขตอบอุ่นช่วงฤดูใบไม้ผลิ ในเขตอบอุ่นช่วงฤดูร้อนและในเขตร้อนช่วงฤดูร้อนซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 19 28 และ 32 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ได้รายงานว่า ในสภาวะที่มีอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ไก่คอเปลือยคละเพศที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ และสอดคล้องกับรายงานของ Eberhart and Washburn (1993) ที่ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ ที่อุณหภูมิ 21และ32 องศาเซลเซียส ได้รายงานว่า ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ

5.1.2 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปรากฏว่าทั้งอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น โดยที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือย ที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีน้ำหนักตัวเพิ่มเท่ากับ 1223.45±123.25 1306.04±84.50 และ 1263.52±69.96 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Yalcin *et. al.* (1997) ที่ได้ศึกษาการให้ผลผลิตของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส (Nana) เปรียบเทียบกับไก่ปกติ (nana) ในสภาวะอากาศต่างๆ ของประเทศตุรกี คือใน เขตอบอุ่นช่วงฤดูใบไม้ผลิ ในเขตอบอุ่นช่วงฤดูร้อนและในเขตร้อนช่วงฤดูร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 19 28 และ 32 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ได้รายงานว่า ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ และสอดคล้องกับรายงานของ Deeb and Cahaner (2001) ที่ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ

ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ได้รายงานว่า ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีน้ำหนักตัวเพิ่มมากกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ

5.1.3 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโต

จากศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโตพบว่า อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโต โดยที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือย ที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 17.75±1.95 18.95±1.48 และ 16.48±4.24 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Deeb and Cahaner (2002) ที่ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสเปรียบเทียบกับไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ ที่สภาวะอุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ได้รายงานว่าไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ

5.1.4 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินอาหาร

จากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ต่อปริมาณอาหารที่กิน พบว่าที่ช่วงอายุ 3-4 และ 9-12 สัปดาห์ อุณหภูมิสภาวะแวดล้อม ไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณอาหารที่กิน แต่ที่อายุ 5-8 สัปดาห์ อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมมีอิทธิพลต่อปริมาณอาหารที่กิน ($P<0.05$) ซึ่งไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30°C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 1304.86±109.38 และ 1202.77±100.88 กรัม ตามลำดับ ที่ช่วงอายุ 9-12 สัปดาห์ ปริมาณอาหารที่กินของไก่ทดลองมีแนวโน้มว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิเฉลี่ย 30° C) และไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 1663.95±184.76 และ 1535.87±168.35 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Carol *et. al.* (1983) ที่ได้ทดลองเปรียบเทียบปริมาณการกินอาหารของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติใน 2 สภาวะอุณหภูมิ คือที่อุณหภูมิ 21 และ 38 องศาเซลเซียส ได้รายงานว่าลักษณะทางฟีโนไทป์ไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณอาหารที่กินแต่อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมมีอิทธิพลต่อปริมาณอาหารที่กิน ($P<0.01$) โดยไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในสภาวะอุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส มีปริมาณการกินอาหารมากกว่าไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในสภาวะอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ พบว่าที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 3203.0±395.99 3160.2±259.43 และ 3157.5±171.49 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ

Yalcin *et. al.* (1997) ที่ได้ศึกษาการให้ผลผลิตของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส (Nana) เปรียบเทียบกับไก่ปกติ (nana) ในสภาวะอากาศต่างๆ ของประเทศตุรกี ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 19 28 และ 32 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยได้รายงานว่า ในสภาวะที่มีอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีปริมาณการกินอาหารน้อยกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ Chahaner *et. al.* (1993) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ได้รายงานว่า ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสมีปริมาณการกินอาหารสูงที่สุด รองลงมาคือไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ ตามลำดับ

5.1.5 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินน้ำ

จากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ต่อปริมาณการกินน้ำ ปรากฏว่าที่ช่วงอายุ 5-8 และ 9-12 3-12 สัปดาห์ อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์มีอิทธิพลต่อปริมาณการกินน้ำ ($P<0.05$) แต่ไม่มีอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อม x ลักษณะทางฟีโนไทป์ หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในสภาวะที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีปริมาณการกินน้ำมากกว่าไก่ที่ถูกเลี้ยงในสภาวะที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Bonnet *et. al.* (1978); Deeb and Cahaner (2002); Xin *et. al.* (2002) ที่รายงานว่าอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลให้ไก่มีปริมาณการกินน้ำเพิ่มขึ้น หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ ต่อการกินน้ำแล้วไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีปริมาณการกินน้ำมากที่สุด รองลงมาเป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เนื่องจากไก่เป็นสัตว์ที่ไม่มีต่อมเหงื่อ ดังนั้นในการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายด้วยการถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกายทางหงอน จากลักษณะของไก่คอเปลือยที่ไม่มีขนปกคลุมบริเวณลำคอหรือมีน้อย โดยจากการทดลองไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสที่มีปริมาณขนปกคลุมร่างกายน้อยกว่า ไก่ปกติถึง 35.66 และ 46.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงส่งผลให้ไก่คอเปลือยมีความสามารถในการระบายความร้อนได้ดีกว่าไก่ปกติ ในสภาวะอากาศที่ร้อน เมื่อไก่ที่มีขนปกคลุมปกติไม่สามารถระบายความร้อนด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนได้ทันจึงต้องกินน้ำในปริมาณที่มากกว่าไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสเพื่อนำไปใช้ในการระบายความร้อน ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองที่ศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลสดที่ไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลสดมากกว่าไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสจึงเป็นที่แน่ชัดว่า ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงไก่ที่มีขนปกคลุมปกติระบายความร้อนที่เกิดขึ้นด้วยการกินน้ำเป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Deeb and Cahaner (2002) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการกินน้ำของไก่

คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติที่อุณหภูมิ 22 และ 32 องศาเซลเซียส ได้รายงานว่าไก่ที่ถูกเลี้ยงที่อุณหภูมิสูงมีปริมาณการกินน้ำมากกว่าไก่ที่ถูกเลี้ยงที่อุณหภูมิปกติและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีปริมาณการกินน้ำมากกว่าไก่ที่มีลักษณะคอเปลือยและสอดคล้องกับรายงานของ พันทิพา และคณะ; May *et. al.* (1997); Zhou *et. al.* (1998) ที่รายงานว่าอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลให้ไก่มีปริมาณการกินน้ำเพิ่มขึ้น

5.1.6 ความชื้นในมูลสด

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลสด ที่ช่วงอายุ 5-8และ 9-12 สัปดาห์ ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลสดมากกว่าไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) นอกจากนี้หากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ ที่ช่วงอายุ 5-8และ9-12 สัปดาห์ ไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีปริมาณการกินน้ำสูงที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) กับไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีประสิทธิภาพในการระบายความร้อนด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนน้อยกว่าไก่คอเปลือยจึงใช้วิธีการกินน้ำแล้วถ่ายออกมาเพื่อระบายความร้อนที่เกินความจำเป็นทำให้มีเปอร์เซ็นต์คความชื้นในมูลสดสูงกว่า ไก่คอเปลือย ซึ่งสอดคล้องกับ May *et. al.* (1997) ที่รายงานว่าอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลให้ไก่มีปริมาณการกินน้ำเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับ Deeb and Cahaner (2002) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการกินน้ำของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติที่อุณหภูมิ 22 และ 32 องศาเซลเซียส ได้รายงานว่าไก่ที่ถูกเลี้ยงที่อุณหภูมิสูงมีปริมาณการกินน้ำมากกว่าไก่ที่ถูกเลี้ยงที่อุณหภูมิปกติและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีปริมาณการกินน้ำมากกว่าไก่ที่มีลักษณะคอเปลือย

5.1.7 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

จากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร พบว่าอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ไม่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร โดยที่ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก เท่ากับ 2.62 ± 0.37 2.51 ± 0.19 และ 2.44 ± 0.19 กรัม ตามลำดับ ซึ่งขัดแย้งกับงานทดลองของ Deeb and Cahaner (2002) ที่ศึกษาผลของลักษณะคอเปลือยต่อการกินอาหารและสมรรถภาพการผลิตที่มีสภาวะอุณหภูมิสูง (32 องศาเซลเซียส) ได้รายงานว่า

ไก่ที่มีลักษณะคอเปลือยมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติและงานทดลองของ Eberhart and Washburn (1993) ที่ทำการศึกษาผลของยีนคอเปลือยในสภาวะที่มีอุณหภูมิ 21 และ 32 องศาเซลเซียส โดยที่สภาวะอุณหภูมิสูงไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ

5.1.8 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่ออัตราการเลี้ยงรอด

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการเลี้ยงรอด เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติและไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีอัตราการเลี้ยงรอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ และหากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่ออัตราการเลี้ยงรอด เมื่อสิ้นสุดการทดลองไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีอัตราการเลี้ยงรอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5.1.9 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก

หากพิจารณาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิปกติและไก่ทดลองที่ถูกเลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ และหากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก เมื่อสิ้นสุดการทดลองไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัส และไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ

5.1.10 อิทธิพลของอุณหภูมิและฟีโนไทป์ต่อลักษณะซาก

จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักหลังถอนขน น้ำหนักเลือดและขน เครื่องในที่กินได้ น้ำหนักหัวและคอ ไขมันช่องท้อง น้ำหนักซาก เนื้อสันใน หนังทั้งหมด และกระดูก แต่อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมมีอิทธิพลต่อเนื้อขา น้ำหนักหลังควักเครื่องในและน้ำหนักปีก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Pope and Emmert (2002) ที่ศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงที่อุณหภูมิ 35 และ 23.9 องศาเซลเซียส ได้รายงานว่า ไก่กระทงที่ถูกเลี้ยงในอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีเนื้อขามากกว่าไก่กระทงที่ถูกเลี้ยงในอุณหภูมิ 23.9 องศาเซลเซียส และหากพิจารณาถึงอิทธิพลของฟีโนไทป์ พบว่าลักษณะทางฟีโนไทป์มีอิทธิพลต่อเนื้อขา เนื้ออกและเนื้อทั้งหมด โดยไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีเนื้อขา เนื้ออกและเนื้อทั้งหมด มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Deeb and Cahaner (1999); Yalcin *et. al.* (1997); Cahaner *et. al.* (1993) ที่รายงานว่าในสภาวะอุณหภูมิสูงไก่ที่มีลักษณะคอเปลือยมีปริมาณเนื้ออกมากกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะทางฟีโนไทป์มีอิทธิพลต่อน้ำหนักหลังถอนขน และน้ำหนักเลือดและขน โดยไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสมีน้ำหนัก

หลังถอนขนมากที่สุดและมีน้ำหนักเลือดและขนน้อยที่สุด โดยมีสาเหตุมาจากการที่ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะ โฮโมไซกัสมีปริมาณขนที่ปกคลุมร่างกายน้อยกว่าทั้งไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bordas *et al.* (1978) ที่รายงานว่า ไก่คอเปลือยที่เป็นโฮโมไซกัส และเฮเทอโรไซกัส จะมีขนน้อยกว่าไก่ปกติ 40 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5.1.11 ปริมาณขนที่ปกคลุมร่างกาย

จากการทดลอง ไก่ที่ขนปกคลุมปกติ ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสและเฮเทอโรไซกัสมีเปอร์เซ็นต์ขนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.01$) โดยไก่ที่ขนปกคลุมปกติมีเปอร์เซ็นต์ขนมากที่สุด รองลงมาเป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ขนน้อยกว่าไก่ที่ขนปกคลุมปกติ 35.66 เปอร์เซ็นต์ และไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสมีเปอร์เซ็นต์ขนน้อยที่สุดซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ขนน้อยกว่าไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ 46.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับ Bordas *et. al.* (1978) ที่รายงานว่า ลักษณะคอเปลือยเป็นผลมาจากยีนคอเปลือย (Na gene) ซึ่งจะทำให้ไก่มีขนปกคลุมร่างกายน้อยกว่าไก่ปกติ หากมีลักษณะโฮโมไซกัสจะทำให้มีขนปกคลุมร่างกายน้อยกว่าไก่ปกติ 40 เปอร์เซ็นต์ และหากมีลักษณะเฮเทอโรไซกัสจะทำให้มีขนปกคลุมร่างกายน้อยกว่าไก่ปกติ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับ Cahaner *et. al.* (1993) และ Crowford (1976) ที่รายงานว่าไก่คอเปลือยมีปริมาณขนที่ปกคลุมร่างกายน้อยกว่าไก่ปกติ

5.1.12 การทดสอบการชิมและค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ

จากการทดสอบการชิมด้วยการศึกษาระดับความนุ่มและระดับการยอมรับ โดยใช้ไก่กระทงเป็นกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับไก่ทดลอง ระดับความนุ่มและระดับการยอมรับที่ได้จากการทดสอบการชิมระหว่างไก่ทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อระหว่างไก่ทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นไก่กระทงมีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อสูงที่สุด แต่ระหว่างกลุ่มของไก่ทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Hanzl and Somes (1983) ที่ศึกษาค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อและรสชาติเนื้อของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติในสภาวะที่มีอุณหภูมิ 21.1 และ 37.1 องศาเซลเซียส ได้รายงานว่า ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อและรสชาติเนื้อของไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

5.2 ลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน

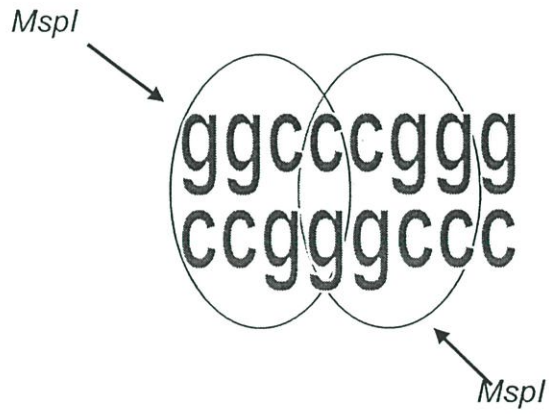
จากการศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมน โดยการตัดด้วยเอนไซม์ *MspI* พบว่า ยีนโกรทฮอร์โมนที่ได้จากการเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิคพีซีอาร์มีขนาด 768 เบสแพร์ (bp) และสามารถจำแนกยีนโกรทฮอร์โมนได้ 2 ลักษณะคือ 1) ยีนโกทฮอร์โมนซึ่งมีตำแหน่งที่สามารถถูกจดจำด้วยด้วยเอนไซม์ *MspI* จำนวน 2 ตำแหน่ง ทำให้ได้ดีเอ็นเอสายสั้น (flegment) ที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์จำนวน 3 เส้น ที่มีขนาด 238 123 และ 408 เบสแพร์ ตามลำดับ 2) ยีนโกทฮอร์โมนซึ่งมีตำแหน่งที่สามารถถูกจดจำด้วยด้วยเอนไซม์ *MspI* จำนวน 3 ตำแหน่ง ทำให้ได้ดีเอ็นเอสายสั้นที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์จำนวน 4 เส้น ที่มีขนาด 238 123 260 และ 147 เบสแพร์ ตามลำดับ โดย Stephen *et. al.* (2001) ได้ศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟิซึมของยีนโกรทฮอร์โมนในไก่พื้นเมืองจีน รายงานว่า ยีนโกรทฮอร์โมนที่ได้จากการเพิ่มปริมาณด้วยเทคนิคพีซีอาร์มีขนาด 776 เบสแพร์ และสามารถจำแนกยีนโกรทฮอร์โมนได้ 3 ลักษณะคือ 1) ยีนโกทฮอร์โมนซึ่งมีตำแหน่งที่สามารถถูกจดจำด้วยด้วยเอนไซม์ *MspI* จำนวน 2 ตำแหน่ง ทำให้ได้ดีเอ็นเอสายสั้น (flegment) ที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์จำนวน 3 เส้น ที่มีขนาด 414 237 และ 125 เบสแพร์ ตามลำดับ 2) ยีนโกทฮอร์โมนที่มีตำแหน่งที่สามารถถูกจดจำด้วยด้วยเอนไซม์ *MspI* จำนวน 3 ตำแหน่ง ทำให้ได้ดีเอ็นเอสายสั้นที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์จำนวน 4 เส้น ที่มีขนาด 267 237 147 และ 125 เบสแพร์ ตามลำดับ 3) ยีนโกทฮอร์โมนซึ่งมีตำแหน่งที่สามารถถูกจดจำด้วยเอนไซม์ *MspI* จำนวน 1 ตำแหน่ง ทำให้ได้ดีเอ็นเอสายสั้น ที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์จำนวน 2 เส้น ที่มีขนาด 539 และ 237 เบสแพร์ ตามลำดับ แต่ผลจากการนำยีนโกทฮอร์โมนทั้ง 2 ลักษณะไปหาลำดับเบสปรากฏว่า ทั้ง 2 ลักษณะมีลำดับเบสเหมือนกัน โดยมีตำแหน่งจดจำของเอนไซม์ *MspI* จำนวน 3 ตำแหน่ง ดังนี้

1	atccccaggc	aaacatcctc	cccaaccttt	ccatctccgt
41	ataaatgact	acaatgaggt	agcaccatgg	cgaacacatc
81	tgcatttatg	caaggagggg	atatggagag	gtggcagtga
121	tcacgagcac	ccccatccat	tttaaacaga	cccccagcta
161	tataaggggt	gtctcacctg	ttatcatcac	ctggatgaaa
201	ggaggaaacg	ttcaagcaac	acctgagcaa	ctctccc/ggc
241	aggaatggct	ccaggtactt	tgctttatct	cagttctaat
281	gggtgttcca	atgctgctgc	atgctttggg	tgatgggata
321	cgatggtggg	gtgtgctgtg	gtgggctgta	cacacgcaga
361	gcc/ggctctg	aactaaaatg	tggcaactta	cagatcagtg
401	acaaaggatc	tccttcccta	cagtgcaact	tcaaaccatg

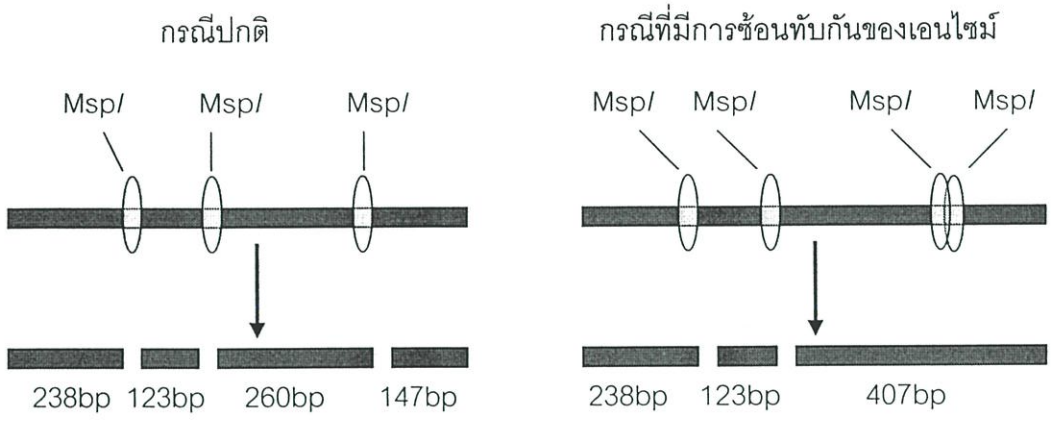
441	agctgactca	ggtaaccctg	agcctaacct	tgacaggggg
481	caggaattga	gctgcagaat	acgaagaaca	aggcaaacca
521	gagttgtaat	ggtgattgct	atcatacgtg	ttgccagggg
561	atattaaaaa	ctcagttcca	aggcttttaa	aaacggagat
601	cagggatgat	tgtctaaatc	agaactcata	agaatggccc
641	gggttgaaaa	gcacttcaaa	gatcacctaa	tttcaacccc
681	ttgcacttgt	ccaagtcctg	caggctccag	ggcattcctc
721	cactgaagt	aaaccctact	gagattaact	tttgtaagcg
761	gacactcatg	tgagctggat	gtcgagg	

หมายเหตุ cc/gg และ gg/cc บริเวณลำดับเบสซึ่งเป็นตำแหน่งจดจำของเอนไซม์ *MspI*

ggcccggg บริเวณลำดับเบสที่มีการซ้อนทับกันของตำแหน่งจดจำของเอนไซม์ *MspI*



ภาพที่ 5.1 แสดงบริเวณลำดับเบสที่มีการซ้อนทับกันของตำแหน่งจดจำของเอนไซม์ *MspI*



ภาพที่ 5.2 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ *MspI*

จากภาพที่ 5.1 อธิบายได้ว่าหากมีการซ้อนทับกันของเอนไซม์ *MspI* อาจทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำหน้าที่ตัดสายดีเอ็นเอได้ จึงได้ดีเอ็นเอสายสั้น (flegment) ที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์จำนวน 3 เส้น ที่มีขนาด 238 123 และ 407 เบสแพร์ ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วควรได้ดีเอ็นเอสายสั้นที่เกิดจากการตัดด้วยเอนไซม์จำนวน 4 เส้น ที่มีขนาด 238 123 260 และ 147 เบสแพร์ ดังแสดงในภาพที่ 5.2 จึงสรุปได้ว่ายีนโกรทฮอร์โมนที่ได้จากการศึกษามีเพียงชนิดเดียว นอกจากนี้ลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมนที่ได้จากการศึกษายังมีความเหมือนกับรายงานของ Tanaka *et. al.* (2002) ที่ศึกษาลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมนของไก่พันธุ์เลกฮอร์น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วมีความเหมือนตั้งแต่ลำดับเบสที่ 1 ถึง 497 และแตกต่างกันเริ่มตั้งแต่ลำดับเบสที่ 498 เป็นต้นไป ดังนี้

1	atccccaggc	aaacatcctc	cccaaccttt	ccatctccgt
300*	atccccaggc	aaacatcctc	cccaaccttt	ccatctccgt
41	ataaatgact	acaatgaggt	agcaccatgg	cgaacacatc
341*	ataaatgact	acaatgaggt	agcaccatgg	cgaacacatc
81	tgcatttatg	caaggagggg	atatggagag	gtggcagtga
381*	tgcatttatg	caaggagggg	atatggagag	gtggcagtga
121	tcacgagcac	ccccatccat	tttaaacaga	ccccccagcta
421*	tcacgagcac	ccccatccat	tttaaacaga	ccccccagcta
161	tataaggggt	gtctcacctg	ttatcatcac	ctggatgaaa
461*	tataaagggt	gtctcacctg	ttatcatcac	ctggatgaaa
201	ggaggaaacg	ttcaagcaac	acctgagcaa	ctctcccggc
501*	ggaggaaacg	ttcaagcaac	acctgagcaa	ctctcccggc

241	aggaatggct	ccaggtactt	tgctttatct	cagttctaat
541*	aggaatggct	ccaggtactt	tgctttatct	cagttctaat
281	gggtgttcca	atgctgctgc	atgctttggg	tgatgggata
581*	gggtgttcca	atgctgctgc	atgctttggg	tgatgggata
321	cgatggtggg	gtgtgctgtg	gtgggctgta	cacacgcaga
521*	cgatggtggg	gtgtgctgtg	gtgggctgta	cacacgcaga
361	gccggctctg	aactaaaatg	tggcaactta	cagatcagtg
561*	gccggctctg	aactaaaatg	tggcaactta	cagatcagtg
401	acaaaggatc	tccttcccta	cagtgcaact	tcaaaccatg
601*	acaaaggatc	tccttcccta	cagtgcaact	tcaaaccatg
441	agctgactca	ggtaaccctg	agcctaacct	tgacaggggg
641*	agctgactca	ggtaaccctg	agcctaacct	tgacaggggg
481	caggaattga	gctgcagaat	acgaagaaca	aggcaaacca
681*	caggaattga	gctgcaggct	ccagggcatt	cctccactga
521	gagttgtaat	ggtgattgct	atcatacgtg	ttgccagggg
721*	agttaaaccc	tactgagatt	aacttttgta	agcggacact
561	atattaaaaa	ctcagttcca	aggcttttaa	aaacggagat
761*	catgtgagct	ggatgtcgag	ggttaataac	cttcaggctt
601	cagggatgat	tgtctaaatc	agaactcata	agaatggccc
801*	gacagtgacc	tccagatcct	acaggtgtgt	cccagagagc
641	gggttgaaaa	gcacttcaaa	gatcacctaa	tttcaacccc
841*	cacagcgcag	gtaatgcagc	cacttctcac	cccagtgaag
681	ttgcacttgt	ccaagtcctg	caggctccag	ggcattcctc
881*	gcagacagtg	ccatggcagc	agcacggtgc	aaataggctc
721	cactgaagt	aaaccctact	gagattaact	tttgtaagcg
921*	agctgagctg	ttcccagtcc	tcacccactg	ctctccaccc
761	gacactcatg	tgagctggat	gtcgagg	
961*	tgttggctca	cgcgccaaag	agtgtaccgt	

หมายเหตุ * = ลำดับเบสจากรายงานของ Tanaka *et. al.* (2002)

= ลำดับเบสที่จากการทดลองที่ต่างจากรายงานของ Tanaka *et. al.* (2002)

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

จากศึกษาสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากสรุปได้ว่า อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางฟีโนไทป์ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก โดยอุณหภูมิสภาวะแวดล้อมมีอิทธิพลต่อปริมาณอาหารที่กินที่ช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ซึ่งไก่ทดลองที่เลี้ยงในห้องปกติมีปริมาณอาหารที่กินมากกว่าไก่ทดลองที่เลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณการกินน้ำและความชื้นในมูลสดไก่ทดลองที่เลี้ยงในห้องปกติมีการกินน้ำน้อยกว่าไก่ทดลองที่เลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ส่วนลักษณะซากนั้น อุณหภูมิสภาวะแวดล้อมมีอิทธิพลต่อน้ำหนักหลังควักเครื่องใน ปีกและเนื้อขา โดยไก่ทดลองที่เลี้ยงในห้องปกติมีน้ำหนักปีกมากกว่าไก่ทดลองที่เลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำหนักหลังควักเครื่องในและเนื้อขา ไก่ทดลองที่เลี้ยงในห้องที่มีอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักมากกว่าไก่ทดลองที่เลี้ยงในห้องปกติ หากพิจารณาอิทธิพลของลักษณะทางฟีโนไทป์ พบว่าลักษณะทางฟีโนไทป์มีอิทธิพลต่อปริมาณการกินน้ำและความชื้นในมูลสด โดยไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสมีปริมาณการกินน้ำและความชื้นในมูลสดน้อยที่สุดและไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส มีปริมาณการกินน้ำและความชื้นในมูลสดมากที่สุด ส่วนลักษณะซากนั้น ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัสมีน้ำหนักหลังถอนขนมากที่สุด นอกจากนั้นยังมีน้ำหนักเลือดและขนและเปอร์เซ็นต์ขนน้อยที่สุด ไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัสมีเนื้ออก เนื้อขา และเนื้อทั้งหมดมากที่สุด ส่วนไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีน้ำหนักหัว คอและแข้งน้ำหนักเลือดและขนและเปอร์เซ็นต์ขนมากที่สุดแต่มีเนื้ออก เนื้อขา และเนื้อทั้งหมดน้อยที่สุด

จากการศึกษาลักษณะโพลีมอร์ฟีซึมของยีนโกรทฮอร์โมน โดยใช้ไพรเมอร์ของยีนโกรทฮอร์โมนของไก่สกุล *Gallus gallus* (Forward : ATCCCCAGGCAAACATCCTC และ Reward : CCTCGACATCCAGCTCACAT) โดยไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส เฮเทอโรไซกัสและไก่ที่มีขนปกคลุมปกติมีลำดับเบสยีนโกรทฮอร์โมนเหมือนกันจึงสรุปได้ว่ายีนโกรทฮอร์โมนของไก่ทดลองมีเพียงรูปแบบเดียว โดยลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมนในไก่ทดลองมีลำดับเบสบางส่วนแตกต่างกับลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมนของไก่พันธุ์เล็กฮอร์น โดยเริ่มมีลำดับเบสต่างกันตั้งแต่ลำดับที่ 497 เป็นต้นไป

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ไก่คอเปลือยมเหมาะแก่การเลี้ยงแบบปล่อยลานมีพื้นที่ให้เดินเล่นมากกว่าการเลี้ยงแบบขังกรง เมื่อนำมาเลี้ยงในกรงซึ่งไม่มีวัสดุรองพื้น บริเวณหน้าอกของไก่ที่ไม่มีขนปกคลุมมักเกิดการบวมช้ำ

2. ในการทดลองครั้งนี้ กำหนดให้ไก่ทดลองได้กินอาหารอย่างเต็มที่ โดยในเวลากลางคืนไม่ได้ติดตามพฤติกรรมการกินอาหารทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าในเวลากลางคืนไก่ทดลองมีการกินอาหารเป็นอย่างไร

3. ในการการทดลองครั้งนี้ ได้ตรวจสอบลำดับเบสของยีนโกรทฮอร์โมนเพียงบางส่วน ดังนั้นจึงควรศึกษาในส่วนที่เหลือต่อไป

บรรณานุกรม

นรินทร์ อุประกรินทร์. 2543. การสำรวจภาวะการติดเชื้อ subgroup J Avian leukosis virus ในไก่เนื้อและไก่พ่อแม่พันธุ์ด้วยวิธี PCR และ ELISA. หน้า 435-439. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 สาขาสัตว์และสาขาสัตวแพทย์ศาสตร์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิตย์ศรี แสงเดือน. 2536. **พันธุวิศวกรรม**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .

ปฐม เลาหเกษตร. 2540. **การเลี้ยงสัตว์ปีก**. กรุงเทพฯ : รั้วเขียว.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. **การวางแผนการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส**. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทวีศักดิ์ ตีระวัฒนพงษ์. 2541. น. 69-81. ใน **อณูชีววิทยาทางการแพทย์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เท็กซ์แอนด์เจอร์นัลพับลิเคชัน.

วัชรี อัตถทิพพหลคุณ. 2536. **วิวัฒนาการของ** PCR Technology. กรุงเทพฯ : เรือนแก้ว.

วุฒิพงษ์ อินทรธรรม, เกรียงเดช สำแดง และ อัญชลี ณ เชียงใหม่. 2544. **การปรับปรุงพันธุกรรมของสัตว์ในเขตร้อน**. ปทุมธานี : ศูนย์บำรุงพันธุ์สัตว์ท่าพระ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 2539. **พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพร สิทธิประณีต. 2531. **พันธุวิศวกรรม:ปฏิบัติการเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : ส.วิชาญการพิมพ์.

อาวุธ ตันโช. 2540. **การผลิตสัตว์ปีก**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

AOAC. 1995. **Office Methods of Analysis of Association of Official Analysis Chemists. 16th ed.** Washington D.C. Association of Official Analysis Chemists.

Baziz, A.H. Geraert, P. A. Padilha, J.C.F. and Guillaumin, S. 1996. Chronic Heat Exposure Enhances Fat Deposition and Modifies Muscle and Fat Partition in Broiler Carcasses. **Poult. Sci.** 75 : 505-513.

Bitgood, J.J. Shoffner, R.N. Otis, J.S. and Briles, W.E. 1980. "Mapping of the Gene for Pea Comb, Blue Egg, Barring, Silver and Blood Groups A, E, H & P in the Domestic Fowl." **Poult. Sci.** 59 : 1686-1693.

Bonnet, S. Geraert, P.A. Lessire, M. Carre, B. and Guillaumin, S. 1997. Efect to High Ambient Temperature on Feed Digestibility in Broilers. **Poult. Sci.** 76 : 857-863.

Bordas, A. Merat, P. Sergent, D. and Richard, F.H. 1978. Influence of the Na Gene (Naked Neck) on Growth, Feed Consumption and Body Composition of Chicks According to Environmental Temperature. **Ann. Genet. Sel. Anim.** 10 : 209-231.

Cahaner, A. Deeb, N. and Gutman, M. 1993. Effect of the Plumage-Reducing Naked Neck (Na) Gene on the Performance of Fast Growing Broilers at Normal and High Ambient Temperatures. **Poult. Sci.** 72 : 767-775.

Carol, J.H. and Ralph, G.S. 1983. The Effect of the Naked Neck Gene, Na, on Growth and Carcass Composition of Broilers Raise in Two Temperatures. **Poult. Sci.** 62 : 934-941.

Colorado State University. 1999. [Online]. Available:http://arbl.cvmbs.colostate.edu/hbooks/ pathphys/endocrine/index.html

Crowford, R.D. 1976. Incomplete Dominant of the Naked Neck Gene for Naked Neck in Domestic Fowl. **Poult. Sci.** 55 : 820-822.

Deeb, N. and Cahaner, A. 2001. Genotype-by-Environment Interaction with Broiler Genotypes Differing in Growth Rate. 1. The Effects of High Ambient Temperature and Naked-Neck Genotype on Lines Differing in Genetic Background. **Poult. Sci.** 80 : 695-702.

Deeb, N. and Cahaner, A. 2002. Genotype-by-Environment Interaction with Broiler Genotypes Differing in Growth Rate. 3. Growth Rate and Water Consumtion of Broiler Progeny from Weight-Selected Versus Nonselected Parents under Normal and High Ambient Temperatures. **Poult. Sci.** 81 : 293-301.

Eberhart, D.E. and Washburn,K.W. 1993. Assessing the Effects of the Naked Neck Gene on Chronic Heat Stress resistance in Two Genetic Populations. **Poult. Sci.** 72 : 1391-1399.

Greenwood, A.W. 1927. **The "Hackaless" Flow.** Proceedings of the Royal Physical Society (Edinburgh) 21 (pr. 3) : 123-129. Cited by Merat, P. 1987. Potential Usefulness of the Na (Naked Neck) Gene in Poultry Production. **World's Poult. Sci. J.** 42 : 124-142.

Hanzl,C.J. and Somes, R.G. 1983. The Effect of the Naked Neck Gene, Na, on Growth and Carcass Composition of Broiler Raised in Two Temperatures. **Poult. Sci.** 62 : 934-941.

Hofstra University. 2002. UV Spectrophotometric Analysis of DNA and RNA. http://www. People.hofstra.edu/faculty/Beverly_Clendening/Adv_Molecular_Biology.

Hurwitz, S. Weiselberg, M. Bartov, I. Riesenfeld, G. Shavit, M. Niv, A. and Bornstein, S. 1980. The Energy Requirements and Performance of Growing Chickens and Turkeys, as Affected by Environment Temperature. **Poult. Sci.** 59 : 2290-2299.

Jacqueline, J. 1996. [Online]. Available : http://cyboragenic.com/People/feahtersite /Poultry/CGP/Turkens/BRKTurk en.hmtl

Kuhnlein, U. Ni, L. Weigend, S. Gavora, J.S. Fairfull, R.W. and Zadwrny, D. 1997. DNA Polymorphism in the Chicken Growth Hormone Gene: Response to Selection for Disease Resistance and Association with Egg Production. **Ani. Genet.** 28 : 116-123.

Lewin, B. 1990. **Gene IV.** Oxford : Oxford University Press.

May, J.D. Lott, B.D. and Simmons J.D. 1997. "Water Consumption by Broilers in High Cyclic Temperatures: Bell vs. Niple Waterers." **Poult. Sci.** 76 : 944-947.

Meek,K.I. Claus, J.R. Duncan, S.E. Marriott, N.G. Solomon, M.B. Kathman ,S.I. and Marini, M.E. 2000. Quality and Sensory Characteristics of Selected Post-Rigor, Early Deboned Broiler Breast Meat Tenderrized Using Hydrodynamic Shock Waves. **Poult. Sci.** 79 : 126-136.

Merat, P. 1987. Potential Usefulness of the Na (Naked Neck) Gene in Poultry Production. **World's Poult. Sci. J.** 42 : 124-142.

Moreng, R.E. and Avens, J.S. 1985. **Poultry Science and Production.** Virginia : Reston Publishing Company.

Oklahoma State University. 1997. [Online]. Available :http://www. ansi. okste.edu.html

Pope, T. Emmert, J.L. 2002. Impact of Phase-Feeding on the Growth Performance of Broilers Subjected to High Environmental Temperatures. **Poult. Sci.** 81 : 504-511.

Richard, B.H. 1995. **A Molecular Graphics Componion to an Introductory Course in Biology or Biochemistry.** [Online]. Available : http://www. blc.arizona. edu/ Moleclar_ Graghics/ DNA_ Structure/DNA_Tutorial.HTML.

Roslin Intitute. 2000. [Online]. Available : http://www.ri.bbsrc.ac.uk/ chickmap/ default.html

Russel, P.J. 2002. **Genetics.** [Online]. Available : http://www.biology.arizona.edu/biochemistry /activities/DNA/10Q.html.

SAS. 1985. **SAS/STAT Guide for Personal Computer, Version 6 Edition.** North Carolina : SAS Institute.

Singer, M. and Berg, P. 1991. **Gene and Genome.** Oxford : Blackwell Scientific Publications.

Stansfield, W.D. 1991. **Theory and Problems of Genetics.** New York : McGraw-Hill.

Stephen, C.Y. Zhang, X. and Leung, F. 2001. "Genomic Growth Hormone Gene Polymorphisms in Chainese Chickens." **Exp. Biol. Med.** 226(5) : 458-462.

Tanaka, M. Hosokawa, Y. Watahiki, M. Nakashima, K. 2002. **Structure of the chicken grow hormone – encoding gene and its promoter region.** [Online]. Available : http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Link&db=PubMed&dbFrom=PubMed&from_uid=1562611

Venkatesh, B. Gilligan, P. and Brenner, S. 2000. **Genome Sizes of Model Vertebrates.** [Online]. Available : http://www.bioll.bio.nagoya-u.ac.jp : 8000/compGOI.html

Weaver, R.F. 1999. **Molecular Biology.** New York : McGraw-Hill.

Zartman, D.L. 1973. "Location of the Pea Comb Gene." **Poult. Sci.** 52 : 1455-1462.

Xin, H. Gates, R.S. Puma, M.C. and Ahn, D.U. 2002. Drinking Water Temperrature Effects on Laying Hens Subjected to Warm Cyclic Environments. **Poult. Sci.** 81 : 608-617.

Yalcin, S. Testik, A. Ozkan, S. Settar, P. Celen, F. and Cahaner, A. 1997. Performance of Naked Neck and Normal Broilers in Hot, Warm, and Temperate Climates. **Poult. Sci.** 76 : 930-937.

Zhou, W.T. Fujita, M. Yamamoto, S. Iwasaki, K. Ikawa, R. Oyama, H. and Horikawa H. "Effects of Glucose in Drinking Water on the Changes in Whole Blood Viscosity and Plasma Osmolality of Broiler Chickens During High Temperature Exposure." **Poult. Sci.** 77 : 644-647.

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 แสดงอุณหภูมิ(°C) และความชื้นสัมพัทธ์(%) ระหว่างห้องที่มีอุณหภูมิปกติและห้องร้อนที่มีการควบคุมอุณหภูมิ

สัปดาห์	อุณหภูมิเฉลี่ย(°C)		ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย(%)	
	ห้องปกติ	ห้องควบคุม	ห้องปกติ	ห้องควบคุม
3	30.346	35.110	73.782	65.448
4	30.738	35.256	75.508	64.698
5	30.444	35.483	76.635	64.698
6	31.028	35.613	74.254	64.111
7	30.444	35.716	75.825	64.508
8	29.868	35.622	75.619	64.159
9	29.637	35.638	74.603	62.619
10	29.541	35.611	75.159	62.318
11	29.387	35.633	79.492	62.698
12	29.514	35.430	80.619	64.175
เฉลี่ย	30.095	35.511	76.150	63.943

ตารางที่ ก.2 แสดงอุณหภูมิสูงสุด - ต่ำสุด(°C) ระหว่างห้องที่มีอุณหภูมิปกติและห้องร้อนที่มีการควบคุมอุณหภูมิ

สัปดาห์	ห้องปกติ		ห้องควบคุม	
	อุณหภูมิสูงสุด	อุณหภูมิต่ำสุด	อุณหภูมิสูงสุด	อุณหภูมิต่ำสุด
3	27.59	34.70	28.34	35.26
4	26.59	33.06	28.94	35.99
5	27.34	32.47	28.39	35.76
6	27.47	34.00	29.23	35.77
7	26.91	34.00	29.71	36.34
8	26.69	32.57	28.84	36.73
9	26.51	34.39	28.97	37.07
10	26.37	33.34	28.24	36.21
11	26.47	32.19	29.16	36.17
12	25.69	32.63	27.89	36.61
เฉลี่ย	26.76	33.34	28.77	36.19

ตารางที่ ก.3 ส่วนประกอบทางเคมีในอาหารของไก่ทดลองในช่วงอายุ 3-4 5-8 และ 9-12 สัปดาห์

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	เถ้า (%)	แคลเซียม (%)	ฟอสฟอรัส (%)	พลังงานทั้งหมด (Kcal/กก.)
3-4	9.17	21.44	6.44	4.33	7.95	1.84	0.80	4297.84
5-8	9.37	20.03	4.81	4.12	5.78	1.06	0.66	4399.53
9-12	9.18	19.29	4.68	2.72	4.87	0.87	0.59	4070.17

ตารางที่ ก.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่อายุ 4 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	1634.531	326.906	0.42	0.827
Error	12	9376.155	781.346		
Total	17	11010.686			
Tempeature	1	744.696	744.696	0.95	0.348
Phenotype	2	608.444	304.222	0.39	0.685
Temperature*Phenotype	2	281.389	140.694	0.18	0.837
C.V.(%)	12.042				

ตารางที่ ก.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่อายุ 8 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	980.742	196.418	0.17	0.967
Error	12	13496.824	1124.735		
Total	17	14477.566			
Tempeature	1	512.298	512.298	0.46	0.512
Phenotype	2	203.390	101.695	0.09	0.914
Temperature*Phenotype	2	265.053	132.526	0.12	0.889
C.V.(%)	4.337				

ตารางที่ ก.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่อายุ 12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	0.082	0.016	0.34	0.885
Error	153	7.297	0.048		
Total	158	7.379			
Tempeature	1	0.044	0.047	0.92	0.340
Phenotype	2	0.028	0.014	0.30	0.744
Temperature*Phenotype	2	0.010	0.005	0.11	0.900
C.V.(%)	16.046				

ตารางที่ ก.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 3-4 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	801.121	160.224	0.26	0.927
Error	12	7472.451	622.704		
Total	17	8273.573			
Tempeature	1	408.770	408.770	0.66	0.433
Phenotype	2	283.111	141.555	0.23	0.800
Temperature*Phenotype	2	109.240	54.620	0.09	0.916
C.V.(%)	16.810				

ตารางที่ ก.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 5-8 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	4387.113	877.422	0.78	0.580
Error	12	13420.038	1118.336		
Total	17	17807.152			
Tempeature	1	65.170	65.170	0.06	0.813
Phenotype	2	2599.436	1299.718	1.16	0.345
Temperature*Phenotype	2	1722.506	861.253	0.77	0.484
C.V.(%)	6.214				

ตารางที่ ก.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 9-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	47525.885	9505.177	0.82	0.561
Error	12	139900.203	11658.35		
Total	17	187426.088			
Tempeature	1	1585.576	1585.576	0.14	0.718
Phenotype	2	22624.662	11312.331	0.97	0.406
Temperature*Phenotype	2	23315.645	11657.822	1.00	0.396
C.V.(%)	18.768				

ตารางที่ ก.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่อายุ 3-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	37177.166	7435.433	0.75	0.603
Error	12	119423.11	9951.925		
Total	17	156600.27			
Tempeature	1	655.533	655.533	0.07	0.801
Phenotype	2	20467.267	10233.633	1.03	0.387
Temperature*Phenotype	2	16054.364	8027.182	0.81	0.469
C.V.(%)	7.890				

ตารางที่ ก.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่อายุ 3-4 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	5.446	1.089	1.15	0.385
Error	12	11.317	0.943		
Total	17	16.763			
Tempeature	1	3.067	3.067	3.25	0.096
Phenotype	2	1.753	0.867	0.93	0.421
Temperature*Phenotype	2	0.625	0.312	0.33	0.724
C.V.(%)	8.516				

ตารางที่ ก.12 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่อายุ 5-8 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	5.596	1.119	0.78	0.579
Error	12	17.115	1.426		
Total	17	22.712			
Tempeature	1	0.083	0.083	0.06	0.813
Phenotype	2	3.316	1.658	1.16	0.345
Temperature*Phenotype	2	2.197	1.098	0.77	0.484
C.V.(%)	6.213				

ตารางที่ ก.13 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่อายุ 9-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	60.619	12.123	0.82	0.561
Error	12	178.446	14.870		
Total	17	239.065			
Tempeature	1	2.022	2.022	0.14	0.718
Phenotype	2	28.859	14.429	0.97	0.406
Temperature*Phenotype	2	29.737	14.868	1.00	0.396
C.V.(%)	18.768				

ตารางที่ ก.14 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่อายุ 3 -12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	51.178	10.235	1.41	0.288
Error	12	87.129	7.260		
Total	17	138.308			
Tempeature	1	8.980	8.980	1.24	0.287
Phenotype	2	18.258	9.129	1.26	0.319
Temperature*Phenotype	2	23.939	11.969	1.65	0.233
C.V.(%)	15.201				

ตารางที่ ก.15 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินที่อายุ 3-4 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	3470.053	694.010	0.14	0.978
Error	12	58346.646	4862.22		
Total	17	61816.70			
Tempeature	1	364.500	364.500	0.07	0.788
Phenotype	2	2223.220	1111.610	0.23	0.799
Temperature*Phenotype	2	882.333	441.166	0.09	0.913
C.V.(%)	19.046				

ตารางที่ ก.16 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินที่อายุ 5-8 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	122828.323	24565.664	2.91	0.060
Error	12	101210.604	8438.217		
Total	17	224038.928			
Tempeature	1	46905.863	46905.863	5.56	0.036
Phenotype	2	42638.642	21319.321	2.53	0.121
Temperature*Phenotype	2	33283.818	16641.909	1.97	0.181
C.V.(%)	7.324				

ตารางที่ ก.17 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินที่อายุ 9-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	198774.173	39754.834	1.27	0.337
Error	12	374886.039	31240.503		
Total	17	573660.213			
Tempeature	1	73825.055	73825.055	2.36	0.150
Phenotype	2	26630.499	13315.249	0.43	0.662
Temperature*Phenotype	2	98318.618	49159.309	1.57	0.247
C.V.(%)	11.047				

ตารางที่ ก.18 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณอาหารที่กินที่อายุ 3 -12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	267096.332	53419.266	0.64	0.676
Error	12	1008040.771	84003.397		
Total	17	1275137.103			
Tempeature	1	82446.016	82446.016	0.98	0.341
Phenotype	2	7484.643	3742.321	0.04	0.956
Temperature*Phenotype	2	177165.672	88582.836	1.05	0.378
C.V.(%)	9.133				

ตารางที่ ก.19 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณน้ำที่กินที่อายุ 3-4 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	424470.89	84894.179	0.89	0.519
Error	12	1149822.48	95818.540		
Total	17	1574293.38			
Tempeature	1	2141.480	2141.480	0.02	0.883
Phenotype	2	301518.87	150759.43	1.57	0.247
Temperature*Phenotype	2	120810.54	60405.271	0.63	0.549
C.V.(%)	39.264				

ตารางที่ ก.20 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณน้ำที่กินที่อายุ 5-8 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	5519947.2	1103989.4	6.73	0.003
Error	12	1968904.2	164075.35		
Total	17	7488851.5			
Tempeature	1	2004511.8	2004511.8	12.22	0.004
Phenotype	2	2542532.7	1271266.3	7.75	0.006
Temperature*Phenotype	2	972902.67	486451.339	2.96	0.089
C.V.(%)	13.539				

ตารางที่ ก.21 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณน้ำที่กินที่อายุ 9-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	18680518.4	3736103.3	3.37	0.039
Error	12	13316247.9	1109687.3		
Total	17	31996766.4			
Tempeature	1	5260031.52	5260031.5	4.74	0.050
Phenotype	2	9204979.10	4602489.5	4.15	0.042
Temperature*Phenotype	2	4215507.83	2107753.9	1.90	0.192
C.V.(%)	24.599				

ตารางที่ ก.22 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณน้ำที่กินที่อายุ 3 -12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	48815516.4	9763103.2	5.12	0.009
Error	12	22893204.6	1907767.0		
Total	17	71708721.0			
Tempeature	1	13800105.7	13800105.7	7.23	0.019
Phenotype	2	27051027.5	13525513.7	7.09	0.009
Temperature*Phenotype	2	7964388.23	39821391.6	2.09	0.166
C.V.(%)	17.134				

ตารางที่ ก.23 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลที่อายุ 3-4 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	809.310	161.862	1.99	0.213
Error	12	478.856	81.309		
Total	17	1297.166			
Tempeature	1	325.010	325.010	4.00	0.092
Phenotype	2	468.761	234.380	2.88	0.132
Temperature*Phenotype	2	15.538	7.769	0.10	0.910
C.V.(%)	11.844				

ตารางที่ ก.24 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลที่อายุ 5-8 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	1032.854	206.570	24.63	0.0001
Error	12	100.660	8.388		
Total	17	1133.515			
Tempeature	1	107.770	107.770	12.85	0.0038
Phenotype	2	907.052	453.526	54.07	0.0001
Temperature*Phenotype	2	18.031	9.015	1.07	0.3721
C.V.(%)	3.718				

ตารางที่ ก.25 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในมูลที่อายุ 9-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	1415.604	283.120	42.77	0.0001
Error	12	79.441	6.620		
Total	17	1495.046			
Tempeature	1	533.773	533.773	80.63	0.0001
Phenotype	2	876.306	438.153	66.19	0.0001
Temperature*Phenotype	2	5.525	2.762	0.42	0.668
C.V.(%)	3.353				

ตารางที่ ก.26 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ 3-4 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	0.277	0.055	0.06	0.996
Error	12	10.660	0.888		
Total	17	10.938			
Tempeature	1	0.119	0.119	0.13	0.719
Phenotype	2	0.019	0.009	0.01	0.989
Temperature*Phenotype	2	0.138	0.069	0.08	0.925
C.V.(%)	36.692				

ตารางที่ ก.27 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ 5-8 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	0.536	0.107	1.77	0.194
Error	12	0.728	0.060		
Total	17	1.265			
Tempeature	1	0.117	0.117	1.94	0.188
Phenotype	2	0.134	0.067	1.11	0.362
Temperature*Phenotype	2	0.284	0.142	2.34	0.138
C.V.(%)	10.505				

ตารางที่ ก.28 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ 9-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	2.797	0.559	0.68	0.646
Error	12	9.851	0.820		
Total	17	12.648			
Tempeature	1	0.070	0.070	0.09	0.774
Phenotype	2	1.882	0.941	1.15	0.350
Temperature*Phenotype	2	0.843	0.421	0.51	0.610
C.V.(%)	31.243				

ตารางที่ ก.29 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ 3-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	0.157	0.031	0.37	0.859
Error	12	1.022	0.085		
Total	17	1.179			
Tempeature	1	0.053	0.053	0.63	0.444
Phenotype	2	0.093	0.046	0.55	0.592
Temperature*Phenotype	2	0.011	0.005	0.06	0.937
C.V.(%)	11.573				

ตารางที่ ก.30 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเลี้ยงรอดที่ 3-4 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	44.444	8.889	0.80	0.571
Error	12	133.333	11.111		
Total	17	177.778			
Tempeature	1	0.000	0.000	0.00	1.000
Phenotype	2	44.444	22.222	2.00	0.178
Temperature*Phenotype	2	0.000	0.000	0.00	1.000
C.V.(%)	3.370				

ตารางที่ ก.31 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเลี้ยงรอดที่ 5-8 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	523.787	104.757	0.94	0.489
Error	12	1334.155	111.180		
Total	17	1857.941			
Tempeature	1	19.824	19.824	0.18	0.680
Phenotype	2	79.148	39.574	0.36	0.708
Temperature*Phenotype	2	424.815	212.407	1.91	0.190
C.V.(%)	11.042				

ตารางที่ ก.32 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเลี้ยงรอดที่ 9-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	485.069	97.014	1.48	0.268
Error	12	787.500	65.625		
Total	17	1272.569			
Tempeature	1	378.125	378.125	5.76	0.034
Phenotype	2	92.361	46.181	0.70	0.514
Temperature*Phenotype	2	14.583	7.292	0.11	0.896
C.V.(%)	8.590				

ตารางที่ ก.33 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของอัตราการเลี้ยงรอดที่ 3-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	1044.444	208.889	1.63	0.225
Error	12	1533.333	127.778		
Total	17	2577.778			
Tempeature	1	200.000	200.000	1.57	0.235
Phenotype	2	311.111	155.556	1.22	0.330
Temperature*Phenotype	2	533.333	266.667	2.09	0.167
C.V.(%)	12.717				

ตารางที่ ก.34 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักที่ 3-4 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	33.649	6.730	0.06	0.997
Error	12	1289.982	107.499		
Total	17	1323.631			
Tempeature	1	14.508	14.508	0.13	0.720
Phenotype	2	2.351	1.176	0.01	0.989
Temperature*Phenotype	2	16.790	8.395	0.08	0.925
C.V.(%)	36.696				

ตารางที่ ก.35 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักที่ 5-8 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	58.669	11.734	1.98	0.154
Error	12	71.164	5.930		
Total	17	129.833			
Tempeature	1	15.736	15.736	2.65	0.129
Phenotype	2	14.868	7.434	1.25	0.320
Temperature*Phenotype	2	28.065	14.033	2.37	0.136
C.V.(%)	9.853				

ตารางที่ ก.36 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักที่ 9-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	249.839	49.968	0.64	0.674
Error	12	937.283	78.107		
Total	17	1187.122			
Tempeature	1	4.972	4.972	0.06	0.805
Phenotype	2	166.524	83.262	1.07	0.375
Temperature*Phenotype	2	78.344	39.172	0.50	0.618
C.V.(%)	31.228				

ตารางที่ ก.37 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักที่ 3-12 สัปดาห์

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	44.690	8.938	1.61	0.230
Error	12	66.547	5.538		
Total	17	111.147			
Tempeature	1	17.721	17.721	3.20	0.099
Phenotype	2	24.828	12.414	2.24	0.149
Temperature*Phenotype	2	2.141	1.071	0.19	0.827
C.V.(%)	9.017				

ตารางที่ ก.38 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักมีชีวิต

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	129520.606	25904.121	0.69	0.630
Error	63	2352612.727	37343.0.59		
Total	68	2482133.333			
Tempeature	1	4985.057	4985.057	0.13	0.716
Phenotype	2	39613.710	19806.855	0.53	0.591
Temperature*Phenotype	2	83688.376	41844.188	1.12	0.333
C.V.(%)	13.936				

ตารางที่ ก.39 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักหลังถอนขน

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	89.923	17.985	5.01	0.0006
Error	63	226.014	3.588		
Total	68	315.937			
Tempeature	1	4.482	4.482	1.25	0.268
Phenotype	2	81.669	40.834	11.38	0.0001
Temperature*Phenotype	2	2.843	1.421	0.40	0.675
C.V.(%)	2.148				

ตารางที่ ก.40 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเลือดและขน

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	89.920	17.984	5.01	0.0006
Error	63	226.011	3.587		
Total	68	315.930			
Tempeature	1	4.481	4.481	1.25	0.268
Phenotype	2	81.666	40.833	11.38	0.0001
Temperature*Phenotype	2	2.843	1.421	0.40	0.675
C.V.(%)	16.026				

ตารางที่ ก.41 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปริมาณขน

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	11.852	2.370	64.81	0.0001
Error	63	0.438	0.036		
Total	68	12.291			
Tempeature	1	0.033	0.033	0.92	0.356
Phenotype	2	11.747	5.873	160.59	0.0001
Temperature*Phenotype	2	0.071	0.0356	0.98	0.505
C.V.(%)	6.443				

ตารางที่ ก.42 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักหลังควักเครื่องใน

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	67.273	13.454	2.01	0.090
Error	63	422.174	6.701		
Total	68	489.447			
Tempeature	1	42.954	42.954	6.41	0.014
Phenotype	2	22.106	11.053	1.65	0.200
Temperature*Phenotype	2	1.868	0.934	0.14	0.870
C.V.(%)	3.243				

ตารางที่ ก.43 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักหัวและคอ

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	2.058	0.411	1.11	0.404
Error	63	4.441	0.370		
Total	68	6.499			
Tempeature	1	0.128	0.128	0.35	0.555
Phenotype	2	1.428	0.714	1.93	0.044
Temperature*Phenotype	2	0.501	0.250	0.68	0.527
C.V.(%)	4.758				

ตารางที่ ก.44 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักเครื่องในที่กินได้

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	27.929	5.586	7.64	0.0001
Error	63	46.078	0.731		
Total	68	74.008			
Tempeature	1	25.049	25.049	34.25	0.0001
Phenotype	2	3.013	1.506	2.06	0.136
Temperature*Phenotype	2	0.192	0.096	0.13	0.877
C.V.(%)	15.975				

ตารางที่ ก.45 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของไขมันช่องท้อง

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	4.337	0.867	0.99	0.433
Error	63	55.403	0.879		
Total	68	59.470			
Tempeature	1	1.425	1.425	1.62	0.208
Phenotype	2	2.634	1.317	1.50	0.232
Temperature*Phenotype	2	0.075	0.037	0.04	0.958
C.V.(%)	90.615				

ตารางที่ ก.46 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของน้ำหนักซาก

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	122753.610	24550.722	0.89	0.494
Error	63	1741353.636	27640.534		
Total	68	1864107.246			
Tempeature	1	964.379	964.379	0.03	0.852
Phenotype	2	51227.295	25613.647	0.93	0.401
Temperature*Phenotype	2	72210.743	36105.371	1.31	0.278
C.V.(%)	15.269				

ตารางที่ ก.47 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเนื้ออก

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	23.840	4.768	3.05	0.016
Error	63	98.442	1.563		
Total	68	122.282			
Tempeature	1	0.143	0.143	0.09	0.763
Phenotype	2	18.449	9.225	5.90	0.005
Temperature*Phenotype	2	4.725	2.362	1.51	0.228
C.V.(%)	10.655				

ตารางที่ ก.48 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเนื้อสันใน

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	1.266	0.253	1.19	0.324
Error	63	13.406	0.213		
Total	68	14.671			
Tempeature	1	0.132	0.132	0.62	0.434
Phenotype	2	0.546	0.273	1.28	0.284
Temperature*Phenotype	2	0.587	0.294	1.38	0.259
C.V.(%)	11.254				

ตารางที่ ก.49 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของปีก

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	0.029	0.006	1.03	0.410
Error	63	0.360	0.006		
Total	68	0.390			
Tempeature	1	0.023	0.023	4.06	0.048
Phenotype	2	0.002	0.001	0.21	0.808
Temperature*Phenotype	2	0.003	0.001	0.30	0.738
C.V.(%)	5.973				

ตารางที่ ก.50 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเนื้อขา

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	46.271	9.254	5.06	0.0006
Error	63	115.244	1.829		
Total	68	161.515			
Tempeature	1	34.435	34.435	18.82	0.0001
Phenotype	2	13.298	6.649	3.63	0.032
Temperature*Phenotype	2	1.696	0.848	0.46	0.631
C.V.(%)	6.480				

ตารางที่ ก.51 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของเนื้อทั้งหมด

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	259.912	51.982	2.93	0.019
Error	63	1118.806	17.759		
Total	68	1378.718			
Tempeature	1	0.536	0.536	0.03	0.863
Phenotype	2	188.335	94.167	5.30	0.007
Temperature*Phenotype	2	61.134	30.567	1.72	0.187
C.V.(%)	11.311				

ตารางที่ ก.52 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของหนังทั้งหมด

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	2.923	0.585	0.50	0.777
Error	63	74.116	1.176		
Total	68	77.038			
Tempeature	1	0.002	0.002	0.00	0.964
Phenotype	2	2.648	1.324	1.13	0.331
Temperature*Phenotype	2	0.264	0.131	0.11	0.894
C.V.(%)	20.262				

ตารางที่ ก.53 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของกระดูก

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	5	15.946	3.189	0.61	0.690
Error	63	327.664	5.20		
Total	68	343.611			
Tempeature	1	6.074	6.074	1.17	0.284
Phenotype	2	1.978	0.989	0.19	0.827
Temperature*Phenotype	2	8.776	4.378	0.84	0.436
C.V.(%)	8.157				

ตารางที่ ก.54 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	6	188.139	31.356	2.79	0.014
Error	139	1561.742	11.236		
Total	145	1749.881			
C.V.(%)	23.843				

ตารางที่ ก.55 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของระดับความนุ่มจากการทดสอบการชิม

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	14	24.063	1.719	1.92	0.048
Error	48	43.016	0.896		
Total	62	67.079			
Treat	6	2.413	0.402	0.45	0.842
Block	8	21.651	2.706	3.02	0.008
C.V.(%)	26.273				

ตารางที่ ก.56 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของระดับความยอมรับจากการทดสอบการชิม

Source	df	SS	MS	F-Value	Pr>F
Model	14	20.317	1.451	1.26	0.266
Error	48	55.238	1.151		
Total	62	75.556			
Treat	6	5.333	0.889	0.77	0.595
Block	8	14.984	1.873	1.63	0.142
C.V.(%)	30.171				

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารเคมี

1. Lysis buffer **ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร**

1) ผสมสารต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ ข.1

2) เติมน้ำกลั่นที่อบด้วยความดันไอน้ำ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาทีแล้ว ให้ครบปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3) เก็บสารละลายไว้ในขวดที่ป้องกันแสง โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ ข.1 ส่วนประกอบของ Lysis buffer

สาร	ปริมาณ	ความเข้มข้นสุดท้าย
Guanidine thiocyanate	472.64 กรัม	4 M
N-Lauroylsarcosine	5 กรัม	0.5 %
1 M Sodium citrate, pH 7.0	25 มิลลิลิตร	25 mM

2. TE buffer **ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร**

1) ผสมสารต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ ข.2

2) เติมน้ำกลั่นปริมาตร 800 มิลลิลิตร

3) ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ที่ pH 8.0

4) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

5) อบด้วยความดันไอน้ำ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

ตารางที่ ข.2 ส่วนประกอบของ TE buffer

สาร	ปริมาณ	ความเข้มข้นสุดท้าย
Tris-base	1.211 กรัม	10 mM
EDTA	0.186 กรัม	0.5 mM

3. 5XTBE buffer **ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร**

1) ผสมสารต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ ข.3

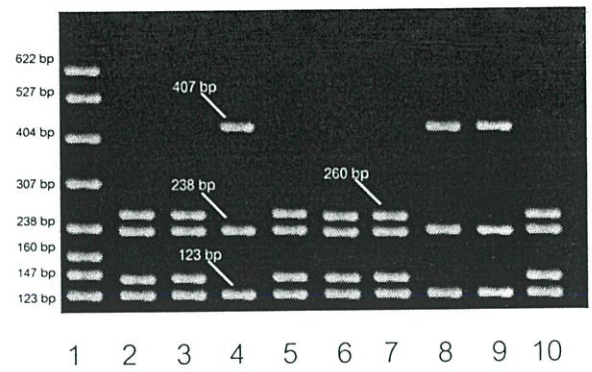
2) เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3) อบด้วยความดันไอน้ำ (auto clave) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

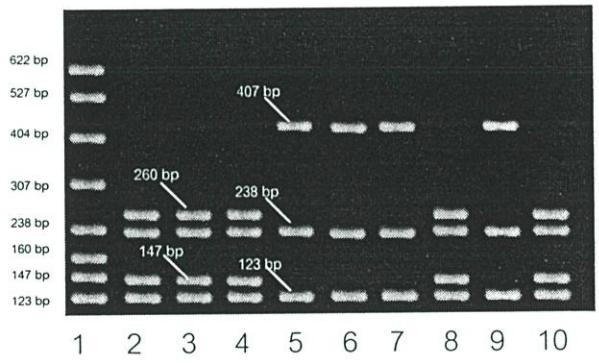
ตารางที่ ข.3 ส่วนประกอบของ 5×TBE buffer

สาร	ปริมาณ	ความเข้มข้นสุดท้าย
Tris-base	54 กรัม	0.45 M
Borric acid	27.5 กรัม	
0.5 M EDTA, pH 8.0	20 มิลลิลิตร	0.01 M

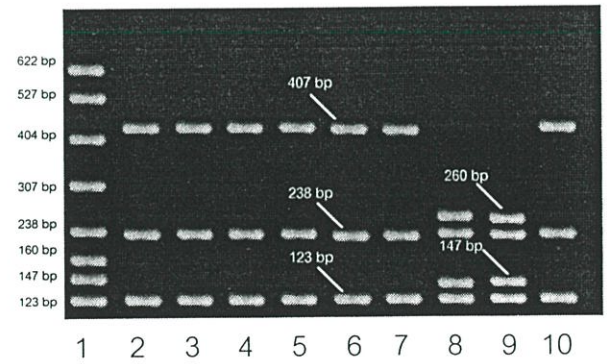
ภาคผนวก ค



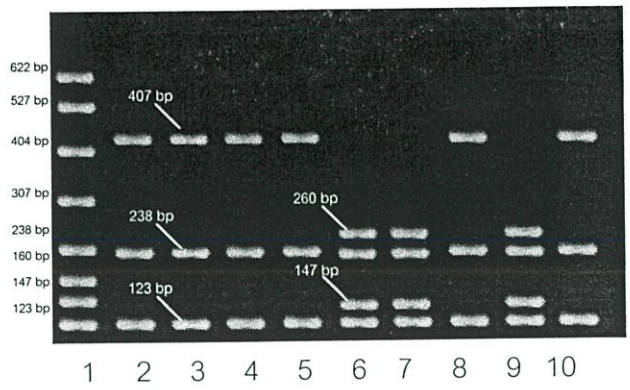
ภาพที่ ค.1 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-9 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ช่องที่10 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส



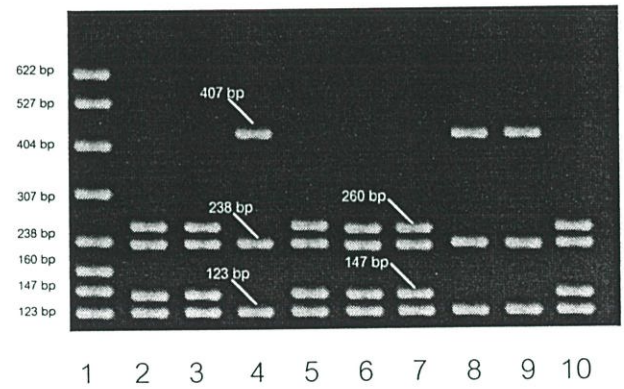
ภาพที่ ค.2 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-9 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส ช่องที่10 เป็นไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ



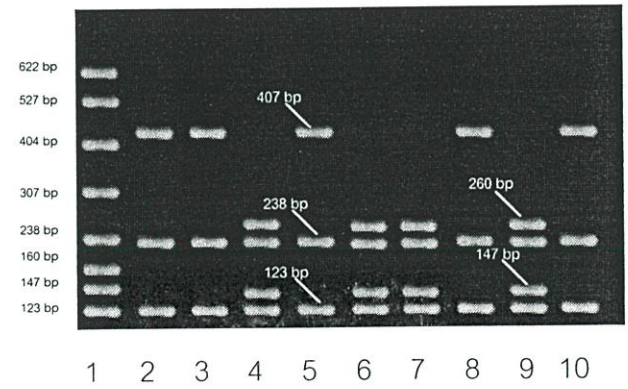
ภาพที่ ค.3 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-8 เป็นไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ ช่องที่ 9-10 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส



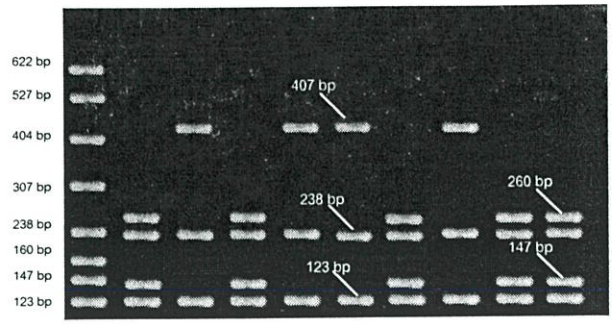
ภาพที่ ค.4 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-8 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส ช่องที่ 9-10 เป็นไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ



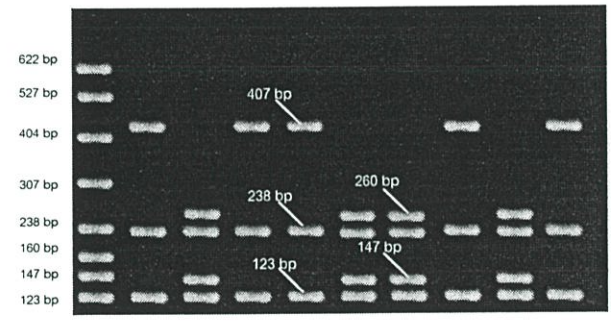
ภาพที่ ค.5 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-8 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส ช่องที่ 9-10 เป็นไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ



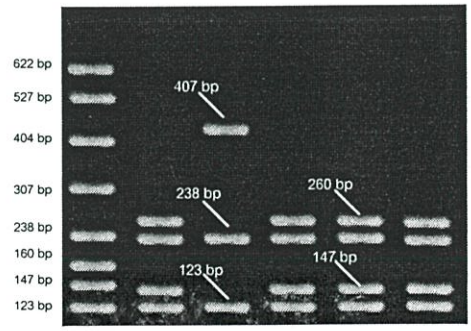
ภาพที่ ค.6 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-8 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส ช่องที่ 9-10 เป็นไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ



ภาพที่ ค.7 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-7 เป็นไก่ที่มีขนปกคลุมปกติ ช่องที่ 8-10 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส



ภาพที่ ค.8 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-6 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะโฮโมไซกัส ช่องที่ 7-10 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส



ภาพที่ ค.9 แสดงผลจากการตัดด้วยเอนไซม์ โดยช่องที่ 1 เป็นดีเอ็นเอมาตรฐาน (marker) ช่องที่ 2-6 เป็นไก่คอเปลือยที่มีลักษณะเฮเทอโรไซกัส

ประวัติผู้เขียน

นายเจษฎาพร ไชยทองคง เกิดเมื่อวันที่ 19 เมษายน 2520 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2542