

**ผลการเสริมฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่
และระดับภูมิคุ้มกัน**

**EFFECT OF *Andrographis paniculata*(Burm.F.) Wall.exNees
SUPPLEMENTATION IN DIETS ON PRODUCTION PERFORMANCES, EGG QUALITY
AND IMMUNITY IN LAYING HEN**

กัทรียา มะลิวัลย์

KUTTHAREEYA MALIWAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AG-M-031-188

ผลการเสริมฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่
และระดับภูมิคุ้มกัน

EFFECT OF *Andrographis paniculata*(Burm.F.) Wall.exNees

SUPPLEMENTATION IN DIETS ON PRODUCTION PERFORMANCES, EGG QUALITY
AND IMMUNITY IN LAYING HEN



T148471

คัทธิยา มะลิวัลย์

KUTTHAREEYA MALIWAN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **148471**
ชั้น,เดือน,ปี **30 ต.ค. 2558**

b. **1286979X**
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AG-M-031-188

EFFECT OF *Andrographis paniculata*(Burm.F.) Wall.exNees
SUPPLEMENTATION IN DIETS ON PRODUCTION PERFORMANCES, EGG QUALITY
AND IMMUNITY IN LAYING HEN

KUTTHAREEYA MALIWAN

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

2015

KMITL-2015-AG-M-031-188

COPYRIGHT 2015

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการเสริมฟัาทะเลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และระดับภูมิคุ้มกัน
Effect of *Andrographis paniculata* (Burm.F.) Wall.ex Nees Supplementation in Diets on Production Performances Egg Quality and Immunity in Laying Hen

นักศึกษา นางคัรริยา มะลิวัลย์


รหัสประจำตัว 53640403

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.กานต์ สุขสุแพทย์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.รณชัย	สิทธิไกรพงษ์	
ผศ.น.สพ.ดร.จำลอง	มิตรชาวไทย	
รศ.วิชัย	ศุภลักษณ์	
ผศ.ดร.กนกรัตน์	ศรีกิจเกษมวัฒน์	
รศ.ดร.กานต์	สุขสุแพทย์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 6 กรกฎาคม 2558

สถานที่สอบ ห้องปริญญาโทภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง (ชั้น 3 ตึกบุนนาค L)

คณบดีรับรองแล้ว

มณฑล พันธณี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล แก่นมณี)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 21 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการเสริมฟัฟาทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และระดับภูมิคุ้มกัน
นักศึกษา	นางศรัริยา มะลิวัลย์
รหัสประจำตัว	53640403
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2558
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.กานต์ สุขสุแพทย์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมฟัฟาทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ ระดับภูมิคุ้มกันและการย่อยได้ของโภชนะ โดยศึกษาอาหาร 5 กลุ่ม คือกลุ่มเสริมฟัฟาทะลายโจร 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใช้ไก่ไข่พันธุ์ผสมทางการค้าโรมันบราวน์ อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 160 ตัวแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 8 ตัว เลี้ยงในกรงขังเดี่ยวในโรงเรือนแบบเปิด วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ใช้เวลาศึกษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าการเสริมฟัฟาทะลายโจรทั้ง 5 ระดับไม่มีผลต่ออัตราการเลี้ยงรอด แต่มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ มวลไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่เพิ่มขึ้นแต่ให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนต้นทุนค่าอาหารต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในด้านคุณภาพของฟองไข่พบว่าการเสริมฟัฟาทะลายโจรไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักเปลือกไข่ ความถ่วงจำเพาะของไข่ ความหนาเปลือกไข่ และค่าฮอกยูนิต แต่การเสริมฟัฟาทะลายโจรในระดับที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้น สีไข่แดงมีความเข้มขึ้น แต่ความแข็งของเปลือกไข่ ความหนาของเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่และน้ำหนักไข่ขาวมีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนผลต่อระบบภูมิคุ้มกันในไก่ไข่พบว่าไม่ส่งผลต่อระดับภูมิคุ้มกันของต่อโรคนิวคาสเซิล แต่มีแนวโน้มว่าการเสริมฟัฟาทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ทำให้ระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคกัมโบโรเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เมื่อเสริมฟัฟาทะลายโจรที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ให้ผลดีที่สุดในนอกจากนั้นพบว่าการเสริมฟัฟาทะลายโจรไม่ส่งผลต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร แต่การย่อย

ได้ของโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏมีแนวโน้มว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นเมื่อเสริมฟัาละลายโจรในระดับที่สูงขึ้น

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า การเสริมฟัาละลายโจรในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพของฟองไข่ ระดับภูมิคุ้มกันและการย่อยได้ของโภชนะแต่ฟัาละลายโจรทำให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้นและสีไข่แดงมีความเข้มขึ้น

Thesis Title	Effect of <i>Andrographis paniculata</i> (Burm.F.) Wall.ex Nees Supplementation on Production Performances, Egg Quality and Immunity in Laying hen
Student	Mrs. Kutthareeya Maliwan
Student ID	53640403
Degree	Master of Science
Programme	Animal Science
Year	2015
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Kan Suksupath

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of Paniculata powder supplementation on production performance and egg quality of laying hen. The experimental diets were divided into 5 groups as diet supplementation Paniculata powder 0, 0.1, 0.3, 0.5 and 0.7% in the laying ration for 12 weeks. A total of 160 Roman brown hens at 30 weeks of age were randomly allocated into each group by CRD designed. The experiment contained 5 groups with 4 replications, each replication containing 8 birds which kept in an individual cage under open house condition. The results of this study show that after supplementation with Paniculata powder in laying diets it did not effect on the survival rate but however feed intake, egg production, egg mass and FCR tend to be increased ($P>0.05$). Moreover, cost of feed for egg produced was significantly increased ($P<0.01$) after supplementing with Paniculata powder. There were also no significant effect on egg weight, shell weight, egg specific gravity, shell thickness and HU but percent of yolk weight and color was tended to increase while shell strength, shell thickness, shell weight and albumin weight was tended to decrease ($P>0.05$). It is likely that after supplementation Paniculata powder in laying hen at 0.5% it increased the immunity of Infectious bursal disease ($P>0.05$) but no effect on immunity of Newcastle disease. There were no significant effect on nutrient digestibility of laying diet but the digestibility of protein and metabolizable energy appear slightly increase in the digestibility of nutrients when added Paniculata powder on a higher level.

The overall result of this study can be summarized that Paniculata powder supplements in laying hen no impact on production performance, egg quality, the immune system and digestion of nutrients. However, percent of yolk weight and color were tend to increase.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น ต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร.กานต์ สุขสุแพทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำวิธีการวิจัยตลอดจนแก้ไขปัญหาต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณะกรรมการที่ร่วมพิจารณาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย รศ.ดร.กานต์ สุขสุแพทย์ รศ.ดร.รณชัย สิริทริโกรพงษ์ รศ.วิชัย ศุภลักษณ์ ผศ.ดร.กนกรัตน์ ศรีกิจเกษมวัฒน์ และ ผศ.น.สพ.ดร.จำลอง มิตรชาวไทย ที่ให้คำแนะนำตลอดมารวมถึงอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ในรายวิชาต่างๆ ทำให้ได้ความรู้และความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติโภชนศาสตร์ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ค่าโภชนะและการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการต่างๆ ขอขอบคุณนายอำพล กล่อมปัญญา นางสาวณัณณิศา เฟ็งศิลา และขอขอบคุณพนักงานประจำฟาร์มสัตว์ปีกของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมงที่ให้ความช่วยเหลือขณะทำการทดลองวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอบคุณน้องๆ ปริญญาตรีที่เข้าร่วมทำการทดลองทุกคน ที่ช่วยกันวางแผนและแก้ไขปัญหาต่างๆ มาตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ปริญญาโทที่เป็นกำลังใจ ให้คำแนะนำในเรื่องต่างๆ และให้ความช่วยเหลือที่ดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา คุณประโยชน์ที่พึงได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบเพื่อทดแทนพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ผู้มีพระคุณที่เกี่ยวข้องทุกท่านและขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

กัชรียา มะลิวัลย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญภาพ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สถานที่ดำเนินการ.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	3
1.5 ระยะเวลาการศึกษา.....	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 สมุนไพรฟ้าทะลายโจร.....	4
2.1.1 สารสำคัญในฟ้าทะลายโจร.....	5
2.1.2 การศึกษาทางเคมีของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร.....	6
2.1.3 ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของฟ้าทะลายโจร.....	9
2.2 การศึกษาทางคลินิกและเภสัชวิทยาของฟ้าทะลายโจร.....	9
2.3 ผลการศึกษาทางเภสัชวิทยา.....	15
2.4 การทดลองทางคลินิกและกลไกการออกฤทธิ์.....	15
2.5 การศึกษาการนำสมุนไพรฟ้าทะลายโจรมาใช้ในอาหารไก่.....	20
2.5.1 หลักเบื้องต้นในการนำสมุนไพรมาใช้ในอาหารสัตว์.....	21
2.5.2 การใช้สมุนไพรในการผลิตสัตว์ปีก.....	22
2.5.3 ประโยชน์ของสมุนไพรต่อการผลิตสัตว์ปีก.....	27
2.6 ระบบภูมิคุ้มกัน.....	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6.1 ปฏิกริยาภูมิคุ้มกัน.....	29
2.6.2 การให้ภูมิคุ้มกันแก่ร่างกาย.....	34
2.7 ภูมิคุ้มกันในสัตว์ปีก.....	37
2.7.1 ภูมิคุ้มกันโรค.....	37
2.7.2 การป้องกันโรคของร่างกายไก่.....	37
2.7.3 การป้องกันโรคที่ตัวไก่สร้างเอง.....	38
2.7.4 ระบบการสร้างภูมิคุ้มกันในสัตว์ปีก.....	40
2.7.5 การให้ภูมิคุ้มกันเพื่อรักษาโรคและการกระตุ้นภูมิคุ้มกันเพื่อป้องกันโรค.....	44
2.7.6 ภาวะภูมิคุ้มกันถูกกดห้ามและภาวะภูมิคุ้มกันตกต่ำ.....	45
2.8 อวัยวะรับรสของไก่.....	46
2.9 การย่อยอาหารของสัตว์ปีก.....	47
2.10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้.....	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
3.1 สัตว์ทดลอง.....	54
3.2 ผงฟ้าทะเลลายโจร.....	54
3.3 อุปกรณ์.....	54
3.3.1 อุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่ไข่.....	54
3.3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี.....	54
3.2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพไข่.....	55
3.2.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ระดับภูมิคุ้มกัน.....	55
3.2.5 อุปกรณ์ในการศึกษาการย่อยได้.....	55
3.4 วิธีการ.....	56
3.4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการเสริมผงฟ้าทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่.....	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการเสริมฟัาละลายโจรต่อคุณภาพฟองไข่.....	58
3.4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการเสริมฟัาละลายโจรต่อระดับภูมิคุ้มกันในไก่ไข่.....	59
3.4.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาผลการเสริมฟัาละลายโจรต่อการย่อยได้ในไก่ไข่.....	60
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	60
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	61
4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการเสริมฟัาละลายโจรในอาหารไก่ไข่	
ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่.....	61
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนะของฟัาละลายโจร.....	61
4.1.2 ผลการเสริมฟัาละลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่.....	61
4.1.2.1 เปอร์เซนต์ผลผลิตไข่.....	61
4.1.2.2 ปริมาณอาหารที่กิน.....	62
4.1.2.3 มวลไข่.....	63
4.1.2.4 ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการผลิตไข่.....	65
4.1.2.5 ต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่.....	66
4.1.2.6 อัตราการเลี้ยงรอด.....	67
4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการเสริมฟัาละลายโจรต่อคุณภาพฟองไข่.....	68
4.2.1 น้ำหนักไข่ทั้งฟอง.....	68
4.2.2 น้ำหนักเปลือกไข่.....	69
4.2.3 น้ำหนักไข่แดง.....	70
4.2.4 น้ำหนักไข่ขาว.....	71
4.2.4 ความถ่วงจำเพาะของไข่.....	72
4.2.5 ความแข็งของเปลือกไข่.....	73
4.2.6 ความหนาของเปลือกไข่.....	74
4.2.7 ค่าฮอกยูนิค.....	75
4.2.8 สีของไข่แดง.....	76

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการเสริมฟัาทะเลลายโจรต่อระดับภูมิคุ้มกันในไก่ไข่.....	78
4.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาการย่อยได้ของอาหารเสริมฟัาทะเลลายโจรในไก่ไข่.....	79
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	81
5.1 องค์ประกอบทางเคมีและสารแอนโดรกราโฟไลด์ในฟัาทะเลลายโจร.....	81
5.2 ประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพไข่.....	81
5.2.1 เปอร์เซนต์ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการใช้อาหาร ในการผลิตไข่.....	81
5.2.2 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่.....	83
5.2.3 มวลไข่และประสิทธิภาพที่ใช้อาหารต่อมวลไข่.....	83
5.2.4 อัตราการเลี้ยงรอด.....	83
5.2.5 น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว และค่า haugh unit.....	84
5.2.6 น้ำหนักเปลือกไข่ ค่าความถ่วงจำเพาะ ความแข็งของเปลือกไข่ และความหนา ของเปลือกไข่.....	84
5.2.7 สีไข่แดง.....	85
5.3 การเสริมฟัาทะเลลายโจรต่อระดับภูมิคุ้มกัน ในไก่ไข่.....	86
5.4 การเสริมฟัาทะเลลายโจรในอาหารต่อการย่อยได้ในไก่ไข่.....	88
บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	92
6.1 สรุปผลการทดลอง.....	90
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	91
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก.....	100
ประวัติผู้เขียน.....	102

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร.....	7
2.2 แสดงผลการศึกษาค้นคว้าของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร.....	13
2.3 ผลของการเสริมฟ้าทะลายโจรผงในอาหารค่อน้ำหนักไข่และผลผลิตไข่ของไก่ไข่ ช่วงอายุ 21-36 สัปดาห์.....	24
2.4 แสดงอวัยวะที่เป็นส่วนประกอบของระบบทางเดินอาหารในสัตว์ปีกตลอดจน ชนิด น้ำที่ของน้ำย่อย และผลผลิตที่ได้จากน้ำย่อย.....	48
2.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าเฉลี่ยระยะเวลาไหลผ่านของอาหาร ในระบบทางเดินอาหารของไก่เนื้อ อายุ 6 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารเต็มที่.....	50
2.6 อัตราการหลั่งน้ำย่อยของไก่เปรียบเทียบกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม.....	51
2.7 เอนไซม์ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารในร่างกายสัตว์.....	52
4.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของฟ้าทะลายโจรที่ใช้ในการทดลอง.....	61
4.2 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ของไก่ไข่ทดลองในแต่ละช่วงอายุทดลอง(Hen-day production).....	62
4.3 ปริมาณอาหารที่กิน(กรัม/ตัว/วัน).....	63
4.4 ค่า Egg mass ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม(กรัม).....	64
4.5 ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ของไก่ไข่ทดลอง(กรัม/กรัม).....	65
4.6 ต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่(บาท/กรัม).....	66
4.7 อัตราการเลี้ยงรอดของไก่ไข่ในแต่ละช่วงอายุทดลอง(เปอร์เซ็นต์).....	67
4.8 น้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง(กรัม/ฟอง).....	68
4.9 น้ำหนักเปลือกไข่เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง(เปอร์เซ็นต์).....	69
4.10 น้ำหนักไข่แดงเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง(เปอร์เซ็นต์).....	70
4.11 น้ำหนักไข่ขาวเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง(เปอร์เซ็นต์).....	71
4.12 ค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง.....	72
4.13 ความแข็งเปลือกไข่ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง(กรัม/ตารางเซนติเมตร).....	73
4.14 ความหนาเปลือกไข่ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง(มิลลิเมตร).....	74
4.15 ค่าออกซิเจนของไข่ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง.....	75

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.16 สีไข่แดงของไข่ไก่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม.....	76
4.17 ผลการเสริมฟัาทะเลลายโจรต่อระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคลาสเซลและโรคกัมโบโร (แสดงเป็นค่า GMT±SD) ในไข่ไก่.....	78
4.18 ผลการเสริมฟัาทะเลลายโจรต่อการย่อยได้ของไข่ไก่.....	79

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะของฟ้าทะลายโจร.....	5
2.2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของสารที่พบในฟ้าทะลายโจร.....	6
2.3 แสดงความแปรปรวนของสารสำคัญทั้ง 3 ชนิด ของฟ้าทะลายโจร.....	10
2.4 การสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ ในร่างกาย.....	31
2.5 แสดงระบบป้องกันโรคในร่างกายไก่.....	38
2.6 แสดงระยะเวลาในการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันเมื่อได้รับแอนติเจน โดยวัดจากระดับแอนติบอดี.....	40
2.7 แสดงการสร้างภูมิคุ้มกันที่อาศัยคอมเบอร์ซ่าและคอมไรมัส.....	42
2.8 แสดงการสร้างแอนติบอดีโดยพลาสมาเซลล์.....	43
2.9 แสดงการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อการกระตุ้นของแอนติเจน.....	44
2.10 แสดงระบบทางเดินอาหารของไก่.....	50
4.1 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตไข่ในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	62
4.2 เปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กิน ในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	63
4.3 เปรียบเทียบมวลไข่ในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	64
4.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	65
4.5 เปรียบเทียบต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่ในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	66
4.6 เปรียบเทียบอัตราการเลี้ยงรอดในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	67
4.7 เปรียบเทียบน้ำหนักไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	68
4.8 เปรียบเทียบน้ำหนักเปลือกไข่ต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	69
4.9 เปรียบเทียบน้ำหนักไข่แดงต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	70
4.10 เปรียบเทียบน้ำหนักไข่ขาวต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	71
4.11 เปรียบเทียบความถ่วงจำเพาะของไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	72
4.12 เปรียบเทียบความแข็งของเปลือกไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	73
4.13 เปรียบเทียบความหนาของเปลือกไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง.....	74

สารบัญญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14	เปรียบเทียบค่าฮอกยูนิคในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง..... 75
4.15	เปรียบเทียบสีของไข่แดงในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง วัดด้วยพีควัตติของบริษัท Roche (คะแนนตั้งแต่ 1-15)..... 77
4.16	เปรียบเทียบสีของไข่แดงในแต่ละช่วงอายุของการทดลองวัดด้วยเครื่องวัตติ ระบบ Hunter Lab scale 77
4.17	เปรียบเทียบระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคลาสเซลและโรคกัมโบโร 78
4.18	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร 80
4.19	เปรียบเทียบระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ..... 80

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ไก่ไข่เป็นสัตว์เลี้ยงทางเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากอีกชนิดหนึ่ง จากสถานการณ์การระบาดของโรคในสัตว์ปีก ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ได้รับความเสียหายจากการระบาดของโรคไข้หวัดนก เพราะมีการทำลายแม่ไก่ไข่และไก่เล็กให้หายไปจากระบบ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดการนำเข้าไก่ไข่เข้ามาเลี้ยงตามนโยบายของรัฐบาล เพื่อควบคุมและเฝ้าระวังโรคระบาดในพื้นที่ที่เกิดโรคระบาด การเลี้ยงสัตว์เพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลี้ยงสัตว์ เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตของสัตว์จึงมีการใช้ยาปฏิชีวนะจำพวกสารเร่งการเจริญเติบโต และการใช้ฮอร์โมนในอาหารสัตว์ ในขณะที่ประเทศในกลุ่มยุโรปได้รับการต่อต้านอย่างมากจากผู้บริโภค เพื่อให้การใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารสัตว์ให้ลดลง จึงใช้พืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณต่างๆ มาใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะในสัตว์ ดังนั้นจึงเป็นโอกาสที่ดีที่จะทำการวิจัยการทดลองการเสริมฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่เพื่อลดลักษณะการผลิตที่เกิดขึ้นในไก่ไข่

ไข่ (egg) เป็นอาหารที่มีความสำคัญสำหรับมนุษย์สามารถบริโภคได้ทุกเพศทุกวัย ไข่ไก่หนึ่งฟองมีสารอาหารครบถ้วนทั้งโปรตีน ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ ความต้องการในการบริโภคไข่ไม่ได้ลดลงเลย แม้ราคาไข่ไก่จะสูงขึ้นเนื่องจากราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ปรับตัวสูงขึ้นอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ไข่มีการแข่งขันกันมากขึ้นผู้ผลิตจึงต้องค้นหาวัตถุดิบหรือสารเสริมต่างๆ ที่ช่วยเร่งผลผลิตให้มีผลผลิตส่งขายได้มากขึ้น สำหรับการผลิตในปัจจุบันต้องคำนึงถึงความต้องการด้านสุขภาพของผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสำคัญกับสุขภาพร่างกายกันมาก ต้นตัวกับกระแสด้านอาหารปลอดภัย (food safety) และสวัสดิภาพของสัตว์ (animal welfare) ผู้ผลิตจึงต้องทำมาตรฐานของสินค้าให้ปลอดภัยจากการใช้ฮอร์โมน ยาปฏิชีวนะและสารเร่งอื่นๆ เพื่อสร้างความมั่นใจกับผู้บริโภค นอกจากนี้ยังต้องสร้างจุดเด่นให้กับสินค้าของตัวเองโดยการนำสมุนไพรหรือสารสกัดจากพืชรวมทั้งแร่ธาตุเสริมต่างๆ มาใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่ ซึ่งมีข้อดีแตกต่างกันไป บางชนิดช่วยป้องกันโรค บางชนิดช่วยปรับปรุงคุณภาพไข่ ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรค ช่วยย่อยอาหาร กระตุ้นการกิน เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ต่อต้านสารพิษบางชนิด เป็นต้น (จินตนา อินทรมงคล, 2006)

ฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata* (Burm.F.) Wall.ex Nees, วงศ์ Acanthaceae เป็นพืชล้มลุก สูง 30 -60 ซม. ลำต้นเป็นเหลี่ยม ใบเดี่ยวออกตรงข้ามกันและมักสลับตั้งฉากกับก้านใบขึ้นไปขึ้นได้ดีในภูมิภาคที่มีอากาศร้อนหรือร้อนชื้น ปลูกได้ทุกฤดูกาล ใช้ลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ และดอกที่อยู่เหนือดินที่มีสรรพคุณทางยา มีสารออกฤทธิ์สำคัญได้แก่ andrographolide, neoandrographolide, deoxyandrographolide และ deoxy-didehydroandrographolide และสารประเภทแลคโตนอื่นๆ ในปริมาณน้อย ได้แก่ deoxy-oxo-andrographolide, dideoxy-andrographolide, andrographiside deoxy-methoxy-andrographolide และ deoxyandrographiside และสารประเภทฟลาโวน (flavone) เช่น oroxylin, wogonin และ andrographidine A ซึ่งมีฤทธิ์ลดไข้ ฤทธิ์ต้านอักเสบ และยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง (สถาบันวิจัยสมุนไพร.2542)

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) สมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟ้าทะลายโจรระดับต่างๆ
- 2) คุณภาพฟองไข่ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟ้าทะลายโจรระดับต่างๆ
- 3) การตอบสนองต่อระดับภูมิคุ้มกัน โรคของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟ้าทะลายโจร
- 4) ประสิทธิภาพการย่อยได้ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟ้าทะลายโจร
- 5) ระดับการเสริมฟ้าทะลายโจรที่เหมาะสมในอาหารไก่ไข่

1.3 สถานที่ดำเนินการ

1) โรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ หลักสูตรสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

2) โรงผสมอาหารสัตว์ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ หลักสูตรสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3) ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาหารสัตว์ หลักสูตรสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

4) ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ หลักสูตรสัตวศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

- 1) การทดลองที่ 1 ศึกษาการเสริมฟัาทะเลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพฟองไข่
- 2) การทดลองที่ 2 ศึกษาการเสริมฟัาทะเลายโจรในอาหารต่อระดับภูมิคุ้มกันโรคในไก่ไข่
- 3) การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัาทะเลายโจร
- 4) การทดลองที่ 4 ศึกษาระดับการเสริมฟัาทะเลายโจรที่เหมาะสมในอาหารไก่ไข่

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 12 เดือน โดยแบ่งออกเป็น

- 1) ระยะเวลาในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ของฟัาทะเลายโจร รวมทั้งส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์และคำนวณสูตรอาหารทดลองรวมระยะเวลา 2 เดือน
- 2) ระยะเวลาที่ทำการจัดเตรียมฟัาทะเลายโจร เตรียมโรงเรือนเลี้ยงไก่ทดลองรวมระยะเวลา 4 เดือน
- 3) ระยะเวลาในการเลี้ยงไก่ไข่ ศึกษาสมรรถภาพการผลิต คุณภาพฟองไข่ ระดับภูมิคุ้มกัน และประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร รวมระยะเวลา 6 เดือน

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สมุนไพรฟ้าทะลายโจร (ไทรินัน วิชาพันธ์.2551)

- ชื่อสามัญไทย : ฟ้าทะลายโจร
- ชื่อวงศ์ : Acanthaceae
- ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Andrographis paniculata* (Burm.F.) Wall.ex Nees.
- ชื่อสามัญ : Kariyat and Creat
- ชื่อท้องถิ่น : หญ้าก้านงู (สงขลา) น้ำลายพังพอน ฟ้าทะลายโจร (กรุงเทพฯ) ฟ้าสาบ (พนัสนิคม) สามสิบดี (ร้อยเอ็ด) และ เมฆทะลาย (ยะลา)
- ลักษณะ : เป็นพืชล้มลุกต้นสูงประมาณ 30-60 เซนติเมตร ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งเป็นพุ่มเล็ก ใบเดี่ยวสีเขียวยาวรีปลายแหลมเหมือนรูปหอกใบเดี่ยวเรียงตรงข้ามกัน กว้าง 1-2.5 ซม. ยาว 4-10 ซม. โคนใบและปลายใบแหลม ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย เนื้อใบสีเขียวเข้ม ก้านใบยาว 2-8 มม. ออกดอกเป็นช่อที่ซอกใบและปลายกิ่ง มีขนาดเล็กสีขาว ยาวประมาณ 1 ซม. ดอกย่อยสีขาวเชื่อมติดกัน ปลายแยกเป็น 2 ปาก ปากบน 2 กลีบ ปากล่าง 3 กลีบ ซึ่ง 2 กลีบล่างมีแถบสีม่วงแดง และกลีบกลางมีแฉกสีม่วงตรงกลางกลีบ ผลเป็นฝักทรง กระบอก ยาว 1-2 ซม. ฝักคล้ายฝักของต้นด้อยตั้งเมื่อแก่จะแตกออกเป็นสองซีก ภายในมีเมล็ดแบนประมาณ 6 เมล็ดต่อช่อ เมล็ดเป็นรูปไข่สีน้ำตาล ปลูกโดยใช้เมล็ด ปลูกได้ดีในดินทุกชนิดประมาณ 3-4 เดือน สามารถเก็บใช้เป็นยาได้(ดังภาพที่ 2.1)
- ส่วนที่ใช้เป็นยา : ลำต้น กิ่ง ก้าน และใบ
- สรรพคุณทางยา : แก้ไข้หวัดทั่วไป เช่น ไข้หวัด ไข้หวัดใหญ่ ระวังการอักเสบ ไอบีเจ็บบอล คออักเสบ ต่อมทอนซิลอักเสบ หลอดลมอักเสบ ขับเสมหะ รักษาโรคผิวหนัง และฝี เป็นต้น แก้กิดเชื้อ เช่น ปวดท้อง ท้องเสีย บิด และแก้กระเพาะลำไส้อักเสบ และเป็นยาขมเจริญอาหาร

การเก็บเกี่ยว : เพื่อให้มีปริมาณสารสำคัญสูง อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 110-150 วัน หรือช่วงที่พืชออกดอกนับตั้งแต่เริ่มออกดอกจนถึงดอกบาน 50% เมื่อตัด ส่วนเหนือดินของฟ้าทะลายโจรเสร็จแล้ว นำมาล้างน้ำให้สะอาดแล้วตัด ให้มีความยาว 3-5 ซม. ผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำมาเกลี่ยบนกระด้งหรือถาด ที่สะอาดการทำให้แห้งอบที่อุณหภูมิ 50°C ใน 8 ชั่วโมงแรก ต่อไปใช้ อุณหภูมิ 40-50°C อบจนแห้งสนิทหรือตากแดดจนแห้งสนิทควรควบคุม ภาชนะด้วยผ้าขาวบาง (ไพโรสิน วิชาพันธ์.2551)



ก



ข



ค



ง

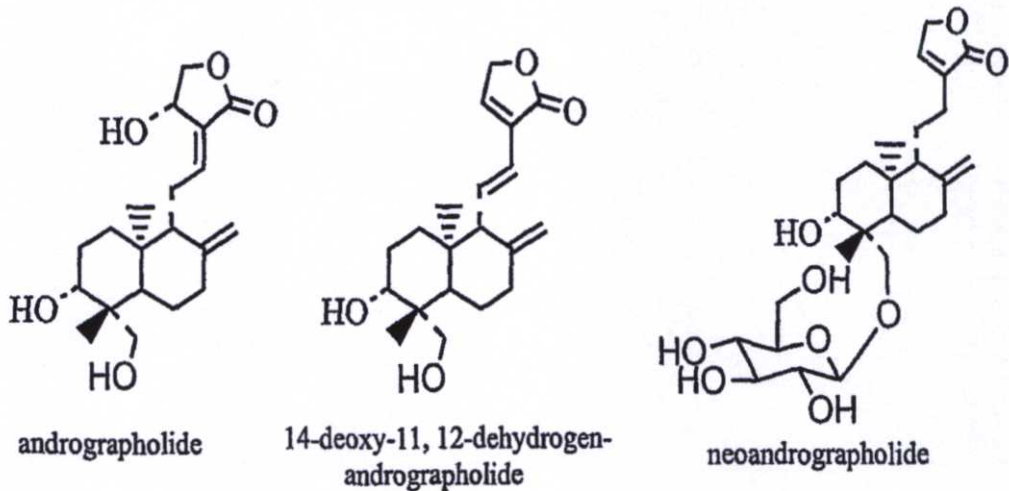
ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะของฟ้าทะลายโจร (ก) แสดงลักษณะลำต้น (ข) ลักษณะของดอก (ค) ลักษณะของเมล็ด และ(ง) ลักษณะของผงฟ้าทะลายโจร (ไพโรสิน วิชาพันธ์. 2551 และสถาบันวิจัยสมุนไพร. 2542)

2.1.1 สารสำคัญในฟ้าทะลายโจร

สารสำคัญหลักที่พบในฟ้าทะลายโจร คือ Andrographolide เป็นสารในกลุ่ม Diterpenoid lactone พบในทุกส่วนเหนือดิน พบมากสุดในส่วนของดอก ประมาณ 5.9% รองลงมา คือ ใบ พบได้ถึง 3.7% และลำต้น ประมาณ 1% นอกจากนี้ยังพบอนุพันธ์อื่นๆ ของ andrographolide เช่น 14-deoxy andrographolide ,neoandrographolide (ภาพที่ 2.2) ตามข้อกำหนดของ Thai Herbal Pharmacopoeia กำหนดให้วัตถุดิบส่วนเหนือดินของฟ้าทะลายโจรมีปริมาณ total lactone ไม่น้อยกว่า 6% โดยคำนวณเป็น andrographolide ผงสมุนไพรฟ้าทะลายโจรควรมีสีเขียว เข้ม มีกลิ่นอ่อนและมีรสขมมาก (สมภพ ประชานธรรักษ์และคณะ.2548)

ลักษณะทางกายภาพและเคมีที่ดีของฟ้าทะลายโจร จะต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกิน 11% ปริมาณสิ่งแปลกปลอมไม่เกิน 2% ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด ไม่เกิน 2% ปริมาณสารสกัด ด้วยเอทานอล (85%) ไม่น้อยกว่า 13% สารสกัดด้วยน้ำ ไม่น้อยกว่า 18% ปริมาณแลคโตนรวม

คำนวณเป็นแอนโดรกราโฟไลด์ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก และไม่ควรเก็บวัตถุดิบไว้ใช้นานๆ เพราะปริมาณสารสำคัญจะลดประมาณ 25 % เมื่อเก็บไว้ 1 ปี (คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของสารที่พบในฟ้าทะลายโจร (สถาบันวิจัยสมุนไพร. 2542)

พิษวิทยาของฟ้าทะลายโจร ไม่พบความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute toxicity) หรือกึ่งเรื้อรัง (subchronic toxicity) ในหนูถีบจักรของสารสกัดฟ้าทะลายโจรด้วยแอลกอฮอล์ โดยวิธีกรอกปาก และฉีดเข้าใต้ ผิวหนัง ได้ค่า LD_{50} มากกว่า 15 กรัม/กิโลกรัม เมื่อให้ทางปากหรือฉีดเข้าใต้ผิวหนัง และ 14.98 กรัม/กิโลกรัม โดยวิธีฉีดเข้าช่องท้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่พบความเป็นพิษต่ออัมพาในหนูขาวเพศผู้ ที่ได้รับสารสกัดฟ้าทะลายโจรเป็นเวลา 2 เดือน สำหรับ andrographolide มีค่า LD_{50} เท่ากับ 11.46 กรัม/กิโลกรัม โดยวิธีฉีดเข้าช่องท้อง (จุฑามาส เทียงธรรม.ม.ป.ป)

2.1.2 การศึกษาทางเคมีของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร

กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร(2533) สารสำคัญในฟ้าทะลายโจรมีสารเคมีประกอบอยู่หลายประเภท แต่สารออกฤทธิ์มี 2 ชนิดคือสารกลุ่ม lactone ที่สำคัญได้แก่ andrographolide deoxyandrographolide neoandrographolide และสาร flavone ในฟ้าทะลายโจรสามารถยับยั้งแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุของการเป็นหนองได้ (นันทวัน บุญยะประกฤษ.2529)ได้รวบรวมผลการศึกษาทางเคมีของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรจากผู้ทำการศึกษาไว้ (ดังตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร

ส่วนของพืช	สารสำคัญ
ราก	<ul style="list-style-type: none"> - Andrographolide - Andrographin - Apigenin-4, 7-dimethylether - Apigenin-4, 7-di-o-methylether - 5-Hydroxy-2, 3, 7, 8-tetramethoxy flavones - Panicolin - Stiosterol - Mono-o methylwightin
ลำต้น	<ul style="list-style-type: none"> - Andrographoside - Andrographiside - Deoxyandrographiside - 3,4-Dioxyandrographolide - 14-Deoxyandrographoside - Andrographoilde
กิ่งต้น	<ul style="list-style-type: none"> - Andrographoside - 11,12-Didehydro-14-deoxyandrographolide - 14-Deoxy-11-oxyandrographolide - Neo-andrographolide - 2-cis-6-transFarnessol - 2-trans-6-trans Farnessol
ใบ	<ul style="list-style-type: none"> - Deoxyandrographolide-19-B-D-glucopyranoside - Deoxyandrographolide - Caffeic acid (3,4-dihydroxy-cinnamicacid) - Chlorogenic acid - 3,5- Dicaffeoyl-d-quinic acid - Ninandrographolide - Paniculide A - Paniculide B - Paniculide C - Andrographolide

ตารางที่ 2.1(ต่อ)

ส่วนของพืช	สารสำคัญ
ไม้ระบูนส่วนของพืช	<ul style="list-style-type: none"> - Neoandrographolide - 2,5-Dihydroxy-7,8 dimethoxy flavones - 5-Hydroxy-7,8-dimethoxy flavones - 5-Hydroxy-2,7,8-trimethoxy flavones - Paniculide - Paniculide A - Paniculide B - Paniculide C - Andrographolide - Neoandrographolide - 14-Deoxyandrographolide - Bisabolene - Diterpenoides - Farnesol - Kalmegin

ที่มา : นันทวัน บุญยะประกฤษ (2529)

งามพอง คงคาทิพย์ (2536) ได้ศึกษาถึงการสกัด การแยก และการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์จากสมุนไพรฟ้าทะลายโจรโดยใช้ใบฟ้าทะลายโจรแห้ง 1.5 กิโลกรัม พบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนจะช่วยให้ปริมาณของคลอโรฟิลลดลง และเมื่อทำการสกัดด้วยเมทิลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ระเหยตัวทำละลายออกจะทำให้ได้ตะกอนสีขาวของสาร (Andrographolide) ที่มีความบริสุทธิ์ถึง 74% เมื่อทำการตกผลึกตะกอนที่ได้ด้วยเมทิลแอลกอฮอล์ จะได้ผลึกของสารที่มีความบริสุทธิ์ถึง 100% กลับมาเพียง 20 กรัม อย่างไรก็ตามเมื่อนำเอา filtrate ที่ได้มาทำการตกผลึกต่อๆกันในครั้งที่ 2 3 4 5 และ 6 จะได้ผลึกของสารออกมากถึง 15 กรัม จึงได้ผลึกออกมาทั้งสิ้น 35 กรัม เมื่อนำ filtrate ที่ได้จากการตกตะกอนเอาสาร Andrographolide ออกไปครั้งแรก มาแยกสารอย่างคร่าวๆ ด้วยเทคนิคของควิกคอตัม โครมาโตกราฟี และนำส่วนที่แยกได้ซึ่งตรวจสอบด้วย TLC แล้วว่ามีสารออกฤทธิ์ Andrographolide มาทำการตกตะกอนด้วยเมทิลแอลกอฮอล์และตกผลึกอีกครั้งหนึ่ง จะได้ผลึกของสาร Andrographolide อีก 2.7 กรัม

2.1.3 ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของฟ้าทะลายโจร

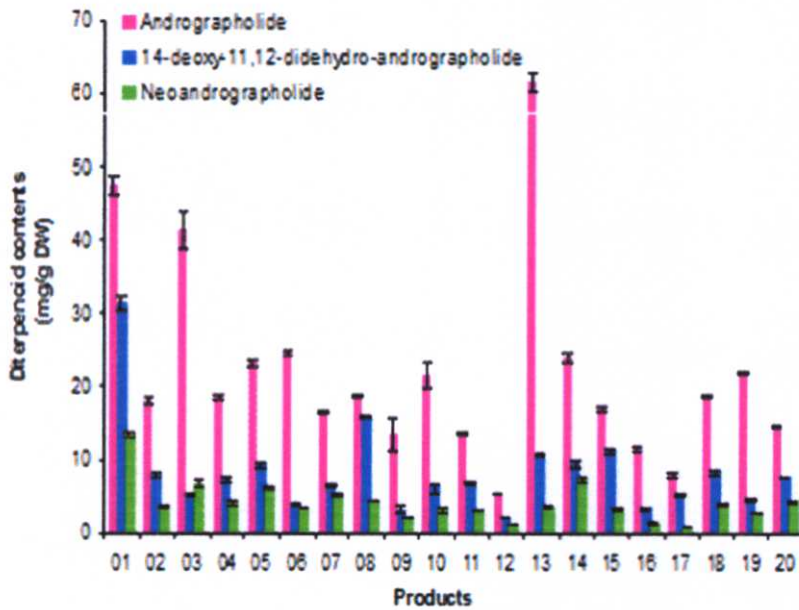
ประเทศไทยฟ้าทะลายโจรได้รับการพิจารณาจากกระทรวงสาธารณสุข ให้เป็นสมุนไพรที่ส่งเสริมให้ประชาชนใช้ในสาธารณสุขพื้นฐาน โดยใช้รักษาอาการเจ็บคอ อาการท้องเสีย แก้ไข้ และส่งเสริมให้พัฒนาสมุนไพรนี้เพื่อใช้เป็นยาแผนปัจจุบันต่อไป ในประเทศไทยมีการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีพื้นฐานของฟ้าทะลายโจร พบว่า ในใบแห้งประกอบไปด้วยสารพวก diaterpine lactones หลายชนิด สารเหล่านี้เป็นสารที่ให้รสขม และมีปริมาณมากในใบและก้านแห้ง ในน้ำหนักแห้ง 100 กรัม แยกสารได้ 4 ชนิด คือ andrographolide 1.7 กรัม, neoandrographolide 0.1 กรัม, 14-deoxy-11, 12-didehydroandrographolide 0.9 กรัม, deoxyandrographolide-19-D-glucose 0.055 กรัม และยังพบสาร KH_2PO_4 3.8 กรัม (ปานแก้ว พันธุ์ศรีโรจน์.2554)

2.2 การศึกษาทางคลินิกและเภสัชวิทยาของฟ้าทะลายโจร

ฟ้าทะลายโจรยังได้รับการรับรองจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ว่าเป็นสมุนไพรที่ช่วยบรรเทาอาการหวัดและช่วยในการเสริมภูมิคุ้มกันคิดว่าการใช้ยาแผนปัจจุบัน ในรายที่เป็นหวัดหรือร้อนในบ่อยๆ เนื่องจากร่างกายพักผ่อนไม่เพียงพอ จนทำให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายอ่อนแอลง ในการรับประทานสมุนไพรฟ้าทะลายโจรจะช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ป้องกันหวัดและร้อนใน ข้อดีของฟ้าทะลายโจรที่เหนือกว่ายาแผนปัจจุบันก็คือ อาการข้างเคียงที่น้อย และปราศจากการดื้อยา

ฟ้าทะลายโจรส่วนเหนือดินจะมีสารจำพวก ไดเทอร์ปีนแลคโตน (diterpene lactones) หลายชนิด ได้แก่ แอนโดรกราโฟไลด์ (andrographolide) นีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (neoandrographolide) ไดออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (deoxyandrographolide) ไดดีไฮโดรแอนโดรกราโฟไลด์ (14-deoxy-11,12-didehydroandrographolide) โดยสารเหล่านี้จะมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ได้นำสารเหล่านี้มาดัดแปลงทางเคมีเพื่อให้ได้สารใหม่ที่จะนำมาทดสอบสำหรับการออกฤทธิ์ต่างๆ ได้ โดยการศึกษาทั้งในระดับเซลล์และสัตว์ทดลองพบว่า สารสกัดจากฟ้าทะลายโจร แอนโดรกราโฟไลด์ (andrographolide) มีฤทธิ์ทางยาหลายประการ เช่น สามารถลดน้ำตาลในเลือด ด้านการอักเสบ ป้องกันตับจากสารพิษหลายชนิด เช่น จากยาแก้ไอพาราเซตามอล หรือ แอลกอฮอล์ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันและยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งหลายชนิด เช่น เซลล์มะเร็งช่องปาก เซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว เป็นต้น การออกฤทธิ์โดยเพิ่มอัตราการตายแบบ apoptosis ในเซลล์มะเร็งตับ การยับยั้งการลุกลามของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ และเซลล์มะเร็งปอดโดยรวมนับว่าเป็นสมุนไพรที่มากด้วยสรรพคุณ

สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ (2542) ศึกษาพัฒนาวิธีการสกัดและตรวจวิเคราะห์สารสำคัญ แลคโตนในตัวอย่างฟ้าทะลายโจร เพื่อทำการแยกสารสำคัญเหล่านี้ (โดยเฉพาะ AP₁, AP₃ และ AP₄) สำหรับนำมาเป็นสารมาตรฐาน ในการวิเคราะห์สารสำคัญในสมุนไพร สถาบันฯ ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญทั้ง 3 ชนิดนี้ ในผลิตภัณฑ์ฟ้าทะลายโจรที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งจะพบว่า ในผลิตภัณฑ์เหล่านี้ มีความแปรปรวนของสารสำคัญทั้ง 3 ชนิดสูงมาก (ดังภาพที่ 2.3) มีสาร AP₁ สูงมาก ตัวอย่างที่ 1 มีทั้ง AP₁ และ AP₃ สูง ในขณะที่ตัวอย่าง 12 มีสารทั้ง 3 ชนิดต่ำที่สุด (Pholpana et al., 2004)



ภาพที่ 2.3 แสดงความแปรปรวนของสารสำคัญทั้ง 3 ชนิด (■) Andrographolide (■) 14-deoxy-11,12-didehydroandrographolide และ (■) neoandrographolide (สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์.2542)

การศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์มะเร็งชนิด neuroblastoma SK-N-SH cells ในหลอดทดลอง พบว่า AP₁ มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้ดีกว่า AP₃ และ AP₄ (AP₁ > AP₃ > AP₄) โดย AP₁ มีค่า IC₅₀ = 4.90 μgM, AP₃ มีค่า IC₅₀ = 40.69 μM และ AP₄ มีค่า IC₅₀ > 100 μM (Thiantanawat et al., 2004) เมื่อศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะตัวของเกร็ดเลือดที่ถูกกระตุ้นด้วยสาร Thrombin พบว่า สาร AP₃ จะสามารถยับยั้งการเกาะตัวของเกร็ดเลือดได้ดีกว่า AP₁ ในขณะที่ AP₄ ไม่มีฤทธิ์นี้เลย นอกจากนี้ สารสกัดน้ำของฟ้าทะลายโจรยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะตัวของเกร็ดเลือดได้ดีด้วย (Thisoda et al., 2006)

การศึกษาฤทธิ์ในการลดความดันเลือด พบว่าสารสกัดฟ้าทะลายโจรและสารสำคัญมีฤทธิ์ในการลดความดันเลือดได้ดี และ AP₃ จะเป็นสารที่ให้ฤทธิ์ดีที่สุดในการขยายหลอดเลือด และลดอัตราการเต้นของหัวใจ (Yoopan et al., 2007)

นอกจากผลการวิจัยข้างต้นนี้แล้ว ทางสถาบันฯ ยังได้ทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อมาลาเรีย (*Plasmodium falciparum*) ในหลอดทดลอง ซึ่งผลที่ได้พบว่า AP₁ และ AP₃ มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อมาลาเรียได้ดี ในขณะที่ AP₄ จะมีฤทธิ์น้อยมาก เมื่อทำการทดสอบสารสกัดน้ำของฟ้าทะลายโจร พบว่า สารสกัดฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อมาลาเรีย โดยมีค่า IC₅₀ = 418.2 µg/ml

สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ (2542) สำหรับการศึกษาในประเทศไทยได้ทดลองเปรียบเทียบผลการรักษาอาการ ไข้และเจ็บคอของฟ้าทะลายโจร โดยเปรียบเทียบกับ พาราเซตามอล พบว่ากลุ่มที่ได้รับฟ้าทะลายโจรขนาด 6 กรัมต่อวัน มีอาการ ไข้และการเจ็บคอลดลง ในวันที่ 3 ได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับฟ้าทะลายโจร 3 กรัม/วัน หรือได้รับพารา เซตามอล 3 กรัม/วัน แต่หลัง 7 วัน ผลการรักษาไม่ต่าง (Thamlikitkul et al., 1991)

จากการศึกษาในหลอดทดลองพบว่า ฟ้าทะลายโจร ไม่เพียงแต่มีผลทางด้านฆ่าเชื้อแบคทีเรีย แต่มีผลทางด้านลด ไข้และลดการอักเสบ(Deng.,1985) ในขณะเดียวกัน(Choudhury et al.,1985) ได้รายงานว่าทั้ง *Andrographispaniculata* และ *andrographolide* กระตุ้นให้เกิด intestinal digestion และ absorbtion ของ Carbohydrate ดีขึ้นปัญญาจค์ ธนังกุล(2530)ได้ทำการทดลองโดยใช้สมุนไพรฟ้าทะลายโจรรักษาโรคท้องร่วงและ บิดแบคทีเรีย โดยเปรียบเทียบกับยาเตราชัยคลินในผู้ป่วย 200 ราย อายุระหว่าง 16-55 ปี โดยนำฟ้าทะลายโจรทั้งต้นและใบมาอบให้แห้งแล้วบดใส่แคปซูลเปล่าขนาด 250 มิลลิกรัมให้คนไข้รับประทาน ได้มีการเปรียบเทียบระยะเวลาที่อุจจาระเหลว จำนวนอุจจาระเหลว น้ำเกลือที่ให้ทดแทนระหว่างฟ้าทะลายโจรกับเตราชัยคลิน พบว่าสมุนไพรฟ้าทะลายโจรลดจำนวนอุจจาระร่วงและจำนวนน้ำเกลือที่ให้ทดแทนอย่างน่าพอใจ แม้ว่าการทดสอบทางสถิติจะไม่มีนัยสำคัญก็ตามฟ้าทะลายโจรลดจำนวนเชื้ออหิวาตกโรคไม่ดีเท่าเตราชัยคลิน ในขณะที่เชื้อซิกเกลาซึ่งเป็นเชื้อบิด-แบคทีเรียกลับลดลงในคนไข้ที่ให้ฟ้าทะลายโจรดีกว่าเตราชัยคลินและทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ศิริมาพรสุวรรณกุล และคณะ (2532) ได้ทดสอบฤทธิ์ของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในการยับยั้งการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร โดยวิธีทำให้เกิดความเครียด (Stress)ในหนูถีบจักร พบว่าการให้ใบสมุนไพรฟ้าทะลายโจรจะช่วยลดขนาดแผลที่เกิดจากความเครียดได้ สุรัชนี เสวตศิลาและคณะ(2533) ศึกษาถึงประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลินทรีย์ในหลอดทดลอง พบว่าสารสกัดฟ้าทะลายโจรและ

Crude Lactone และไดออกซิแอนโดรกราโฟไลด์ (deoxyandrographolide) มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้ออันเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง และเชื้อหนองส่วนแอนโดรกราโฟไลด์ (andrographolide) และนีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (neoandrographolide) ไม่ให้ผล

เพ็ญญา ทรัพย์เจริญ(2539)ได้ทำการศึกษาดังผลทางคลินิกในการใช้สารที่ได้จากการสกัดจากสมุนไพรฟ้าทะลายโจร ผลได้ในรูปของแคปซูลเพื่อใช้ในการรักษาอาการเจ็บคอในเด็กและผู้ใหญ่ โดยเปรียบเทียบกับการรักษาด้วยยาพื้นนิชิติน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความเหมือนกันเมื่อเปรียบเทียบผลการรักษาหลังการรับยา โดยภาพรวมทั้งอาการไข้ สภาพภายในช่องคอพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน มีเกิน 75 % ที่หายป่วยและ 15 % พบว่ามีอาการดีขึ้น

กิตติขจรเกษขเวท (2531) ได้ทำการทดสอบพิษเฉียบพลันในหนูทดลองผลการทดสอบหาค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของผงใบฟ้าทะลายโจรแห้งให้ทางปากแก่หนูถีบจักรขนาดที่ให้มากกว่า 2 กรัม/กิโลกรัม -11.07 กรัม/กิโลกรัม ยังไม่ทำให้หนูตาย แสดงว่าค่า LD_{50} ของใบฟ้าทะลายโจรแห้งโดยให้ทางปากหนูถีบจักรพบว่ามีความเป็นพิษต่ำมาก($LD_{50}>2$ กรัม/กิโลกรัม) และได้ทำการทดสอบพิษเรื้อรังโดยให้ฟ้าทะลายโจรขนาด 150-200 มก./กก.และ 300-350 มก.ในหนูถีบจักรติดต่อกันเป็นเวลา 5 สัปดาห์ มีผลทำให้น้ำหนักตัวของหนูลดลงตามปริมาณใบฟ้าทะลายโจร แต่มีข้อสังเกตคืออาจเป็นเพราะปริมาณผงยาที่ให้หนูได้รับอาจทำให้กินอาหารน้อยลงในขณะเดียวกัน นาดฤดี สิทธิสมวงศ์ (2532) กล่าวว่า เมื่อให้สิ่งสกัดที่ละลายใน 50% เอทานอล 15 กรัม/กก. ทางปากหรือได้ผิวหนังไม่ปรากฏอาการพิษเฉียบพลันใดๆในหนูถีบจักร และเมื่อกรอกผงฟ้าทะลายโจรทางปากหนูขาวขนาด 0.12 1.2 2.4 กรัม/กก./วัน เป็นเวลา 6 เดือน ไม่พบความผิดปกติทางพฤติกรรม การเจริญเติบโตของหนูทั้ง 2 เพศ และไม่พบพยาธิสภาพของเลือดและอวัยวะภายในของสัตว์ทดลอง นั่นทวัน บุญยะประกฤษ (2529)ได้รวบรวมผลของการศึกษาค้นคว้าถึงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและการทดลองทางคลินิกจากส่วนต่างๆของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรไว้ (ดังตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 แสดงผลการศึกษาค้นคว้าของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร

ส่วนของพืช	ผลของการศึกษา
ราก	<ol style="list-style-type: none"> 1. เมื่อนำรากของฟ้าทะลายโจรมาผสมกับอาหารในปริมาณ 0.75 % มีผลทำให้หนูถีบจักรทั้งเพศผู้และเพศเมียเป็นหมันได้ 2. สารสกัดด้วยน้ำจะมีฤทธิ์ต่อเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนอง 3. น้ำที่ได้จากส่วนรากของพืชมีผลเล็กน้อยในการลด alkylating activity ของ ethyl methane sulfonate ต่อ 4-parabunzopyridi
ทั้งต้น	<ol style="list-style-type: none"> 1. สารสกัดด้วยเมธานอล 50% สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย <i>Proteus vulgaris</i> ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแทรกซ้อน 2. สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95% เมื่อนำฉีดเข้าหลอดเลือดดำของสุนัข สามารถลดความดันเลือดได้ถึง 50 มิลลิเมตรปรอท 3. สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95% มีฤทธิ์ในการลดการทำงานของหัวใจบได้ เมื่อให้สารผ่านเข้าสู่หัวใจ (perfusion) ในปริมาณตัวละ 40 มิลลิกรัม 4. ใช้สารสกัดของสมุนไพรซึ่งมีส่วนผสมของดอกคำฝอย ขมิ้นอ้อย ฟ้าทะลายโจร <i>Achyranthes bidentata</i> และ <i>Sparganium stoloniferum</i> ด้วยเอธิลอะซิเตท ให้แก่หนูถีบจักรที่กำลังท้องตัวละ 5, 10, 20, 40 มิลลิกรัม โดยวิธีฉีดเข้ามดลูก พบว่ามีฤทธิ์ทำให้แท้ง 5. สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95% เมื่อนำฉีดเข้าช่องท้องของหนูถีบจักรขนาด 50 มิลลิกรัม สามารถต้านฤทธิ์จากพิษของงูเห่าได้นาน 30 นาที 6. สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95% สามารถทำให้ไส้เดือนเป็นอัมพาตได้ ภายใน 18 ชั่วโมงและตายภายใน 24 ชั่วโมง 7. สารสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 95% ในขนาด 2.0 มิลลิกรัม/ซีซี. สามารถกระตุ้นกล้ามเนื้อลำไส้ของหนูตะเภาในส่วนที่ตัดแยกจากร่างกายได้

ตารางที่ 2.2(ต่อ)

ส่วนของพืช	ผลของการศึกษา
ใบ	<p>8. สารสกัดด้วยเมธานอล 50% เมื่อนำเข้าห้องห้องของหนูถีบจักร ปริมาณ 1.0 กรัมต่อกิโลกรัม จะทำให้หนูถีบจักรตายครั้งหนึ่งของจำนวนที่ทดลอง</p> <p>1. สารสกัดจากใบด้วยแอลกอฮอล์ 95% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียซึ่งทำให้เป็นหนอง (<i>Staphylococcus aureus</i>) และแบคทีเรียในลำไส้ (<i>Escherichia coli</i>)</p> <p>2. สารสกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์ต่อพยาธิ <i>Depetalonemareconditum</i> ทั้งในหลอดทดลองและในสุนัข โดยใช้ใบ 20 กรัมต้มกับน้ำ 60 ซีซี. พบว่าในหลอดทดลองได้ผล 100% ภายใน 40 นาที และในสุนัข ได้ผลถึง 85%</p> <p>3. สารสกัดด้วยน้ำร้อนขนาด 20 ซีซี./กิโลกรัม ไม่สามารถลดน้ำตาลในเลือดหนูขาวปกติหรือหนูขาวที่ทำให้เป็นโรคเบาหวานด้วย Alloxan</p> <p>4. สารที่สกัดได้โดยใช้น้ำร้อนสามารถลด alkylating activity ของ ethylmethanesulfonate ต่อ 4-paranitrobenzopyridine ในหลอดทดลองได้เล็กน้อย</p> <p>5. ใบฟ้าทะลายโจรไม่ทำให้หนูถีบจักรทั้งเพศผู้และเพศเมียเป็นหมันเมื่อผสมกับอาหารในปริมาณ 0.75%</p> <p>6. ไม่พบความเป็นพิษเมื่อนำสารสกัดที่ได้จากฟ้าทะลายโจรเข้าได้ผิวหนังกระด้างในขนาด 10.0 ซีซี./กิโลกรัม</p>

ที่มา : นันทวัน บุญยะประกฤษ (2529)

2.3 ผลการศึกษาทางเภสัชวิทยา

การศึกษาในสัตว์ทดลองหรือในหลอดทดลอง พบว่าสารสกัดหรือสารสำคัญของ ฟัทะลายโจรมีฤทธิ์ทางยาหลายประการ ดังนี้

1. ฤทธิ์ลดการบีบ หรือหดเกร็งของทางเดินอาหาร
2. ฤทธิ์ลดอาการท้องเสีย โดยทำให้การสูญเสียน้ำทางลำไส้จากสารพิษของแบคทีเรียลดลง
3. ฤทธิ์ลดไข้ และต้านการอักเสบ
4. ฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกัน
5. ฤทธิ์ป้องกันตับจากสารพิษหลายชนิด เช่น พิษจากการใช้ยาพาราเซตามอล หรือเหล้า
6. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
7. ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด

และจากผลการวิจัยต่างๆสรุปได้ว่า สมุนไพรฟัทะลายโจรมีความปลอดภัยที่จะนำมาใช้ในการรับประทาน เนื่องจากไม่ปรากฏอาการเป็นพิษ แต่อย่างไรก็ตาม การนำฟัทะลายโจรมานำใช้ในการรักษาควรระวังในผู้ป่วยที่คิดเชื้อรุนแรง มีไข้สูง หนาวสั่น ในเด็กเล็ก คนสูงอายุ และคนที่มีโรคหัวใจ (ปานแก้ว พันธุ์ศรีโรจน์.2554)

2.4 การทดลองทางคลินิกและกลไกการออกฤทธิ์

จากการทดลองรักษาอาการท้องเสียในผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วงเฉียบพลันและติดเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบิด จำนวน 200 ราย เป็นชาย 98 ราย หญิง 102 ราย ให้รับประทานผงฟัทะลายโจรบรรจุแคปซูล ขนาด 250 มิลลิกรัม โดยแบ่งเป็น 2 แผนการรักษา คือ 500 มิลลิกรัม ทุก 6 ชั่วโมง นาน 3 วัน และขนาด 1 กรัม ทุก 12 ชั่วโมง นาน 2 วัน พบว่าฟัทะลายโจรให้ผลการรักษาดีเช่นเดียวกับยาเตตราไซคลิน ช่วยลดระยะเวลาที่ต้องนอนพักในโรงพยาบาลลดปริมาณน้ำเกลือที่ให้ทดแทน และลดปริมาณการถ่ายอุจจาระเหลวทั้งจำนวนครั้งและระยะเวลาที่ถ่ายได้ทั้ง 2 แผนการรักษา โดยการรับประทานในขนาด 1 กรัม จะได้ผลดีกว่าขนาด 500 มิลลิกรัม อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลต่อเชื้ออหิวาตกโรคในอุจจาระผู้ป่วย ฟัทะลายโจรลดจำนวนเชื้ออหิวาตกโรคได้ไม่ดีกว่าเตตราไซคลิน แต่ลดจำนวนเชื้อบิดได้ดีกว่า (เทวัญ จันทรวิไลศรี.ม.ป.ป.)

การศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดี 2 การศึกษา โดยในการทดลองหนึ่งให้รับประทานฟ้าทะลายโจรขนาด 500 มิลลิกรัม 4 ราย และ 1,000 มิลลิกรัม 6 ราย และอีกการทดลองให้รับประทานฟ้าทะลายโจรขนาด 1 2 3 และ 6 กรัม นาน 1 สัปดาห์ ทำการเจาะเลือดแยกซีรัมมาทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย พบว่าฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาการท้องเสียได้น้อยกว่ายาแอมพิซิลลิน จากการทดลองในผู้ป่วย 3 ราย รายที่หนึ่งรับประทานฟ้าทะลายโจรขนาด 500 มิลลิกรัม วันละ 4 ครั้ง ติดต่อกัน 2 วัน เจาะเลือดและปัสสาวะก่อนและหลังรับประทานยา 48 ชั่วโมง รายที่สองรับประทานยาฟ้าทะลายโจรจากประเทศจีน 2 หลอดๆละ 250 มิลลิกรัม เจาะเลือดก่อนและหลังรับประทานยา 2 ชั่วโมง และรายที่สามฉีดฟ้าทะลายโจรขนาด 100 มิลลิกรัม ใน 2 มิลลิลิตร เข้ากล้ามเนื้อ แล้วทำการเจาะเลือดก่อนและหลังฉีดยา 1 ชั่วโมง นำเลือดและปัสสาวะไปทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย พบว่าฟ้าทะลายโจรทุกขนาด ทั้งกินและฉีดไม่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่เกี่ยวข้อง (เทวัญ จันทรวีไลศรี.ม.ป.ป.)

การศึกษาโดยใช้สารสกัดฟ้าทะลายโจรชนิดต่างๆ ในสัตว์ทดลองพบว่ามีฤทธิ์ลดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อลำไส้และท่อनाอสุจิ การศึกษาในหลอดทดลองแสดงให้เห็นว่าฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคท้องเสีย อย่างไรก็ตามในบางการศึกษาให้ผลขัดแย้งกัน (เทวัญ จันทรวีไลศรี.ม.ป.ป.)

การรักษาอาการเนื่องจากหวัด (common cold) การทดลองทางคลินิกเพื่อพิสูจน์ประสิทธิผลของสารสกัดฟ้าทะลายโจรในการรักษาอาการเนื่องจากหวัด พบว่าสารสกัดจากใบฟ้าทะลายโจรขนาด 1,200 มิลลิกรัมต่อวัน (เทียบเท่า andrographolide 48 มิลลิกรัม) สามารถใช้รักษาอาการเนื่องจากหวัดได้ โดยในวันที่ 4 ของการให้ยา กลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับฟ้าทะลายโจร มีความรุนแรงของโรค อาการอ่อนเพลีย อาการหนาวสั่นเจ็บคอ และปวดเมื่อยกล้ามเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยาหลอก Melchior และคณะรายงานว่าสารสกัดจากใบฟ้าทะลายโจรขนาด 1,020 มิลลิกรัมต่อวัน ไม่เพียงแต่สามารถใช้รักษาอาการเนื่องจากหวัดได้ ยังลดจำนวนวันที่คิดเชื่อหวัดลงอีกด้วย (เทวัญ จันทรวีไลศรี.ม.ป.ป.)

การทดลองทางคลินิกแบบ Randomized double-blind placebo-controlled study เพื่อศึกษาประสิทธิผลของสารสกัดฟ้าทะลายโจรมาตรฐาน SHA-10 ในการบรรเทาอาการเนื่องจากหวัด (common cold) ในผู้ป่วย 158 คน โดยใช้ Visual analogue scale measurements (VAS) พบว่า SHA-10 ขนาด 1,200 มิลลิกรัมต่อวัน (มี andrographolide และ deoxyandrographolide อย่างน้อย 60 มิลลิกรัมต่อวัน) สามารถใช้รักษาอาการเนื่องจากหวัดได้ ภายในวันที่ 2 ของการให้ยา กลุ่มผู้ป่วย

ที่ได้รับสารสกัดฟ้าทะลายโจร มีอาการอ่อนเพลีย นอนไม่หลับ เจ็บคอ และน้ำมูกไหลลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยาหลอก การศึกษาประสิทธิผลของฟ้าทะลายโจรในการรักษาอาการไข้ และเจ็บคอเปรียบเทียบกับยาพาราเซตามอล หรือผงใบฟ้าทะลายโจร ขนาด 3 กรัมต่อวัน หรือ 6 กรัมต่อวัน ติดต่อกัน 7 วัน ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยที่ได้รับยาพาราเซตามอล หรือผงใบฟ้าทะลายโจร ขนาด 6 กรัมต่อวัน จะหายจากไข้และอาการเจ็บคอได้มากกว่ากลุ่มที่ได้รับผงใบฟ้าทะลายโจรขนาด 3 กรัมต่อวัน อย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 3 หลังรักษา แต่ผลการรักษาไม่มีความแตกต่างกันในวันที่ 7 ของการประเมินผล การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าผงใบฟ้าทะลายโจรขนาด 6 กรัมต่อวัน สามารถใช้บรรเทาอาการไข้ และเจ็บคอในผู้ใหญ่ได้ผลดี (เทวัญ จันทรวิไลศรี.ม.ป.ป.)

จากการศึกษาการใช้ฟ้าทะลายโจรเพื่อรักษาอาการไข้และเจ็บคอเปรียบเทียบกับยาลดไข้พาราเซตามอล พบว่ากลุ่มที่ได้รับฟ้าทะลายโจรขนาด 6 กรัมต่อวัน จะมีอาการไข้และการเจ็บคอลดลงในวันที่ 3 ซึ่งดีกว่ากลุ่มที่ได้รับฟ้าทะลายโจร 3 กรัม/วัน หรือได้รับพาราเซตามอล แต่การติดตามผลเมื่อหลัง 7 วันพบว่าผลการรักษาไม่ต่างกัน และฟ้าทะลายโจรไม่ให้เกิดด้านเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเจ็บคอ การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ฟ้าทะลายโจรเพื่อป้องกันหวัด ซึ่งทำในช่วงฤดูหนาว โดยให้นักเรียนรับประทานยาเม็ดฟ้าทะลายโจรแห้ง ขนาด 200 มิลลิกรัม/วัน ติดตามผลไปในเดือนแรกของการทดลองไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่รับประทานยาและกลุ่มควบคุม แต่หลังจาก 3 เดือนของการทดลองพบว่าอุบัติการณ์การเป็นหวัดในกลุ่มที่ได้ฟ้าทะลายโจรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยอัตราการเป็นหวัดในกลุ่มที่ได้รับฟ้าทะลายโจรเท่ากับร้อยละ 20 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีอัตราการเป็นหวัดเท่ากับร้อยละ 62 อาจสรุปได้ว่าฟ้าทะลายโจรให้ผลป้องกันของยา (the attributable protective effect) เท่ากับร้อยละ 33 (เทวัญ จันทรวิไลศรี.ม.ป.ป.)

การศึกษาเปรียบเทียบการใช้ฟ้าทะลายโจรเพื่อรักษาหวัด โดยใช้ยาเม็ด Kan-Jang (ใน 1 เม็ด ประกอบด้วยสารสกัดฟ้าทะลายโจร 85 มิลลิกรัม ประกอบด้วย andrographolide และ deoxyandrographolide 5.25 มิลลิกรัม และ *Acanthopanax senticosus* 9.7 มิลลิกรัม ซึ่งมี eleutheroside B และ E ร้อยละ 2) ในผู้ป่วยโรคหวัด อายุ 18-60 ปี จำนวน 61 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 33 คน ใดยาเม็ดฟ้าทะลายโจร 1,200 มิลลิกรัม/วัน และกลุ่มควบคุม 28 คน ใดยาหลอก ทำการประเมินผลจากคะแนนรวมของอาการแสดงในแบบประเมินตนเอง เช่น เจ็บคอ น้ำมูก คัดจมูก ปวดหู ไอ ตัวร้อน ปวดหัว รู้สึกไม่สบายตัว และผลการตรวจของแพทย์ ได้แก่ เยื่อเมือกในช่องจมูกอักเสบ ไซนัสอักเสบ และปวดศีรษะ ต่อม้ำเหลืองโต ในวันที่ 4 ของการ

ทดลอง พบว่ากลุ่มที่ใช้ฟ้าทะลายโจรมีระยะเวลาของการเป็นโรคหัดสั้นลง ในขณะที่อีกการศึกษาพบว่าในวันที่ 2 ของการทดลอง กลุ่มที่ได้รับฟ้าทะลายโจรมีอาการเหนื่อยและอาการนอนไม่หลับ อาการเจ็บคอและมีน้ำมูกลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และในวันที่ 4 ของการทดลองกลุ่มที่ได้รับฟ้าทะลายโจรมีอาการทุเลาเร็วกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอาการเจ็บคอ มีน้ำมูก และปวดหู และไม่พบผลข้างเคียงใดๆ การศึกษาในผู้ป่วยโรคหัด โดยให้กลุ่มทดลองรับประทานยามเม็ด Kan Jang ครั้งละ 3 เม็ด 4 ครั้ง/วัน ทำการประเมินผลอาการแสดงด้วยแบบประเมินตนเองของผู้ป่วย เทียบกับการประเมินโดยแพทย์ ผลการทดลองพบว่าผู้ป่วยยอมรับและทนต่อการใช้ยาฟ้าทะลายโจร ได้มากกว่าร้อยละ 80 ผลการประเมินตนเองพบว่าคะแนนของอาการที่ดีขึ้นไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองมีความแตกต่างของคะแนนรวมมากกว่ากลุ่มควบคุมร้อยละ 30 แต่เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มอาการพบว่า กลุ่มทดลองมีอาการเจ็บคอลลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองในระยะยาว พบว่าคะแนนที่ผู้ป่วยประเมินตนเองกับการประเมินของแพทย์ ของกลุ่มทดลองจะดีขึ้น เมื่อแยกตามอาการแล้ว กลุ่มทดลองมีอาการปวดกล้ามเนื้อ ไอ คอแห้ง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากการทดลอง 3 วัน กลุ่มทดลอง 14 ใน 89 คน ต้องการการรักษาเพิ่มเติม ในขณะที่กลุ่มควบคุมต้องการการรักษาเพิ่มเติม 44 คน ใน 90 คน การศึกษาทางคลินิกในผู้ที่มีการติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจส่วนบนอย่างเฉียบพลัน รวมทั้งโพรงจมูกอักเสบ โดยให้รับประทานยา Kan Jang ครั้งละ 4 เม็ด 3 ครั้ง/วัน นาน 5 วัน ทำการวัดผลโดยให้คะแนนจากการประเมินอุณหภูมิ อาการปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ อาการแสดงทางคอ ไอ อาการแสดงทางจมูก ความรู้สึกไม่สบายตัว และอาการทางตา พบว่าคะแนนรวมทั้งหมดของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยจะมีอาการปวดศีรษะ อาการทางจมูก อาการทางคอ และความรู้สึกไม่สบายตัวลดลง ในขณะที่ อาการไอและอาการทางตาไม่แตกต่าง อุณหภูมิในกลุ่มทดลองจะลดลงปานกลาง(เทวัญ จันทรวิไลศรี.ม.ป.ป.)

การศึกษาในหลอดทดลองพบว่าสารสกัดฟ้าทะลายโจร ซึ่งมีสารสำคัญคือ andrographolide และอนุพันธ์ต่างๆ มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ และมีผลควบคุมการทำงานของเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน ส่งผลลดการอักเสบและเพิ่มภูมิคุ้มกัน นอกจากนี้การศึกษาในสัตว์ทดลองยังพบว่าสารสกัดมีฤทธิ์ลดไข้อีกด้วย (เทวัญ จันทรวิไลศรี.ม.ป.ป.)

การศึกษาถึงประสิทธิผลในการรักษาโรคจากรายงานการวิจัยทางคลินิก เช่น โรคอุจจาระร่วงและบิดจากแบคทีเรีย (Dysentery /Gastroenteritis): การศึกษาในประเทศจีน มีรายงานว่า สารสกัดฟ้าทะลายโจรด้วยเอทานอลชนิดเม็ค มีประสิทธิผลในการรักษาผู้ป่วยโรคบิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียชนิดเฉียบพลันได้ถึง 88.3% และโรคทางเดินอาหารอักเสบเฉียบพลันได้ 91.3% ส่วนการรับประทานสาร Andrographolide สามารถรักษาผู้ป่วยโรคบิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียชนิดเฉียบพลันได้ถึง 91% ในขณะที่เดียวกันเมื่อให้การรักษาด้วยสารผสมของ Andrographolide และ Neoandrographolide (7:3) ชนิดเม็ค คิดเป็น 91.1 % นอกจากนี้เมื่อรักษาร่วมกับการใช้ยาแผนปัจจุบัน คือ Furazolidine หรือ Chloramphenicol ยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาได้ดียิ่งขึ้น (เทวัญ จันทร์วิไลศรี.ม.ป.ป.)

โรคติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนบน การศึกษาในอาสาสมัครคนไทยวัยผู้ใหญ่จำนวน 152 รายซึ่งป่วยด้วย โรคคอตีบและต่อมทอนซิลอักเสบ ทดลองให้รับประทานฟ้าทะลายโจร ปริมาณ 6 กรัม/วัน เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยเปรียบเทียบประสิทธิผลในการบรรเทาอาการไข้และเจ็บคอกับการรับประทานยาพาราเซตามอล พบว่าในวันที่ 3 ประสิทธิผลในการบรรเทาอาการไข้และเจ็บคอได้ดีเท่าๆกันทั้งสองวิธี นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงประสิทธิผลของสารสกัด Andrographispaniculata SHA-10 (1,200 มก./วัน) ในการบรรเทาอาการหวัด (common cold) ของผู้ป่วย 158 ราย เป็นเวลา 5 วัน พบว่าสารสกัดช่วยบรรเทาอาการอ่อนเพลีย นอนไม่หลับ เจ็บคอ และลดน้ำมูกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสังเกตเห็นได้ชัดว่าอาการดีขึ้นตั้งแต่วันที่ 2 ของการรักษา (เทวัญ จันทร์วิไลศรี.ม.ป.ป.)

การศึกษาในสัตว์ทดลองหรือในหลอดทดลอง พบว่า สารสกัดหรือสารสำคัญของฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ทางยาหลายประการ เช่น ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด (Husen *et al.*, 2004; Dandu and Inamdar, 2009), ฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Sheeja *et al.*, 2006), ฤทธิ์กระตุ้นภูมิคุ้มกันและยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง (Kumar *et al.*, 2004), ฤทธิ์ป้องกันตับจากสารพิษหลายชนิด เช่น จากยาแก้ไวยาพาราเซตามอล หรือแอลกอฮอล์ (Visen *et al.*, 1993; Singha *et al.*, 2007) เป็นต้น

โรคติดเชื้อไวรัส HIV: ทดลองให้อาสาสมัครผู้ติดเชื้อ HIV 13 ราย และอาสาสมัครสุขภาพดี 5 ราย รับประทาน Andrographolide โดยเริ่มต้น 5 มก./กก. ในสามสัปดาห์แรก แล้วเพิ่มเป็น 10 มก./กก. เป็นเวลาสามอาทิตย์ และเพิ่มเป็น 20 มก./กก. ในสามสัปดาห์สุดท้าย พบว่าในผู้ติดเชื้อ HIV มีระดับ CD4+ lymphocyte สูงขึ้นโดยเฉลี่ยจาก 401 cells/mm³ เป็น 501 cells/mm³ และปริมาณ Viral load ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากค่าเฉลี่ยเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กลไกการออก

ฤทธิ์ของฟ้าทะลายโจรน่าจะเกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย มีรายงานว่าสารสกัดหยาบ andrographolide และอนุพันธ์กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายสัตว์ทดลอง นอกจากนี้ยังมีรายงานฤทธิ์แก้ไข้ (antipyretic) และต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) โดยกลไกยับยั้ง platelet-activating factor (PAF) (เทวัญ จันทรวีโลศรี.ม.ป.ป.)

สำหรับฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรียของฟ้าทะลายโจรนั้นมีรายงานที่ขัดแย้งกัน Leelarasamee และคณะรายงานว่าผงส่วนเหนือดินของฟ้าทะลายโจรที่แขวนตะกอนในน้ำ (ความเข้มข้น 1-25,000 มิลลิกรัม/ลิตร) ไม่มีฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดอาการเจ็บคอและอุจจาระร่วง และแม้ว่าจะใช้ serum ที่แยกจากเลือดที่เจาะจากอาสาสมัครที่กินผงส่วนเหนือดินฟ้าทะลายโจรครั้งเดียว (1-6 กรัม) และเจาะเลือดตั้งแต่อ่อนกินยา และ 1 2 4 8 และ 24 ชั่วโมง หลังกินยา ขณะที่ ธิคาร์ตัน ปลื้มใจ รายงานว่าสารสกัดใบฟ้าทะลายโจรด้วยแอลกอฮอล์ 70% หรือ 80% มีฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วงที่ระดับความเข้มข้น 25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และด้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดอาการเจ็บคอที่ระดับความเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (จุฑามาส เทียงธรรม.ม.ป.ป)

การรักษาอาการอุจจาระร่วง การทดลองทางคลินิกแบบ Randomized double-blind study เพื่อศึกษาประสิทธิผลของส่วนเหนือดินของฟ้าทะลายโจรในการรักษาอาการอุจจาระร่วง และบิดแบคทีเรีย เปรียบเทียบกับ tetracycline ในผู้ป่วย 106 คน พบว่าฟ้าทะลายโจรขนาด 2 กรัมต่อวัน แบ่งให้ 2 ครั้ง (2 วัน) หรือ 4 ครั้ง (3 วัน) ลดจำนวนอุจจาระเหลว และจำนวนน้ำเกลือที่ให้ทดแทนได้ดีเท่ากับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับฟ้าทะลายโจรมีจำนวนเชื้อ Shigella ในอุจจาระนั้นน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับ tetracycline นอกจากนี้ยังพบว่าการให้ยาทั้ง 2 ชนิด แบบแบ่งให้ 2 ครั้ง เป็นเวลา 2 วัน ได้ผลในการรักษาดีกว่าแบบแบ่งให้ 4 ครั้ง เป็นเวลา 3 วัน (สมภพ ประธานธูรารักษ์และคณะ.2548)

2.5 การศึกษาการนำสมุนไพรฟ้าทะลายโจรมาใช้ในอาหารไก่

สภาพการเลี้ยงไก่ในปัจจุบันนี้ การจัดการด้านอาหาร นอกจากจะมีการเตรียมสูตรอาหารให้มีโภชนาครบถ้วนตามความต้องการแล้ว ในสูตรอาหารจะมีสารเสริมอาหารสัตว์ (Feed additive) รวมอยู่ด้วย ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปสารเคมีซึ่งมีขายตามท้องตลาดทั่วไป สารเสริมเหล่านี้มีหลายชนิด แล้วแต่วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ เช่น พวกสารปฏิชีวนะ ให้ผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหาร สารปรับปรุงคุณภาพซากสัตว์ พวกยากันโรคบิด ซึ่งสารปฏิชีวนะต่างๆ ที่ใช้เสริมในอาหารสัตว์ปัจจุบันนี้ยังนำเข้าจากต่างประเทศ ข้อมูลด้านการศึกษา

เรื่องการนำสมุนไพรที่มีคุณสมบัติทางยามาใช้ในอาหารสัตว์ยังมีไม่มากนัก

กุศล คำเพราะและวรรณพร คำเพราะ(2536) ทำการศึกษาถึงสมุนไพรฟ้าทะลายโจรเพื่อการเลี้ยงไก่เนื้อ(ป้องกันโรคหลอดลมอักเสบ) โดยเก็บฟ้าทะลายโจรมาทั้งต้นนำมาผึ่งแดดให้แห้ง สับ บด ให้ละเอียดแล้วนำมาผสมในอาหารสำเร็จรูปทางการค้าของไก่เนื้อที่ระดับ 1.0% พบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินอาหาร น้ำหนักตัว ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และรสชาติของเนื้อไก่จากการทดสอบการชิมรส (Taste panel) รสขมจากฟ้าทะลายโจรที่ระดับ 1% ในอาหารผสม ไม่ส่งผลกระทบต่อเนื้อไก่กระทั่งแม้ว่าการเพิ่มระดับของฟ้าทะลายโจรในอาหารสูงขึ้น จะมีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณการกินอาหารและน้ำหนักตัวมีค่าลดลง แต่ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) และพบว่ากลุ่มไก่ทดลองที่ไม่ได้รับวัคซีนป้องกันโรคหลอดลมอักเสบ

ด้านการศึกษาถึงนำมาใช้ทดแทนสารปฏิชีวนะคลอเตตราไซคลิน เพื่อช่วยเร่งอัตราการเจริญเติบโต โดยผสมฟ้าทะลายโจรในอาหารสำเร็จรูปทางการค้าของไก่เนื้อที่ระดับ 0.5 และ 1.0% พบว่าน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร(Feed conversion ratio ; FCR) และอัตราการตายมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารควบคุมที่ผสมด้วยคลอเตตราไซคลิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แม้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณฟ้าทะลายโจรในอาหารผสมมากขึ้นพบว่าแนวโน้มปริมาณการกินอาหาร น้ำหนักตัวลดลง อาจเป็นเพราะว่าฟ้าทะลายโจรมีรสขมมาก ส่งผลต่อการรับรสอาหารในไก่ทดลอง จึงคาดว่าอาจมีทางเป็นไปได้ที่จะนำเอาสมุนไพรฟ้าทะลายโจรมาใช้เพื่อการเลี้ยงไก่เนื้อ (กุศล คำเพราะและวรรณพร คำเพราะ.2537)

2.5.1 หลักเบื้องต้นในการนำสมุนไพรมาใช้ในอาหารสัตว์

เนื่องจากสมุนไพรที่ใช้เป็นยาและเป็นที่ยอมรับมากหนึ่งพันชนิด ดังนั้นต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์สำคัญที่ควรระวัง ดังนี้

1) การศึกษาเพื่อกลั่นกรองหรือค้นคว้าจากเอกสารที่เชื่อถือได้ ซึ่งมีผลวิจัยสนับสนุนในด้านสรรพคุณและพิษวิทยา เพื่อประโยชน์และความปลอดภัยที่แท้จริง

2) การใช้ให้ถูกชนิด และรู้จักสมุนไพรให้ดีพอและถูกต้อง เพราะบางชื่ออาจจะซ้ำซ้อนกันทำให้เกิดความสับสน

3) การนำมาใช้ให้ถูกส่วน ต้องศึกษาและระบุส่วนที่นำมาใช้ให้ถูกต้อง เพราะสมุนไพรมีสารสำคัญในส่วนต่างไม่เท่ากัน และแต่ละฤดูกาลที่ปลูกก็ให้สารสำคัญที่ไม่เท่ากัน อายุความแก่อ่อนก็เช่นกัน จะให้สารสำคัญที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการปลูกและช่วงเวลา

การเก็บ เช่น เช้ามีด หรือกลางวัน โดยเฉพาะสารสมุนไพรที่เป็นน้ำมันหอมระเหยนั้นไม่หายไปกับแดด เช่น ใบกระเพราเป็นต้น

4) การใช้ให้ถูกขนาด ควรศึกษาข้อมูลขนาดให้ถูกต้องจะให้ผลตามต้องการ เพื่อให้มีมาตรฐานแนะนำผู้ใช้ได้อย่างถูกต้องและได้ผลดี เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดถึงขั้นเป็นอันตรายแก่สัตว์ได้

5) การใช้ให้ถูกวิธี คือ ใช้โดยวิธีไหนจึงจะให้สรรพคุณดีที่สุด เช่น ให้กินสด ดับหรือตากแดด

6) การใช้ให้ถูกตามชีพจรอายุและเพศ โดยต้องบ่งบอกการใช้กับสัตว์ช่วงไหนจึงจะเหมาะสม ตลอดจนเพศด้วย เช่น กวาวเครือ เป็นต้น(เขาวมาลัย คำเจริญและคณะ.2547)

2.5.2 การใช้สมุนไพรในการผลิตสัตว์ปีก

กุสล คำเพราะและวรรณพร คำเพราะ(2537) สมุนไพรมีบทบาทหน้าที่แทนปฏิชีวนะสาร (Antibiotics) ในอาหารและวัตถุดิบเติมอาหาร(Feed additives) ที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมีอื่น ซึ่งปฏิชีวนะสารและวัตถุที่เติมในอาหารมีบทบาทในการต้านจุลินทรีย์ กระตุ้นการกินอาหาร กระตุ้นการย่อยอาหารและการดูดซึมอาหารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เป็นต้น สมุนไพรตามธรรมชาติมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จำพวกขมมีคุณสมบัติช่วยขับน้ำลาย กระตุ้นการหลั่งน้ำย่อยจากกระเพาะและตับอ่อน เพิ่มการดูดซึม ลดการอักเสบวม จำพวกรสเผ็ดร้อนมีคุณสมบัติกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน โรค ออกฤทธิ์ด้านแบคทีเรีย สารจำพวก flavonoids ที่พบในสมุนไพรหลายชนิด ลดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการหลั่งน้ำดี เพิ่มระดับภูมิคุ้มกันโรค ดังนั้น เมื่อนำสมุนไพรผสมในอาหารไก่ไข่ พบว่าไก่ไข่มีสุขภาพที่สมบูรณ์แข็งแรงสามารถให้ผลผลิตไข่ที่มีคุณลักษณะที่ดี คือ ลักษณะของไข่ที่มีรูปร่างผิดปกติ ผิวไข่มีความเรียบมันวาวและไก่สามารถให้ผลผลิตไข่เป็นปกติ

กุสล คำเพราะ และวรรณพร คำเพราะ (2536) ได้นำผงฟ้าทะลายโจรมาเติมลงในอาหารไก่เนื้อสำเร็จรูปในระดับที่ 1% พบว่าอัตราการเพิ่มของน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน และรสชาติของเนื้อไม่แตกต่างจากไก่ที่ไม่ได้รับสมุนไพรแต่ไก่มีสุขภาพดีเหมือนกับไก่ที่ได้รับวัคซีนหลอดลมอักเสบ

จาร์ต โจลังกาและคณะ (2549) ได้ศึกษาการใช้ส่วนผสมของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชันและไพล ในอัตราส่วน 144 : 7 : 29 กรัม ผสมในอาหาร 100 กิโลกรัม ให้ไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงในฟาร์มของศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีเชิงราย กิน เปรียบเทียบกับไม่ผสมสมุนไพรในอาหาร ปรากฏว่าไก่ที่ได้รับอาหารผสมสมุนไพร มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 10.68 และ 9.66 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ และประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 1.25 และ 1.21 ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกันมาก สรุปได้ว่าปริมาณสมุนไพรฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชันและไพล ในสัดส่วนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองที่น้ำหนักตั้งแต่ 1,000 กรัมขึ้นไป

พัฒนา สุขประเสริฐ และคณะ (2542) กล่าวว่า การเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจร สารสกัดฟ้าทะลายโจรและยาปฏิชีวนะในอาหารไก่กระทง เปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่เสริมสมุนไพรและยาปฏิชีวนะ พบว่าการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่กระทง และสารสกัดฟ้าทะลายโจรและยาปฏิชีวนะ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเปอร์ด็เช่นต์การเลี้ยงรอด และเปอร์ด็เช่นต์ซาก เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอาหารที่ไม่เสริมฟ้าทะลายโจรและยาปฏิชีวนะ ไม่แตกต่างทางสถิติ

ยุทธนา ศิริวัธนุกุลและคณะ (2544) ได้ทดสอบของสมุนไพร 5 ชนิด ในการรักษาโรคระบบทางเดินหายใจในสุกรพบว่า ในการใช้ฟ้าทะลายโจรในการรักษาให้ผลดีในการรักษาใกล้เคียงกับการใช้ยาปฏิชีวนะ CSP

วิศิษฐ์ เกตุปัญญาพงศ์ และคณะ (2543) ได้ทำการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบฟ้าทะลายโจรด้วยเอธานอล 95% มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *E. Coli* และได้ทดลองป้อนลูกสุกรระยะระยะดูนม พบว่าลูกสุกรหายจากอาการท้องร่วงเร็วกว่าภาวะปกติ

จันทร์จรัส เร็วเดชะและคณะ (2547) จากการทดลองเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรผงใน ระดับ 0.05% และ 0.10% ลงในอาหารไก่พันธุ์ AA-Brown อายุ 21 สัปดาห์ เพื่อศึกษาปริมาณการกินอาหาร จำนวนผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และคุณภาพในฟองไข่ และคุณภาพภายในฟองไข่ เช่น ความสูงไข่ขาว ความหนาของเปลือกไข่ สีของไข่แดง พบว่าการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรผงทั้ง 2 ระดับ ลงในอาหารไก่ไข่ทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็น น้ำหนักไข่ และคุณภาพภายในฟองไข่ มีแนวโน้มที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม (ดังตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ผลของการเสริมฟัฟทาละลายโจรผงในอาหารต่อน้ำหนักไข่และผลผลิตไข่ของไก่ไข่ช่วงอายุ 21-36 สัปดาห์

สมรรถนะการผลิต	ควบคุม	ระดับฟัฟทาละลายโจร		CV %
		0.05	0.10	
% ผลผลิตไข่ (Hen-day)	86.06	88.82	87.76	6.80
% ผลผลิตไข่ (Hen-housed)	85.39	87.7	87.76	7.12
น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม)	55.81	56.81	55.53	2.27
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	102.87 ^b	109.64 ^a	100.80 ^b	4.00
กก.อาหาร/กก.ไข่	1.85	1.94	1.83	3.91
ความหนาของเปลือก (มม.)	0.345 ^{ab}	0.350 ^b	0.358 ^a	3.74
ค่าคะแนนสีไข่แดง (Roche)	5.15 ^b	5.58 ^{ab}	5.88 ^a	5.00
ค่า Haugh Unit	91.14 ^b	94.81 ^a	94.25 ^{ab}	3.09

^{a,b,c} ตัวอักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแต่ละแถวบนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ที่มา : จันทรจรัส เร็วเฉชะและคณะ (2547)

นวลจันทร์ พาร์กษาและคณะ (2547) ศึกษาการใช้สมุนไพรฟัฟทาละลายโจรบดผงและสารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชันในไก่เนื้อ โดยศึกษาสรรพคุณด้านต่างๆ ของสมุนไพรทั้งสองชนิด อาทิ การลดความเครียด การลดสารต้านอนุมูลอิสระ และการช่วยเร่งการเจริญเติบโต โดยใช้ลูกไก่เนื้ออายุ 1 วัน จำนวน 2000 ตัว แบ่งออกเป็น 8 กลุ่มการทดลองๆ 5 ซ้ำๆ ละ 50 ตัว (เพศผู้ 25 ตัว เพศเมีย 25 ตัว) สุ่มให้ได้รับอาหารทดลองคือ อาหารควบคุม (กลุ่ม 1) อาหารควบคุมเสริมด้วยยาปฏิชีวนะฟลาโวไมซิน 5 ppm (กลุ่ม 2) เสริมด้วยสมุนไพรฟัฟทาละลายโจรบดผงในระดับ 0.5 0.75 1.0 % ของสูตรอาหาร (กลุ่ม 3-5) และเสริมด้วยสารเคอร์คูมินอยด์จากขมิ้นชันในระดับ 50 100 และ 150 ppm (กลุ่ม 6-8) ผลการทดลองพบว่า การเสริมสมุนไพรฟัฟทาละลายโจรและสารเคอร์คูมินอยด์ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ แต่มีแนวโน้มว่าการเสริมสารเคอร์คูมินอยด์มีผลให้ไก่เนื้อโดยเฉพาะในช่วงอายุ 0-3 สัปดาห์มีการเจริญเติบโตที่เทียบเท่ากับการใช้ยาปฏิชีวนะ นอกจากนี้การเสริมสารเคอร์คูมินอยด์มีแนวโน้มช่วยลดความเครียดของไก่โดยลดสัดส่วนของเม็ดเลือดขาวชนิด heterophil กับ lymphocyte สารเคอร์คูมินอยด์ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี โดยสามารถลดการเกิด lipid peroxidation ใน ซีรัม และการเสริมในช่วงสัปดาห์แรกมีผลทำให้ความสูงของวิลโลเทียบเท่ากับกลุ่มที่เสริมยาปฏิชีวนะ แต่การเสริมสมุนไพร

ทั้งสองเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ติดต่อกันกลับมีผลเสียต่อลักษณะและความสูงของวิลไล ลักษณะคุณภาพซากไม่ได้รับอิทธิพลจากการเสริมสมุนไพรรำฟางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ (2543ก) ได้ศึกษาผลการเสริมสมุนไพรรำฟางละลายโจรในอาหารไก่กระตังที่ระดับ 0.1 ,0.2 ,0.3 , 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับต่อการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้เนื้อบริเวณกล้ามเนื้อหน้าอกและกล้ามเนื้อขา มาทำให้สุกโดยการนึ่งใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 18 ท่าน พบว่า เมื่อเสริมสมุนไพรรำฟางละลายโจรที่ระดับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผู้บริโภคยอมรับกลิ่นความนุ่มของเนื้อมากที่สุด และเมื่อเสริมสมุนไพรรำฟางละลายโจรที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผู้บริโภคพึงพอใจในรสชาติมากที่สุด

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ (2543ข) ได้ศึกษาผลการเสริมสมุนไพรรำฟางละลายโจรในอาหารไก่ไข่ ทำการทดลองในไก่ไข่พันธุ์ช้าวราวันช่วงอายุ 28-48 สัปดาห์ ที่ระดับ 0.1 ,0.2 ,0.3 , 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า การเสริมสมุนไพรรำฟางละลายโจรในอาหารไก่ไข่ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การเลี้ยวรอดและความเข้มของสีไข่แดง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กลุ่มที่ไม่เสริมรำฟางละลายโจรเปอร์เซ็นต์การเลี้ยวรอดต่ำที่สุด และกลุ่มที่เสริมรำฟางละลายโจรในอาหาร 0.50 % ทำให้ไข่แดงมีสีเข้มมากที่สุด การเสริมสมุนไพรรำฟางละลายโจรในอาหารไม่มีผลทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ มวลไข่ ส่วนประกอบฟองไข่ คุณภาพไข่ ปริมาณอาหารที่กินและปริมาณอาหารที่กินต่อผลผลิตไข่ 1 โหล ไม่แตกต่างจากอาหารที่ไม่เสริมรำฟางละลายโจร

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ (2543ค) ได้ศึกษาผลการเสริมสมุนไพรรำฟางละลายโจรในอาหารไก่ลูกผสมพื้นเมืองที่ระดับ 0.1 ,0.2 ,0.3 , 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตในทุกช่วงอายุที่ทำการศึกษา แต่มีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การเลี้ยวรอดในช่วงอายุ 0-12 สัปดาห์ สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมรำฟางละลายโจรยังส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซากหลังเอาเครื่องในออก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อเสริมในสูตรอาหารทุกระดับจะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซากหลังเอาเครื่องในออกสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ

สินีนากู พลแสงและคณะ (2553) ได้ศึกษาผลการใช้รำฟางละลายโจรในระดับต่างกันผสมน้ำเลี้ยงไก่กระตังซึ่งเป็นไก่กระตังอายุ 1 สัปดาห์ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) มี 3 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว รวมไก่กระตังทั้งหมด 96 ตัว ในทรีตเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 ใช้รำฟางละลายโจรระดับ ร้อยละ 0.05, 0.10 และ 0.0 ตามลำดับผสมในน้ำเลี้ยงไก่กระตังจนอายุ 5 สัปดาห์ เพื่อศึกษาน้ำหนักเพิ่มปริมาณอาหารกิน และอัตราการเปลี่ยน

อาหารเป็นเนื้อของไก่กระทง พบว่าน้ำหนักไก่กระทงมีชีวิตเป็นกรัมต่อตัวเมื่ออายุการทดลองที่ 0-1 และ 0-2 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และน้ำหนักไก่กระทงมีชีวิตอายุการทดลองที่ 0-3 0-4 และ 0-5 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณอาหารกินเป็นกรัมต่อตัวทุกระยะอายุการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเมื่ออายุการทดลองที่ 0-1 0-2 และ 0-5 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้ออายุการทดลองที่ 0-3 และ 0-4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการใช้หรือไม่ใช้ฟัทะเลลายโจรในระดับต่างกันไม่มีผลต่อการเลี้ยงไก่กระทงแต่พบว่าการใช้ฟัทะเลลายโจรระดับร้อยละ 0.1 เป็นผลดีต่อสุขภาพไก่มากกว่าระดับอื่น จึงเป็นแนวทางในการใช้ฟัทะเลลายโจรทดแทนยาปฏิชีวนะในโอกาสต่อไป

สาโรช คำเจริญ และคณะ (2550) กล่าวว่า ผลการเสริมสารสกัดจากฟัทะเลลายโจรในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อ ในระดับ 0 5 10 15 20 และ 25 ppm เปรียบเทียบกับการเสริมยาปฏิชีวนะคลอเตตราซัยคลินที่ระดับ 60 ppm เมื่อไก่อายุได้ 6 สัปดาห์ ไก่ทดลองทุกกลุ่มมีอัตราการเลี้ยงรอด 98.97% สูงกว่ามาตรฐานการเลี้ยงแบบการค้า (>95%) ส่วนปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเพิ่มของน้ำหนักตัว และอัตราการแลกเนื้อของไก่เนื้อทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างทางสถิติ

สมบุญรัตน์ นรพัฒน์และคณะ (2552) ได้ศึกษาผลของสมุนไพรผสมฟัทะเลลายโจร ขมิ้นชัน และมะระขี้นกในอาหารไก่ไข่ที่มีอายุมากกว่า 18 เดือน ต่อประสิทธิภาพการให้ไข่คุณภาพไข่ และระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดง โดยทำการเสริมสมุนไพรไทยฟัทะเลลายโจร ขมิ้นชันและมะระขี้นก (เฮอ์บา ทือบ-มิทซ์ , HBTM) ที่ 3 ระดับ (0.05, 0.10 และ 0.15%) ในสูตรอาหารไก่ไข่พันธุ์ อีซ่าบราวน์ต่อสมรรถนะการผลิต คุณภาพของไข่ คอเลสเตอรอลในไข่แดง ผลการทดลองครั้งนี้พบว่า การเสริมสมุนไพรผสม ในอาหารทั้ง 3 ระดับ มีผลทำให้ผลผลิตไข่น้ำหนักไข่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่น้ำหนักมวลไข่ตลอดช่วงการทดลอง (79-94 สัปดาห์) มีประสิทธิภาพการผลิตที่ดีขึ้น การทดสอบในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าการเสริม HBTM ในระดับ 0.10% ในสูตรอาหาร จะให้ผลตอบแทนสูงสุดในการนำมาเสริมเป็นวัตถุที่เสริมในอาหารไก่ไข่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

เกษตรพอเพียงรักบ้านเกิด (2552) มีการศึกษาหาระดับที่เหมาะสมและศึกษาผลของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในสูตรอาหารไก่ต่อประสิทธิภาพการผลิตและลดปัญหาโรคอุจจาระขาวในไก่พื้นเมืองโดยใช้ไก่พื้นเมืองคะเพศอายุแรกเกิดจำนวน 160 ตัวเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ซึ่งในช่วงการทดลองนั้นไก่จะถูกสุ่มแบ่งออกเป็นกลุ่มจำนวน 16 กลุ่มๆละ 10 ตัวแต่ละกลุ่มจะถูกสุ่มแบบอิสระให้ได้รับอาหารทดลองที่มีสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในส่วนประกอบมากขึ้น 4 ระดับคือร้อยละ 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 ในสูตรอาหาร ตามลำดับ ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ครั้งหนึ่งของไก่ที่ได้รับอาหารทดลองแต่ละสูตรจะถูกสุ่มให้ได้รับเชื้อ *Salmonella pullorum* ซึ่งเชื้อจะถูกฉีดเข้าปากสู่ทางเดินอาหารโดยตรงวัดอัตราการเจริญเติบโตประสิทธิภาพการใช้อาหารศึกษาอาการเครียดและเหงาซึมตลอดทั้งวัดคุณภาพซากเมื่อเลี้ยงครบ 14 สัปดาห์ซึ่งไก่จะมีอายุ 16 สัปดาห์จากการศึกษาพบว่าระดับของฟ้าทะลายโจรที่เหมาะสมในสูตรอาหารคือร้อยละ 1.0 เพราะมีผลให้ไก่กินอาหารได้มากที่สุดและมีแนวโน้มให้ไก่มีน้ำหนักตัวสูงที่สุดตลอดทั้งอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดด้วย นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันผลเสียอันเกิดจากเชื้อ *S. pullorum* ที่มีต่อไก่ เช่นอาการเครียดส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่ลดลงและอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลงซึ่งระดับฟ้าทะลายโจรร้อยละ 1.0 ในสูตรอาหารยังสามารถทำให้อัตราการแลกเนื้อดีที่สุดในช่วงที่ไก่ได้รับเชื้อ *S. pullorum* สมุนไพรฟ้าทะลายโจรในสูตรอาหารจะช่วยทำให้เปอร์เซ็นต์ซากดีขึ้นและมีผลให้เปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอกมากด้วยซึ่งในไก่พื้นเมืองสามารถย่อยสมุนไพรได้ดีกว่าไก่พันธุ์เนื้อในระบบฟาร์ม

2.5.3 ประโยชน์ของสมุนไพรต่อการผลิตสัตว์ปีก

จันทร์จรัส เรียวเดชะและคณะ (2547) กล่าวว่า การนำสมุนไพรมาใช้เสริมอาหารสัตว์ปีกสามารถใช้วิธีการเสริมโดยตรงหรือสกัดเอาสารออกฤทธิ์มาใช้ เพื่อช่วยในการเพิ่มสมรรถภาพในการผลิตสัตว์ทั้งในแง่การเจริญเติบโต เพิ่มผลผลิตและรักษาสุขภาพให้สมบูรณ์ ดังนั้นการใช้สมุนไพรในอาหารสัตว์ปีกจึงมีประโยชน์ดังนี้

- 1) ให้สารอาหารหรือโภชนะ (Nutrients) โดยการใช้สารสกัดจากโปรตีนเปปไทด์ อนุพันธ์ กรดอะมิโน กรดไขมัน แป้ง โอลิโกแซคาไรด์ วิตามินและกรดต่างๆ
- 2) สารเร่งหรือกระตุ้นเพื่อช่วยในการย่อยอาหาร (Appetizer and digestion aids)
- 3) สารสีต่างๆ (Pigmentation)
- 4) สารควบคุมเชื้อรา (Anti-mold)
- 5) สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรค (Immune stimulator)

- 6) สารคล้ายฮอร์โมน (Hormone effect)
- 7) วิตามินและสารคล้ายวิตามิน (Vitamin-like effect)
- 8) สารต้านจุลินทรีย์ (Antimicrobial effect)
- 9) สารควบคุมพยาธิ (Anthelmintic effect)
- 10) สารควบคุมเมตาบอลิซึมในร่างกาย (Metabolic regulation)

2.6 ระบบภูมิคุ้มกัน (Immunity system)

ระบบภูมิคุ้มกัน คือ ระบบหนึ่งที่ร่างกายสร้างขึ้นมาเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดแก่ร่างกาย ทั้งอันตรายที่เกิดจากสิ่งต่างๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคหรือเชื้อโรค เพื่อให้สัตว์มีสุขภาพร่างกาย สมบูรณ์แข็งแรง สามารถมีชีวิตอยู่รอดอย่างปกติและให้ผลผลิตได้ ระบบนี้จะทำงานร่วมกับระบบ น้ำเหลือง โดยระบบน้ำเหลืองจะสร้างเม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ ขึ้นมา ทำหน้าที่ต่อสู้และทำลายเชื้อโรคที่เข้ามาในร่างกาย เม็ดเลือดขาวกลุ่มที่สำคัญในระบบภูมิคุ้มกัน คือ บีลิมโฟไซต์ หรือบีเซลล์ (B lymphocytes or B cell) และ ทีลิมโฟไซต์ หรือทีเซลล์ (T lymphocyte or T cell) สำหรับสิ่งแปลกปลอมต่างๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและไม่ก่อโรคที่เข้ามาในร่างกายจะเรียกว่า แอนติเจน (antigens) ส่วนสิ่งที่เม็ดเลือดขาวสร้างขึ้นมาเพื่อทำลายเชื้อโรคจะเรียกว่า แอนติบอดี (antibody)

ระบบภูมิคุ้มกันทำงานได้โดยการจดจำ และจำแนกระหว่างตัวของมันเองกับสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย หรือ แอนติเจน (antigens) ได้แก่ สารเคมี สิ่งแปลกปลอมอื่นๆ และ จุลินทรีย์ เมื่อมีแอนติเจนเข้ามาในร่างกาย ร่างกายก็จะสร้างกลไกในการทำลายแอนติเจนขึ้นมา เริ่มจากกลไกการเก็บกลืนกิน (phagocytosis) กลไกการสลายเชื้อหุ้มเซลล์ของเซลล์ที่แปลกปลอม การทำให้สารเคมีหรือเชื้อโรคทำงานได้น้อยลงหรือเกิดปฏิกิริยาได้ลดลง การทำลายสิ่งแปลกปลอม และการจับกลุ่ม และการทำให้เซลล์หรือโมเลกุลของสารเกิดการตกตะกอน เป็นต้น

โดยทั่วไปร่างกายมีระบบป้องกันอันตรายตามธรรมชาติอยู่แล้ว โดยบางส่วนนั้นเป็นส่วนประกอบในโครงสร้างของร่างกาย เช่น ระบบปกคลุมร่างกายในส่วนของผิวหนัง ที่ร่างกายสร้างขึ้นเพื่อปกป้องอวัยวะภายในต่างๆ หรือการผลิตของเหลวหรือน้ำเมือกจากชั้นเยื่อเมือกในระบบท่อทางเดินอาหาร ท่อทางเดินหายใจ รวมทั้งระบบสืบพันธุ์ในส่วนของช่องคลอดที่มีสภาพความเป็นกรดซึ่งสามารถช่วยป้องกันไม่ให้เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายได้ คราบไคที่ระบบป้องกันอันตรายตามธรรมชาติและระบบภูมิคุ้มกันยังทำงาน และสามารถป้องกันอันตรายให้ร่างกายได้อย่างปกติ

สัตว์ก็ยังคงมีสุขภาพดี แต่หากเมื่อใดที่ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานบกพร่องหรือทำงานผิดปกติ สัตว์ก็จะมีสุขภาพไม่ดีหรือเกิดเป็นโรคขึ้นมาได้

ระบบภูมิคุ้มกันที่ร่างกายสร้างขึ้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) ระบบภูมิคุ้มกันทั่วไป (innate immunity) เป็นกลไกโดยทั่วไปของร่างกายในการป้องกันอันตรายให้กับร่างกาย เช่น ผิวหนัง ชั้นเยื่อเมือกตามอวัยวะต่างๆ รวมทั้งการทำงานของเม็ดเลือดขาวที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกายด้วยขบวนการเก็บกลืนกิน และปฏิกิริยาการอักเสบ เป็นต้น

2) ระบบภูมิคุ้มกันที่ป้องกันร่างกายอย่างเจาะจง (adaptive immunity) เป็นระบบภูมิคุ้มกันที่ร่างกายสร้างขึ้นใหม่เพื่อทำลายเชื้อโรคอย่างเจาะจง โดยกลไกที่จำเพาะสำหรับเชื้อโรคแต่ละตัว

2.6.1 ปฏิกิริยาภูมิคุ้มกัน (immune reactions)

ปฏิกิริยาภูมิคุ้มกันที่ร่างกายสร้างขึ้นเพื่อปกป้องร่างกายมี 2 แบบ คือ ปฏิกิริยาภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ (nonspecific immunity) และปฏิกิริยาภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (specific immunity)

1) ภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ (nonspecific immunity) หมายถึง ภูมิคุ้มกันที่ร่างกายสร้างขึ้นมา เพื่อป้องกันร่างกายจากแอนติเจนหรือสิ่งแปลกปลอม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค โดยมีลักษณะที่ไม่จำเพาะต่อแอนติเจนใดหรือแอนติเจนหนึ่งเท่านั้น

การตอบสนองภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะนี้จะเกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด โดยเริ่มจากการที่ร่างกายมีการสร้างสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติที่อยู่ที่ผิวหนังและมีการชั้นเยื่อเมือก ซึ่งจะช่วยป้องกันร่างกายไม่ให้แอนติเจนเข้าไปในร่างกาย แต่เมื่อสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติที่อยู่ที่ผิวหนังหรือการที่ชั้นเยื่อเมือกของร่างกายได้รับความเสียหาย เช่น เกิดการฉีกขาดหรือทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์ หรือเกิดเป็นแผลที่ผิวหนัง จุลินทรีย์ก็สามารถเข้าไปในร่างกายได้ เมื่อร่างกายตรวจพบว่ามีแอนติเจนหรือสิ่งแปลกปลอมเข้ามาในร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายก็จะสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาว ที่มีคุณสมบัติเก็บกลืนกินสิ่งแปลกปลอมได้ เช่น โมโนไซต์ และ นิวโทรฟิล แล้วส่งเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนี้มาที่ผิวหนัง หรือเนื้อเยื่อที่ถูกทำลาย เซลล์เม็ดเลือดขาวจะเข้าเก็บกลืนกินเซลล์เชื้อโรคดังกล่าว หรือไปทำให้เซลล์เชื้อโรคทำงานได้ช้าลง โดยอาจทำงานร่วมกับปฏิกิริยาอื่นๆ เช่น การใช้คอมพรีเมนต์ในน้ำเลือด หรือการใช้เอ็นเคเซลล์ เพื่อช่วยในการทำลายแอนติเจนหรือเชื้อโรค ภูมิคุ้มกันประเภทนี้ทำงานโดยไม่มีการจดจำแอนติเจนหรือเชื้อโรคที่จำเพาะเจาะจงไป หรือไม่

การสร้างเซลล์ความจำ ภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะเริ่มต้นจาก

ก) ระบบปกคลุมร่างกาย คือ ผิวหนังซึ่งเป็นสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติ ที่ป้องกันร่างกายจากแอนติเจนต่างๆ แต่หากแอนติเจนสามารถเข้ามาในร่างกายทางช่องเปิดต่างๆ เช่น ท่อทางเดินอาหาร ท่อทางเดินหายใจ ท่อปัสสาวะ หรือทางระบบสืบพันธุ์ ชั้นเยื่อเมือกที่บุอยู่ที่ผนังของระบบท่อ ก็มีการผลิตน้ำเมือกหรือสารสารเคมีขึ้นมาเพื่อที่จะช่วยป้องกันไม่ให้แอนติเจนสิ่งแปลกปลอม สารเคมีและสิ่งอื่นเข้ามาในร่างกายได้อีกทางหนึ่ง

ข) การอักเสบ (inflammation) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นที่เนื้อเยื่อซึ่งได้รับความเสียหายหรือถูกทำลายจากการเข้าทำลายของเชื้อโรค อาการอักเสบบวมแดงหรือเป็นหนองเกิดขึ้นเนื่องจากเมื่อเนื้อเยื่อถูกทำลายและมีการติดเชื้อ จะมีการหลั่งสารฮิสตามีน (histamine) ไปที่เนื้อเยื่อนั้นมีผลให้เส้นเลือดขยายตัวมีเลือดมาหล่อเลี้ยงมากขึ้น และผนังเส้นเลือดยอมให้สารต่างๆ ผ่านเข้าออกได้ง่าย จากนั้นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีคุณสมบัติในการเก็บกลืนกินสิ่งแปลกปลอม (macrophage cell) เข้ามาทำลายเชื้อโรค การตายของเซลล์อาจสะสมทำให้เกิดเป็นหนองขึ้นมาได้ เมื่อมีการติดเชื้อปริมาณเม็ดเลือดขาวจะเพิ่มสูงขึ้นมาก

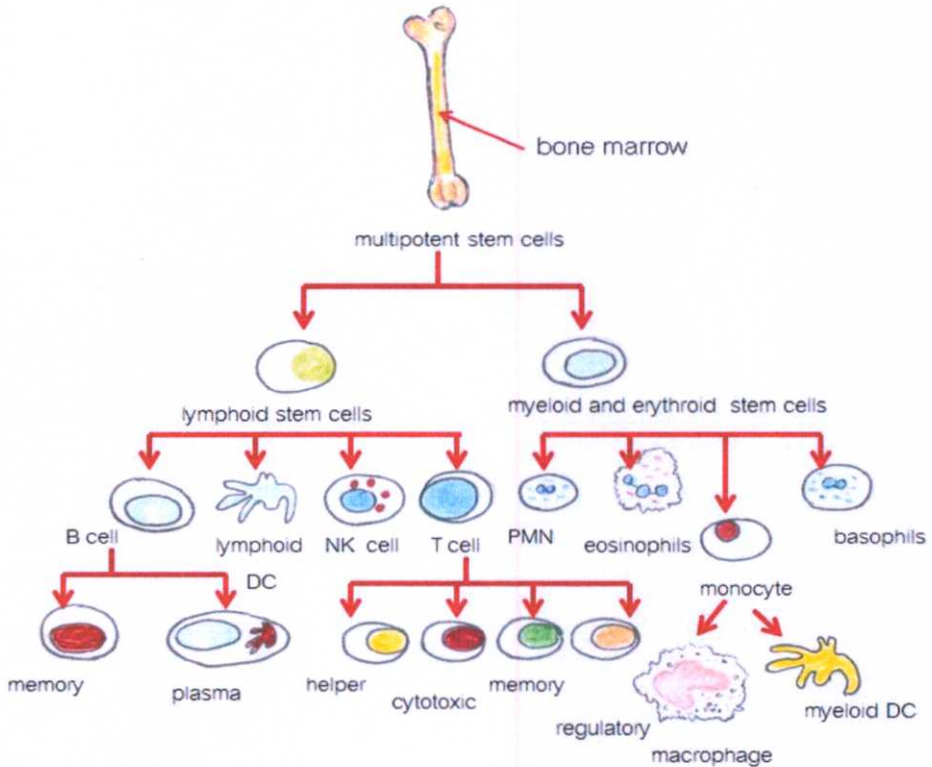
ค) การสร้างเอ็นเคเซลล์ (natural killer cell, NK cell) ที่ทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมเมื่อสิ่งแปลกปลอมมาสัมผัสกับเซลล์

ง) การสร้างอินเตอร์เฟอรอน (interferon) เป็นโมเลกุลของโปรตีนขนาดเล็กที่ผลิตโดยเซลล์ หลังจากที่เซลล์เกิดการติดเชื้อไวรัส โดยอินเตอร์เฟอรอนที่เกิดขึ้นจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตและการแพร่ของไวรัสได้

จ) การสร้างคอมพลีเมนต์ (complement) หมายถึง กลุ่มของเอ็นไซม์ที่ยังไม่สามารถทำงานได้ (inactive enzymes) ซึ่งพบอยู่ในน้ำเลือด เอ็นไซม์กลุ่มนี้จะถูกกระตุ้นให้ทำงานเพื่อทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ของเซลล์ที่แปลกปลอมเข้าร่างกาย เช่น เชื้อโรคฉีกขาด

การตอบสนองภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะนี้จะเกิดขึ้น โดยเริ่มจากการที่ร่างกายมีการสร้างสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติที่อยู่ผิวหนังและมีการชั้นเยื่อเมือก ซึ่งจะช่วยป้องกันร่างกายไม่ให้แอนติเจนเข้าไปในร่างกาย แต่เมื่อสิ่งกีดขวางตามธรรมชาติที่อยู่ผิวหนังหรือการที่ชั้นเยื่อเมือกของร่างกายได้รับความเสียหาย เช่น เกิดการฉีกขาดหรือทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์ หรือเกิดเป็นแผลที่ผิวหนังจุลินทรีย์ก็สามารถเข้าไปในร่างกายได้ เมื่อร่างกายตรวจพบว่ามีแอนติเจนหรือสิ่งแปลกปลอมเข้ามาในร่างกาย ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายก็จะสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีคุณสมบัติเก็บกลืนกินสิ่งแปลกปลอมได้ เช่น โมโนไซต์และนิวโทรฟิล แล้วส่งเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนี้มาที่

ผิวหนังหรือเนื้อเยื่อที่ถูกทำลาย เซลล์เม็ดเลือดขาวจะเข้าเก็บกลืนกินเซลล์เชื้อโรคดังกล่าว หรือไปทำให้เซลล์เชื้อโรคทำงานได้ช้าลง โดยอาจทำงานร่วมกับปฏิกิริยาอื่นๆ เช่น การใช้คอมพรีเมนต์ในน้ำเลือด หรือการใช้เอ็นเคเซลล์ เพื่อช่วยในการทำลายแอนติเจนหรือเชื้อโรค (ดังภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 การสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ ในร่างกาย

(ดัดแปลงจาก Ansar Ahmed and Schuring, 2013)

2) ภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (specific immunity)

เป็นภูมิคุ้มกันที่ร่างกายสร้างขึ้นมา เมื่อภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะที่ได้สร้างขึ้นมาแล้วไม่สามารถทำลายแอนติเจนหรือเชื้อโรคได้ ภูมิคุ้มกันแบบนี้จะสร้างขึ้นมาเพื่อทำลายแอนติเจนอย่างจำเพาะเจาะจงเพียงแอนติเจนชนิดเดียวเท่านั้น โดยภูมิคุ้มกันที่สร้างขึ้นมานี้จะเกิดปฏิกิริยาที่เชื่อมหุ้มเซลล์ของเซลล์ที่เข้ามาในร่างกาย อาจทำให้เชื่อมหุ้มเซลล์ฝักขาด และเซลล์ทำงานได้น้อยลง แอนติเจนที่เคยเข้ามาในร่างกายแล้วครั้งหนึ่งจะถูกจดจำ และบันทึกในความทรงจำไว้หากแอนติเจนชนิดเดียวกันนี้เข้าอีก ภูมิคุ้มกันที่ตอบสนองต่อแอนติเจนนั้นจะตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว

สามารถแบ่งภูมิคุ้มกันแบบจำเพาะ (specific immunity) ออกเป็น 2 ชนิด คือ ภูมิคุ้มกันแบบพึ่งเซลล์ (cell-mediated immunity) และภูมิคุ้มกันแบบพึ่งแอนติบอดี (antibody or humoral immunity)

ก) ภูมิคุ้มกันแบบพึ่งเซลล์ (Cell-mediated immunity) เป็นภูมิคุ้มกันที่เกิดจากการทำหน้าที่ของเซลล์จำเพาะ เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาวพวกทีลิมโฟไซค์ หรือทีเซลล์ (T lymphocyte or T cell) ที่เป็นกลุ่มเซลล์ที่สร้างและพัฒนาจากต่อมไทมัส ทีเซลล์ที่สร้างจากต่อมไทมัสจะถูกปล่อยออกมาในกระแสเลือดเพื่อเข้าไปเจริญเติบโตในต่อมน้ำเหลืองและม้ามต่อไป ทีเซลล์แต่ละเซลล์จะสร้างตัวรับรู้อแอนติเจนแบบจำเพาะบนเยื่อหุ้มเซลล์ของมัน โดยตัวรับรู้นี้จะมีลักษณะจำเพาะต่อแอนติเจนชนิดเดียวเท่านั้น โดยทั่วไปก่อนที่จะเซลล์แอนติเจนหรือเซลล์แปลกปลอมจะเกาะจับกับทีเซลล์ เซลล์เหล่านี้มักถูกเก็บกินด้วยเซลล์แมคโครฟาจ (macrophage cell) ซึ่งเซลล์แอนติเจนดังกล่าวส่วนใหญ่จะเป็นเซลล์ของเชื้อไวรัสหรือเซลล์มะเร็ง เมื่อทีเซลล์มาเกาะกับแอนติเจนที่ตัวรับจำเพาะบนผิวของเซลล์แล้ว มันจะเปลี่ยนแปลงเป็นทีเซลล์ที่ทำงานได้ดี จากนั้นจะแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเพิ่มจำนวน (ทีเซลล์) ให้ได้มากขึ้น ทีเซลล์ที่ได้จากการแบ่งตัวจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่แอนติเจนเข้ามาในร่างกาย เพื่อที่จะต่อสู้กับแอนติเจนชนิดเดียวกันกับแอนติเจนที่เคยได้รับ สำหรับทีเซลล์ที่ทำงานได้ดีในร่างกายได้แก่ ไซโทท็อกซิกทีเซลล์ (cytotoxic T cells) เฮลเปอร์ทีเซลล์ (helper T cells) และ ซับเพรสเซอร์ทีเซลล์ (suppressor T cells) เป็นต้น

ไซโทท็อกซิกทีเซลล์ (Cytotoxic T cells) อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าคิลเลอร์เซลล์ (killer cells) หรือคิลเลอร์ลิมโฟไซค์ (killer T lymphocyte) ทำหน้าที่เกาะจับกับแอนติเจนและทำลายแอนติเจน แต่จะไม่ทำลายเซลล์พวกเดียวกัน

เฮลเปอร์ทีเซลล์ (Helper T cells) เป็นทีเซลล์ที่พบมากที่สุด เซลล์ชนิดนี้จะตอบสนองภูมิคุ้มกันของร่างกายด้วยการหลั่งสารลิมโฟไคน์ (lymphokines) หรือไซโทไคน์ (cytokines) เข้าไปยังเนื้อเยื่อที่อยู่รอบๆ สารแต่ละชนิดจะทำหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น ลิมโฟไคน์บางชนิดจะช่วยเพิ่มการทำงานของบีเซลล์ (B cells) หรือบีลิมโฟไซค์ (B lymphocytes) ช่วยเพิ่มการทำงานของไซโทท็อกซิกทีเซลล์ หรือช่วยการทำงานของซับเพรสเซอร์ทีเซลล์ สำหรับลิมโฟไซค์ที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของทีลิมโฟไซค์ชนิดอื่น เรียกว่า อินเตอร์ลิวคินทู (interleukin 2: IL-2)

โดยทั่วไปลิมโฟไคน์จะเป็นสารที่ดึงดูดให้เซลล์แมคโครฟาจ เข้ามาในบริเวณที่เกิดความเสียหายหรือติดเชื้อ นอกจากนี้ลิมโฟไคน์ยังช่วยให้เซลล์แมคโครฟาจเก็บกลืนกินแอนติเจน หรือสิ่งแปลกปลอมได้เร็วขึ้น ผลของการเก็บกลืนกินทำให้มีแอนติเจนบนผิวของเซลล์แมคโครฟาจมากขึ้น ทำให้ไซโททอกซิกทีเซลล์เข้าไปจับและทำลายแอนติเจนได้มากขึ้นด้วย

ซัพเพรสเซอร์ทีเซลล์ (suppressor T cells) เป็นเซลล์ที่ขยับยั้งการทำงานของทีเซลล์ และไซโททอกซิกทีเซลล์ โดยปฏิกิริยาย้อนกลับ ซัพเพรสเซอร์ทีเซลล์จะช่วยป้องกันไม่ให้บีเซลล์เปลี่ยนแปลงเป็นพลาสมาเซลล์ (plasma cell) ซึ่งการทำงานที่ตรงข้ามกันของเซลล์ชนิดนี้จะช่วยควบคุมระดับการตอบสนองภูมิคุ้มกันแบบพึ่งเซลล์ (cell-mediated immunity) และภูมิคุ้มกันแบบพึ่งแอนติบอดี (antibody or humoral immunity) ของร่างกายให้อยู่ในระดับที่สมดุล

ข) ภูมิคุ้มกันแบบพึ่งแอนติบอดี (antibody or humoral immunity) ได้แก่ พลาสมาเซลล์ (plasma cell) แอนติบอดี หรืออิมมูโนโกลบูลิน (antibody or immunoglobulin) และเซลล์ความจำ (memory cell)

พลาสมาเซลล์ หมายถึง บีลิมโฟไซต์ซึ่งถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็น พลาสมาเซลล์ ที่เป็นเซลล์ซึ่งสามารถสร้างแอนติบอดีได้ โดยแอนติบอดีที่สร้างขึ้นมานั้นจะทำหน้าที่ต่อต้านการทำงานของแอนติเจนที่จำเพาะเท่านั้น บีลิมโฟไซต์เป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ถูกสร้างขึ้นที่ไขกระดูก ที่เชื่อมหุ้มเซลล์ของบีลิมโฟไซต์จะมีจุดเกาะ (binding site) ที่มีรูปร่างจำเพาะกับแอนติเจนจำเพาะเท่านั้น เมื่อแอนติเจนจำเพาะที่มีจุดเกาะที่มีรูปร่างเข้ากันได้พอดีกับแอนติบอดีชนิดนี้ มาสัมผัสที่เชื่อมหุ้มเซลล์ของบีลิมโฟไซต์ที่จุดเกาะดังกล่าว จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนแอนติบอดี-แอนติเจน (antibody-antigen complex) ที่ผิวของเชื่อมหุ้มเซลล์ของบีลิมโฟไซต์ ทำให้บีลิมโฟไซต์เปลี่ยนแปลงเป็น บีลิมโฟไซต์ที่ทำงานได้ บีลิมโฟไซต์ที่ทำงานได้จะแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนให้มากขึ้นก่อน แล้วจึงเปลี่ยนจากบีลิมโฟไซต์เป็นพลาสมาเซลล์ ที่สามารถผลิตแอนติบอดีจำเพาะได้มากกว่าตอนที่ เป็น ลิมโฟไซต์

แอนติบอดีที่หลังจากพลาสมาเซลล์จะเข้าไปในพลาสมาของเลือดแล้วจะไปเกาะกับแอนติเจน เพื่อเข้าทำลายแอนติเจนด้วยกลไกต่างๆ เช่นทำให้แอนติเจนที่อยู่ในรูปสารพิษ เปลี่ยนเป็นสารที่ไม่มีพิษ หรือทำให้แอนติเจนตกตะกอนรวมกลุ่มกันและถูกเก็บกลืนกินโดยแมคโครฟาจเซลล์ หรือทำให้เชื่อมหุ้มเซลล์ของแอนติเจนถูกฉีกขาด

แอนติบอดี หรืออิมมูโนโกลบูลิน (antibody or immunoglobulin) เป็น โปรตีนที่ทำหน้าที่ป้องกันร่างกายมีประมาณ 5 ชนิด ได้แก่ IgG IgM IgA IgE และ IgD เป็นต้น

- 1) IgG หรืออิมมูโนโกลบูลินจีพบได้ในมนน้ำเหลือง จัดเป็นแอนติบอดีที่ร่างกายสร้างขึ้นเป็นครั้งแรก โดยการสร้างเป็นไปอย่างช้าๆ ในร่างกาย
- 2) IgM เป็นแอนติบอดีที่ถูกสร้างขึ้นเมื่อสัตว์ได้รับแอนติเจนเป็นเวลานานๆ หรือเมื่อได้รับแอนติเจนเป็นครั้งที่สอง แอนติเจนชนิดนั้นจะถูกสร้างได้เร็วกว่า IgG
- 3) IgA เป็นแอนติบอดีที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อช่วยป้องกันการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากการที่สัตว์จะได้รับแอนติเจนที่อาจเข้ามาทางผิวของเยื่อเมือก เช่นทางเดินอาหาร สามารถออกจากเลือดเข้ามาอาศัยอยู่ในของเหลวของเนื้อเยื่อได้
- 4) IgE เป็นแอนติบอดีที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อการแพ้
- 5) IgD ยังไม่ทราบบทบาทที่แน่นอน

เซลล์ความจำ (memory cell) หมายถึงบีลิมโฟไซต์ หรือทีลิมโฟไซต์ที่ถูกกระตุ้นให้มีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน โดยเซลล์บางเซลล์จะไม่ตอบสนองต่อแอนติเจนหรือยังไม่เข้าไปทำลายแอนติเจนในทันที แต่จะเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์ความจำ แล้วเคลื่อนย้ายไปอยู่ที่น้ำเลือดหรือต่อมน้ำเหลือง เพื่อคอยติดตามแอนติเจนต่อไป โดยเซลล์ความจำจะมีข้อมูลของแอนติเจนนั้นๆ อยู่แล้ว เมื่อร่างกายได้รับแอนติเจนชนิดนั้นๆ อีกครั้ง เซลล์ความจำจึงทำหน้าที่ในการตอบสนองต่อแอนติเจนที่เข้าไปใหม่ ซึ่งการตอบสนองในครั้งนี้จะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าในครั้งแรก เซลล์ความจำสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานเป็นวัน เดือน หรือเป็นปีก็ได้

2.6.2 การให้ภูมิคุ้มกันแก่ร่างกาย (immunization)

โดยทั่วไปการให้ภูมิคุ้มกันแก่ร่างกายมีด้วยกัน 2 วิธีการคือ ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นด้วยการกระตุ้น (active immunity) และภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นด้วยการได้รับเข้าไปในร่างกายโดยตรง (passive immunity)

- 1) ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นด้วยการกระตุ้น (active immunity) เป็นภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นได้เองในสัตว์แต่ละตัว เพื่อตอบสนองการกระตุ้นที่เกิดจากแอนติเจนที่ได้รับเข้ามาในร่างกาย ได้แก่ ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นโดยการกระตุ้นจากธรรมชาติ (active natural immunity) และภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นโดยการกระตุ้นจากสารอื่น (active artificial immunity) เช่น การทำวัคซีนให้แก่สัตว์เลี้ยง

ก) ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นโดยการกระตุ้นจากธรรมชาติ (active natural immunity) เป็นภูมิคุ้มกันตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปในสัตว์ เมื่อสัตว์ได้รับแอนติเจนในครั้งแรกนั้น สัตว์จะแสดงอาการเจ็บป่วยก่อนในระยะเวลาหนึ่งหลังจากที่ได้รับแอนติเจนหรือได้รับการกระตุ้น แต่เมื่อระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายสามารถสร้างแอนติบอดีเพื่อทำลายแอนติเจนที่ได้รับได้ สัตว์ก็จะหายป่วย การตอบสนองแอนติเจนโดยการสร้างภูมิคุ้มกันในครั้งแรกจะเกิดขึ้นได้ช้ากว่าครั้งต่อไป เซลล์ความจำของบีลิมโฟไซต์ หรือทีลิมโฟไซต์ที่ถูกสร้างขึ้นมาจากปฏิกิริยาการสร้างภูมิคุ้มกันครั้งแรกเพื่อต่อต้านแอนติเจนที่ได้รับ จะถูกสร้างขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อสัตว์ได้รับแอนติเจนชนิดเดียวกันนั้นในครั้งต่อไป หรือในร่างกายอาจมีการสร้างภูมิคุ้มกันที่ป้องกันไม่ให้เกิดการเจ็บป่วยที่เกิดจากแอนติเจนที่เคยได้รับได้

ข) ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นโดยการกระตุ้นจากสารอื่น (active artificial immunity) เป็นภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นจากการให้สารกระตุ้นแก่ร่างกาย เช่นการให้วัคซีน (vaccination) วัคซีน (vaccine) จะทำหน้าที่กระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันขึ้นมา เพื่อป้องกันอันตรายให้แก่ร่างกายและต่อสู้เชื้อโรค วัคซีนมักประกอบด้วยแอนติเจนที่ถูกทำให้เปลี่ยนแปลงไป หรือแอนติเจนที่มีฤทธิ์ไม่รุนแรงเหมือนแอนติเจนปกติ จึงมีผลให้เกิดการตอบสนองแอนติเจนที่ไม่เกิดโรคขึ้นมา การตอบสนองภูมิคุ้มกันโดยวิธีนี้ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายจะสร้างเซลล์ความจำของบีลิมโฟไซต์ หรือทีลิมโฟไซต์ ชนิดเดียวกันกับที่เคยสร้างขึ้นมาเมื่อได้รับแอนติเจน (เชื้อโรค) ที่รุนแรงตามธรรมชาติ แต่วัคซีนที่ได้รับเป็นแอนติเจนที่เปลี่ยนแปลงไปหรืออ่อนตัวลง เซลล์ความจำที่เกิดขึ้นจากการทำวัคซีนจึงสามารถทำลายแอนติเจนได้อย่างรวดเร็ว การให้วัคซีนบางชนิดจะสามารถช่วยป้องกันโรคได้ตลอดช่วงชีวิต แต่วัคซีนบางชนิดตอบสนองได้เพียงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้นจึงต้องให้วัคซีนเป็นระยะๆ เพื่อให้ร่างกายสามารถป้องกันโรคได้ต่อไป

2) ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นด้วยการได้รับเข้าไปในร่างกายโดยตรง (passive immunity) หมายถึง ภูมิคุ้มกันที่สัตว์ไม่ได้สร้างขึ้นหรือไม่ได้เกิดขึ้นเอง แต่ได้รับการถ่ายโอนภูมิคุ้มกันมาจากสัตว์ที่มีภูมิคุ้มกันในร่างกายอยู่ก่อนแล้วแบ่งออกได้ 2 ลักษณะคือ

ก) ภูมิคุ้มกันที่สัตว์ได้รับโดยตรงตามธรรมชาติ (passive natural immunity) เช่น ภูมิคุ้มกันที่ลูกโคได้รับจากการกินนมแม่เหลืองหลังคลอด เนื่องจากลูกโคแรกเกิดไม่มีภูมิคุ้มกันโรคอยู่ในร่างกายเลย ลูกโคจึงจำเป็นต้องจะได้รับภูมิคุ้มกันหรือแอนติบอดี (antibody) เช่น อินมูโนโกลบูลิน (immunoglobulin, IgG) จากนมแม่เหลือง (colostrum) ที่เป็นอาหารที่ควรได้รับโดยเร็วที่สุดหลังคลอด นมแม่เหลืองที่รีดจากแม่โคในครั้งแรกหลังคลอด มีค่าเฉลี่ยโปรตีน ไขมัน

วัตถุแห่ง ไวตามินและแร่ธาตุสูงกว่าน้ำนมปกติ และมีภูมิคุ้มกันโรค (immunoglobulins) สูง เช่น Immunoglobulin G (IgG) ทำหน้าที่ให้ภูมิคุ้มกันโรคแก่ลูกโค เพื่อป้องกันการติดเชื้อต่างๆ โดยเฉพาะเชื้อโรคที่ติดต่อทางระบบหายใจ และระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการตายของลูกโค โปรตีนที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่และภูมิคุ้มกันโรค (Immunoglobulin) ในนม น้ำเหลือง สามารถถูกดูดซึมได้ทันทีที่เซลล์เยื่อบุผนังลำไส้เล็ก โดยต้องไม่มีการย่อย เนื่องจากเซลล์เยื่อบุทางเดินอาหาร (ลำไส้เล็ก) ยังพัฒนาไม่เต็มที่ จึงยังไม่มีการผลิตน้ำย่อย เมื่อลูกโคอายุได้ 24 ชั่วโมง เซลล์เยื่อบุของผนังลำไส้จะพัฒนาได้เต็มที่และเริ่มที่จะผลิตเอนไซม์ที่ย่อยโปรตีนได้ โปรตีนที่อยู่ในนม น้ำเหลือง และภูมิคุ้มกันโรคซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งก็จะถูกย่อยสลายด้วยคุณสมบัติในการเป็นภูมิคุ้มกันโรคจึงสูญเสียไป การให้นม น้ำเหลืองแก่ลูกโคในระยะ 24 ชั่วโมง หลังคลอด ภูมิคุ้มกันที่อยู่ในนม น้ำเหลืองจึงถูกใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ อาจกล่าวได้ว่าภูมิคุ้มกันโรคที่อยู่ในนม น้ำเหลืองจะใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในเวลา 24 ชั่วโมง หลังคลอดเท่านั้น ควรให้ลูกโคได้กินนม น้ำเหลืองในอัตราไม่น้อยกว่า 8-10% ของน้ำหนักตัว เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 วัน หรือจนกว่านม น้ำเหลืองจากแม่โคจะหมดไป โดยทั่วไปจะให้ลูกโคกินนม น้ำเหลืองวันละ 2 เวลา (เช้า และเย็น) ในทางปฏิบัติจะสอนให้ลูกโคกินนมจากถังได้เองแทนการให้นมจากขวด พร้อมตั้งน้ำสะอาดให้กินอย่างอิสระ โดยการแยกลูกโคจากแม่ไปเลี้ยงในกรงลูกโคแบบขังเดี่ยว มีบริเวณให้น้ำ และอาหารแยกจากกัน ลูกโคที่ไม่ได้กินนม น้ำเหลืองหลังคลอด ส่วนใหญ่จะมีการติดเชื้อหรือตายได้ง่าย นม น้ำเหลืองที่รีดจากแม่โคหากใช้ไม่หมดควรนำไปเก็บรักษาไว้ โดยการนำไปแช่แข็งหรือนำไปทำเป็นนม น้ำเหลืองหมัก ซึ่งสามารถใช้เลี้ยงลูกโคตัวอื่นต่อไป

นอกจากนี้ลูกสัตว์อาจได้แอนติบอดีมาจากแม่โคในขณะที่เป็นตัวอ่อนในมดลูกโดยผ่านทางรกได้ ซึ่งจะเป็นภูมิคุ้มกันที่ช่วยในการป้องกันโรคได้ในช่วงแรกเกิด หลังจากทีระบบภูมิคุ้มกันของลูกสัตว์พัฒนาเต็มที่สัตว์ก็จะสามารถภูมิคุ้มกันตัวเอง อาจทำได้ด้วยการกระตุ้นเมื่อได้รับวัคซีน การให้วัคซีนแต่ละชนิดในลูกสัตว์จึงมีวิธีการ ระยะเวลาในการให้แตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ หรือตามอายุของสัตว์ได้

ข) ภูมิคุ้มกันที่ได้รับจากการถ่ายโอนภูมิคุ้มกันมาจากสัตว์ที่มีภูมิคุ้มกันอยู่ก่อนแล้ว (passive artificial immunity) เป็นภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นจากการนำภูมิคุ้มกันมาจากสัตว์ที่มีภูมิคุ้มกันอยู่ก่อนแล้วมาใส่ให้กับตัวสัตว์ เช่น สัตว์ที่ไม่มีภูมิคุ้มโรคบาดทะยัก (tetanus) เมื่อได้รับเชื้อแบคทีเรียที่ผลิตสารพิษ (toxin) ที่เป็นสาเหตุของโรคบาดทะยักจะเกิดอาการป่วยทันที

แต่การได้รับสารที่มีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อบาดทะยักจะช่วยป้องกันชีวิตของสัตว์ได้

2.7 ภูมิคุ้มกันในสัตว์ปีก

2.7.1 ภูมิคุ้มกันโรค (Immunity)

มานิคซ์ เทวรัทช์พิทท์ (2537) กล่าวถึง ลักษณะของภูมิคุ้มกันโรคที่เกิดขึ้นในสัตว์ปีก นั้นมีหลายแบบด้วยกัน ดังนี้

1) การสร้างภูมิคุ้มกันโรคโดยธรรมชาติ (active natural immunity) เกิดขึ้นโดยที่ไก่ ได้รับเชื้อโรคจากธรรมชาติ และไก่นั้นมีความต้านทานโรคไม่เป็นโรคนั้น และสร้างภูมิคุ้มกัน เฉพาะโรคนั้นๆ

2) การสร้างภูมิคุ้มกันโดยมนุษย์นำมาให้ (active artificial immunity) การสร้าง ภูมิคุ้มกันโรคชนิดนี้ของไก่เกิดขึ้นจากการที่มนุษย์ได้นำเอาแอนติเจนเข้าไปในตัวไก่ เช่น การทำ วัคซีน ชนิดต่างๆ ให้กับไก่ เพื่อให้ไก่นั้นสร้างภูมิคุ้มกันมาต่อต้านโรคนั้นๆ

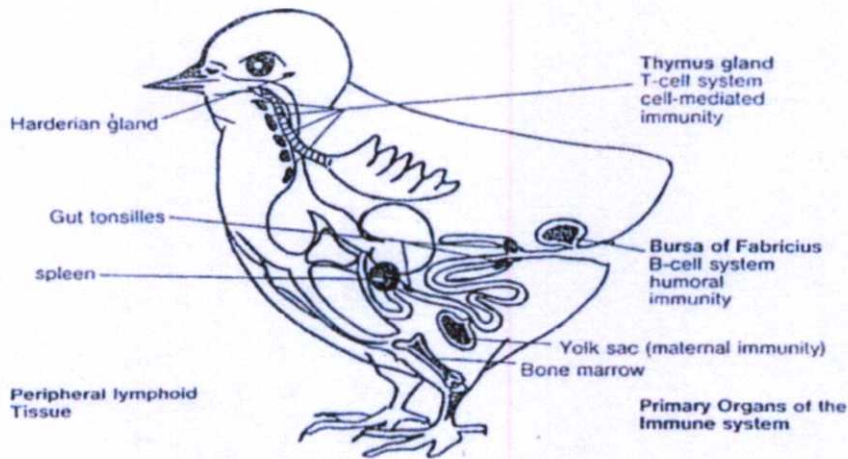
3) การที่ลูกไก่ได้รับภูมิคุ้มกันโรคจากแม่ (passive natural immunity or parental immunity) คือ การที่ลูกไก่ได้รับภูมิคุ้มกันโรคจากแม่โดยผ่านทางไข่แดง ซึ่งภูมิคุ้มกันนี้จะอยู่ในตัว ลูกไก่ได้ประมาณ 2-3 สัปดาห์เท่านั้น

สำหรับในสัตว์ปีก จิโรจ ศศิปริยจันทร์ (2544) แบ่งระบบป้องกันโรคของไก่ ออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.7.2 การป้องกันโรคของร่างกายไก่ (ดังภาพที่ 2.5)

- 1) ผิวหนังเยื่อทางเดินอาหารหรือ เยื่อทางเดินหายใจ
- 2) ระบบป้องกันของร่างกายที่ไม่จำเพาะเจาะจง ได้แก่ lysozyme, interferon, complement และ phagocytic activity ของ heterophils, monocytes และ macrophages
- 3) ภูมิคุ้มกันเฉพาะต่อโรคที่ไก่สร้างขึ้น Interference และ Interferon เป็น nonimmunological antiviral defense mechanism ที่สำคัญคำว่า interference หมายถึง การหยุดยั้งการเพิ่มจำนวนของไวรัสเนื่องจากมีไวรัสตัวอื่นอยู่ แล้ว ซึ่งการหยุดยั้งนี้เกิดได้ เนื่องจากสาร interferon (IFM) ซึ่งสร้างจากเซลล์ที่ติดเชื้อไวรัส IFM เกิดขึ้นได้ในเวลา เพียง

2-3 ชั่วโมงระดับของ IFM จะเพิ่มมากขึ้นในระยะเวลาเพียง 2-3 วัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ระบบภูมิคุ้มกันโรคยังไม่สามารถป้องกันโรคได้ IFM มีคุณสมบัติเป็น glycoprotein ไม่มีเฉพาะเจาะจงต่อไวรัสแต่ละชนิด ดังนั้น IFM ที่เกิดขึ้นจากไวรัสชนิดหนึ่ง อาจจะไม่ป้องกัน โรคที่เกิดจากไวรัสอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งไม่เหมือนกัน



ภาพที่ 2.5 แสดงระบบป้องกันโรคในร่างกายไก่ (จิโรจ ศศิปริยจันทร์. 2544)

2.7.3 การป้องกันโรคที่ตัวไก่ไม่ได้สร้างเอง (passive transfer of protection)

1) ชีรัม

2) แอนติบอดีเฉพาะต่อโรคที่ถ่ายทอดจากแม่ไก่ผ่านทางไข่แดง แอนติบอดีที่ลูกไก่ได้รับการถ่ายทอดจากแม่ไก่ทางไข่แดง เพื่อป้องกันโรคในลูกไก่ ขณะที่ระบบภูมิคุ้มกันโรคของลูกไก่อังเจริญไม่เต็มที่

การถ่ายทอดแอนติบอดีจะเริ่มขึ้นก่อนไข่ตกลงในท่อนำไข่ประมาณ 5 วัน โดยจะมีการผ่านของอิมมูโนโกลบูลินจี (IgG) จากกระแสเลือดเข้าสู่ไข่แดงที่รังไข่ เมื่อไข่แดงผ่านเข้าไปยังท่อนำไข่ และมีไข่ขาว (albumin) มาห่อหุ้ม ซึ่งในไข่ขาวนี้จะมีของอิมมูโนโกลบูลินเอ็ม (IgM) และ ของอิมมู โนโกลบูลินเอ (IgA) ดังนั้นไข่ที่ออกมาจึงประกอบด้วยอิมมูโนโกลบูลิน (Ig) ทั้ง 3 ชนิด IgG ในไข่แดง IgM และ IgA ในไข่ขาว ซึ่ง IgM และ IgA ในไข่ขาวนี้ ไม่มีบทบาทในการเป็นแอนติบอดีในลูกไก่ที่ฟักออกมา จะมีก็แต่ IgG จากไข่แดง ที่จะถูกดูดซึมจากไข่แดงเข้าสู่กระแสเลือดของลูกไก่ ซึ่งจะเกิดขึ้นตั้งแต่ไข่เข้าสู่ฟักได้ 15 วัน และจะสมบูรณ์เมื่อไข่แดงถูกซึมไปหมดเมื่อลูกไก่ออก จากไข่มาได้ 2-3 วัน

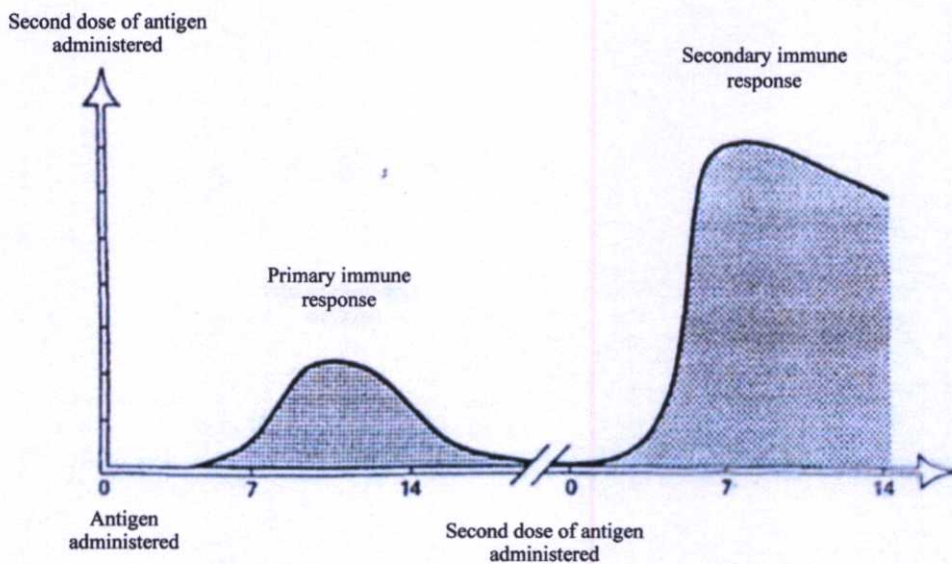
อิมมูโนโกลบูลินจี (Immunoglobulins G = IgG) เป็นอิมมูโนโกลบูลินที่มีมากที่สุดในชีวิตประจำวัน ประมาณ 80-85 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักโมเลกุล 150,000 คาลตัน มีความสำคัญมากที่สุดในการคุ้มกันของร่างกาย สามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกได้ มีขนาดเล็กที่สุดเมื่อเทียบกับอิมมูโนโกลบูลินตัวอื่นๆ สารประกอบโพลีเปปไทด์ 4 สาย ส่วนโพลีเปปไทด์สายหนักเป็นชนิด แกรมมา (γ) จึงเรียกว่าอิมมูโนโกลบูลินจี (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ.2544) อิมมูโนโกลบูลินจีจะเกิดขึ้นหลังจากติดเชื้อแล้วประมาณ 5 วัน และจะเพิ่มสูงสุดเมื่ออายุ 3-3.5 สัปดาห์ หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลง นอกจากนี้ยังมีความสำคัญในการเป็นแอนติบอดีของไก่ จึงมักใช้อิมมูโนโกลบูลินจีในการหาค่าไตเตอร์ (titer) หลังจากการทำวัคซีน โดยวิธี serological test โดยทำการเก็บซีรัมในช่วง 3-3.5 สัปดาห์ หลังจากการทำวัคซีน (Butcher and Miles.1995)

การดูดซึมของ IgG จากไข่แดงสู่กระแสเลือดของลูกไก่นี้ เป็นผลทำให้ไข่ไก่ฟักจากไก่ที่เลี้ยง ในเชิงอุตสาหกรรม ไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เพื่อแยกเชื้อไวรัส เนื่องจากไก่เหล่านี้มีการทำ วัคซีนป้องกัน โรคชนิดต่าง ๆ มาแล้ว และมี IgG ต่อโรคต่างๆ สูงระดับของแอนติบอดีต่อโรคต่างๆ ในกระแสเลือดของลูกไก่ที่ฟักออกมาจะสูงต่ำ หรือไม่มีเลย ขึ้นอยู่กับระดับของแอนติบอดีของโรคนั้น ๆ ในกระแสเลือดของแม่ไก่ ซึ่งประมาณใกล้เคียงกับระดับแอนติบอดีในกระแสเลือดของแม่ไก่ 5 วัน ก่อนที่ไข่ฟองดังกล่าวจะไข่ออกมา

IgG ในกระแสเลือดของลูกไก่ จะค่อนข้างคงที่ในช่วง 3-4 วันแรก และจะลดลงจนหมดไปซึ่ง จะช้าหรือเร็ว ขึ้นกับระดับของแอนติบอดีที่ได้รับถ่ายทอดมา ทำได้รับถ่ายทอดมาสูงก็หมดเร็ว แต่ถ้าต่ำก็หมดเร็ว ซึ่งโดยทั่วไปแอนติบอดีจะต่ำมาก หรือหมดไปเมื่อไก่อายุได้ 3 สัปดาห์ ซึ่งเป็นเวลาที่ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายได้พัฒนาขึ้นมาตามลำดับ อย่างไรก็ตามในฝูงแม่ไก่ที่มีระดับแอนติบอดีสูง แอนติบอดีที่ถ่ายทอดมายังลูกอาจอยู่ได้นานถึง 4 สัปดาห์

แอนติบอดีต่อโรคต่าง ๆ ที่ถ่ายทอดจากแม่มีผลในการป้องกันโรคชนิดต่าง ๆ แตกต่างกันไป แอนติบอดีต่อโรคบางชนิดที่ถ่ายทอดมาอาจไม่มีผลในการป้องกันโรค ขณะที่แอนติบอดีต่อโรคอื่นจะป้องกันโรคได้ระยะหนึ่ง หรือป้องกันการติดเชื้อไม่ได้ แต่อาจป้องกันอันตรายได้ ทั้งนี้เนื่องจากแอนติบอดีอยู่ในกระแสเลือดไม่มีโอกาสได้สัมผัสกับเชื้อซึ่งส่วนมากติดต่อเข้าทางระบบทางเดินหายใจ เป็นผลให้ไก่มีการติดเชื้อได้ ทั้งๆ ที่มีแอนติบอดีต่อโรคนั้น

แอนติบอดีจากแม่ ขัดขวางการทำวัคซีนในลูกไก่ถ้าเร็วเกินไป เนื่องจากแอนติบอดีจากแม่ จะหักล้าง (neutralize) เชื้อจากวัคซีน วัคซีนจึงไม่มีโอกาสกระตุ้นการสร้างแอนติบอดี ประกอบกับ ระบบภูมิคุ้มกันของลูกไก่ยังไม่สมบูรณ์ (ดังภาพที่ 2.6) ดังนั้น ถ้าสถานการณ์การระบาดของโรค ไม่รุนแรง ควรทำวัคซีนในขณะที่แอนติบอดีจากแม่ลดต่ำลงแล้ว หรือถ้าจำเป็นต้องทำเร็ว ก็ควรจะทำซ้ำอีกครั้งหนึ่งในเวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ เพื่อกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันโรคให้กับไก่ที่ตอบสนองต่อการทำวัคซีนหนแรกไม่ดี



ภาพที่ 2.6 แสดงระยะเวลาในการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันเมื่อได้รับแอนติเจน โดยวัดจากระดับแอนติบอดี (จิโรจ ศศิปรีชญานนท์.2544)

2.7.4 ระบบการสร้างภูมิคุ้มกันในสัตว์ปีก

มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์ (2537) กล่าวว่า ระบบภูมิคุ้มกันของไก่มีการเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่ลูกไก่ยังเป็นคัพภะยังไม่ฟักออกจากไข่ โดยเริ่มจากเซลล์ไข่แดง (Yolk sac cells or mesenchymes) ได้ย้ายจากไข่แดงเข้าไปเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นอวัยวะต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อมสำคัญ 2 ต่อมเมื่อคัพภะอายุประมาณ 1-2 สัปดาห์ ต่อมาทั้งสองนี้ คือ

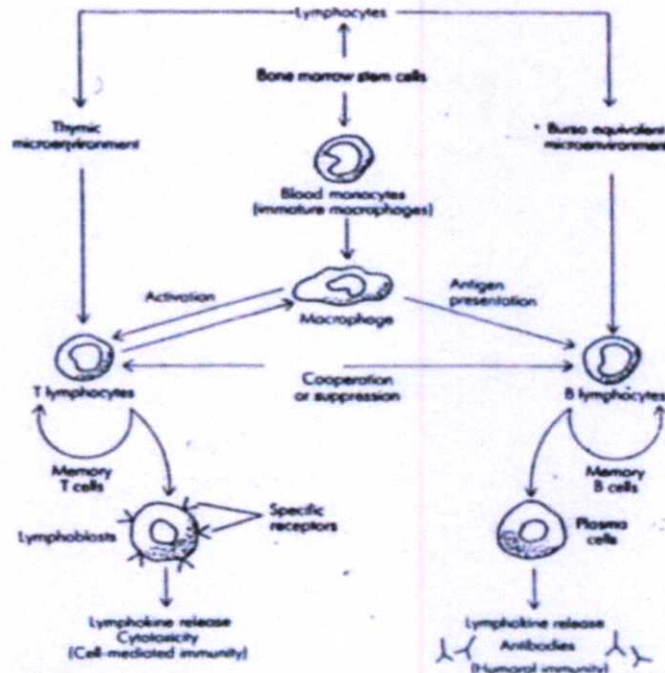
1) ระบบภูมิคุ้มกันที่อาศัยต่อมเบอร์ซ่า (Bursa of Fabricius) ระบบนี้พัฒนามาจาก เซลล์ที่เคลื่อนย้ายมาจากไข่แดงเข้าไปเจริญพัฒนาไปในต่อมเบอร์ซ่า ซึ่งเรียกว่า บี-เซลล์ เซลล์เหล่านี้จะพัฒนาไปรับผิดชอบเกี่ยวกับภูมิคุ้มกันในน้ำเหลือง ระบบนี้จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบภูมิคุ้มกันด้วยสารน้ำ (Humeral Immunity or Mediated cells = HMI) ซึ่งประกอบด้วย

กลุ่มของโปรตีนที่เรียกว่า อิมมูโนโกลบูลินหรือแอนติบอดี ซึ่งมีหน้าที่จับแอนติเจน เช่น พวกแบคทีเรีย ไวรัส แอนติบอดีที่สำคัญได้แก่ อิมมูโนโกลบูลินเอ็ม อิมมูโนโกลบูลินจี และ อิมมูโนโกลบูลินเอ (มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์.2537) พวก บี-เซลล์ ในระยะเริ่มแรกยังเป็นตัวอ่อนอยู่ (Immature B- cells) เซลล์จะเริ่มทยอยเป็นตัวแก่ (Mature) สมบูรณ์พร้อมที่จะเริ่มการสร้างภูมิคุ้มกันได้ดีเมื่อไก่อายุได้ 18-21 วันหลังการฟักตัว ต่อมาเบอร์ซาจะยังคงทยอยสร้างน้ำเหลืองส่งออกมายังกระแสเลือดจนกระทั่งไก่อายุได้ 21-28 วัน ต่อมาเบอร์ซาจะค่อยๆ หยุดการทำงานลงและฝ่อไปในที่สุดเมื่อไก่อายุเต็มที่ คืออายุประมาณ 35-42 วัน (เกรียงศักดิ์ พูนสุข.2536)

2) ระบบภูมิคุ้มกันที่อาศัยต่อมไทมัส (Thymus) ระบบพัฒนามาจากเซลล์ที่เคลื่อนย้ายจากไขกระดูกเข้าไปเจริญพัฒนาไปในต่อมไทมัส จึงเซลล์เหล่านี้ว่า ที-เซลล์ โดยเซลล์เหล่านี้จะไปทำหน้าที่ในการป้องกันโรคโดยที่ตัวมันเองจะต้องเข้าร่วมปฏิบัติการด้วย ระบบนี้จึงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบภูมิคุ้มกันด้วยเซลล์ (Cellular Immunity or Cell Mediated Immunity = CMI) เป็นภูมิคุ้มกันเฉพาะที่ซึ่งอยู่ตามเนื้อเยื่อของระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ถ้าเชื้อโรคเข้าไปในเนื้อเยื่อเหล่านี้ก็จะถูกทำลาย นอกจากนี้ยังมีเซลล์ความจำสามารถต่อต้านได้เร็วขึ้นหากมีเชื้อโรคหรือแอนติเจนชนิดเดิมเข้าไปในร่างกายไก่อีก (มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์.2537)

นอกจากนี้ระบบภูมิคุ้มกันทั้งสองนี้แล้วยังมีมาโคแพจ ซึ่งเกิดจากเซลล์ไขกระดูกและก็เปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์โมโนไซต์ (Monocytes) ในกระแสเลือดมีหน้าที่ช่วยเสริมให้ บี-เซลล์ และ ที-เซลล์ มีประสิทธิภาพในการสร้างแอนติบอดี (มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์.2537) (คังภาพที่ 2.7)

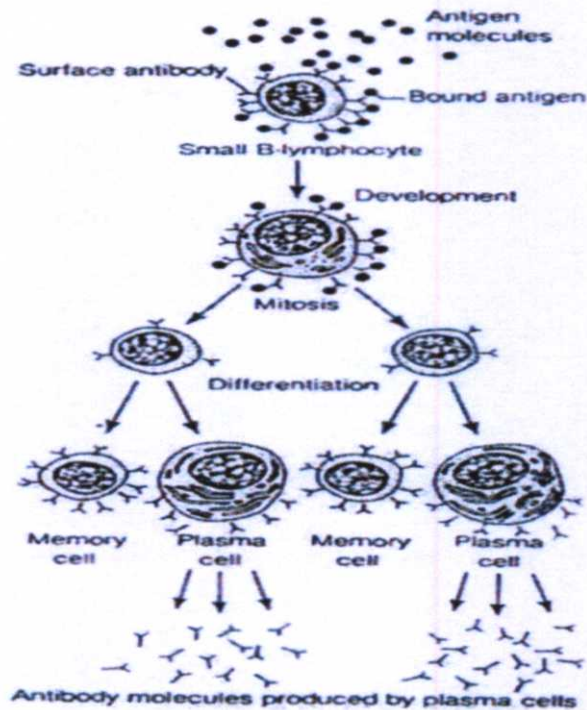
เมื่อมีเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายโมโนไซต์จะเดินทางมากลืนกินและทำลาย เนื่องจากโมโนไซต์จะมีคุณสมบัติในการจำได้ต่อเชื้อโรคหรือแอนติเจนชนิดนั้น โดยสารเคมีชนิดหนึ่งซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ผิวของมัน เรียกว่า เอ็ม เอช ซี (Major Histocompatibility Complex : MHC) หลังจากที่ทำการย่อยสลายตัวเชื้อโรคแล้ว ก็จะนำส่วนของแอนติเจนซึ่งเกาะติดกับส่วนของ เอ็ม เอช ซี ส่งต่อให้กับ บี-เซลล์ เมื่อ บี-เซลล์ รับเอาส่วนของแอนติเจนมาแล้ว ก็จะสร้างอิมมูโนโกลบูลินเอ็มขึ้นมากระจายอยู่ในกระแสเลือด บี-เซลล์ จะแบ่งตัวต่อไปเรื่อย ๆ ถึงแม้ว่าจำนวนแอนติเจนจะหมดไป โดยส่วนหนึ่งจะเปลี่ยนรูปร่างออกไปเป็นอีกลักษณะหนึ่ง เรียกว่า พลาสมาเซลล์ (plasma cells)



ภาพที่ 2.7 แสดงการสร้างภูมิคุ้มกันที่อาศัยต่อมเบอรัชและต่อมไทมัส
(นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ.2544)

เพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนและปริมาณของอิมมูโนโกลบูลินเอ็ม แต่ยังคงมี บี-เซลล์ จำนวนหนึ่งที่คงลักษณะรูปร่างเดิมซึ่งพวกนี้จะมีหน่วยแห่งความจำต่อแอนติเจนชนิดนี้อยู่ ถ้ามีแอนติเจนชนิดนี้เข้าไปในร่างกายอีก บี-เซลล์ ก็จะรับ โดยเร็วและสร้างภูมิคุ้มต่อต้านทันที เซลล์เหล่านี้เรียกว่า เซลล์ความจำ นอกจากอิมมูโนโกลบูลินเอ็มที่ปรากฏอยู่ในกระแสเลือดแล้วยังมีอิมมูโนโกลบูลินจีอีกด้วย (ดังภาพที่ 2.8) (เกรียงศักดิ์ พูนสุข. 2536)

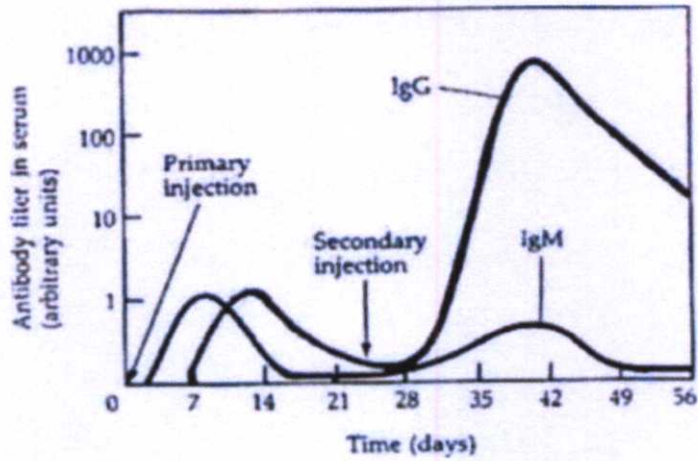
จากการเริ่มต้นตั้งแต่เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายถูกย่อยสลายและนำส่งแอนติเจนโดยโมโนไซท์ให้กับ บี-เซลล์ จนกระทั่ง บี-เซลล์สร้างอิมมูโนโกลบูลินได้ เรียกว่า การเกิดภูมิคุ้มปฐมภูมิ (primary immune response) หลังจากที่มีเซลล์แห่งความจำเกิดขึ้นแล้ว และมีการกระตุ้นโดยแอนติเจนชนิดเดียวกันนี้อีก ภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นภายหลังนี้เรียกว่า การเกิดภูมิคุ้มทุติยภูมิ (secondary immune response) (ดังภาพที่ 2.9) ภูมิคุ้มปฐมภูมิเกิดขึ้นได้เร็ว มีระดับภูมิคุ้มต่ำ และมีระยะสั้นเพียง 1-3 สัปดาห์ ส่วนใหญ่จะเป็นอิมมูโนโกลบูลินเอ็ม ถึงแม้ว่าระดับภูมิคุ้มที่เกิดขึ้นต่ำ



ภาพที่ 2.8 แสดงการสร้างแอนติบอดีโดยพลาสมาเซลล์

(นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ.2544)

แต่ก็มีขนาดใหญ่สามารถจับแอนติเจนได้ทีละตัว 5 ตัวในคราวเดียว ส่วนภูมิคุ้มกันที่ภูมิคุ้มกันนั้นเกิดจากเซลล์แห่งความจำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วถ้าได้รับการกระตุ้นจากแอนติเจนเดิม มีปริมาณมากส่วนใหญ่จะเป็นอิมมูโนโกลบูลินจี ซึ่งมีขนาดเล็ก สามารถจับแอนติเจนได้ทีละตัว 2 ตัวในคราวเดียว (เกรียงศักดิ์ พูนสุข. 2536 ; นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ.2544) การเกิดภูมิคุ้มกันของโฮสต์ต่อแอนติเจนจำเพาะนี้ใช้เป็นหลักในการสร้างเสริมภูมิคุ้มกันให้ร่างกายโดยให้ร่างกายได้รับแอนติเจนครั้งแรกในปริมาณเล็กน้อย เพื่อไปกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันให้สร้าง แอนติบอดี ต่อมาจึงให้แอนติเจนตัวเดิมนั้นอีก เพื่อให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันในปริมาณมากและเร็วขึ้น ซึ่งเป็นหลักของการฉีดวัคซีนป้องกันโรคในปัจจุบัน(นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2544)



ภาพที่ 2.9 แสดงการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันต่อการกระตุ้นของแอนติเจน
(นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2544)

2.7.5 การให้ภูมิคุ้มกันเพื่อรักษาโรคและการกระตุ้นภูมิคุ้มกันเพื่อป้องกันโรค

ทศนีย์ อภิชาติสร่างกูร (2540) กล่าวว่า ในอดีตมีโรคติดต่อที่เกิดจากเชื้อจุลชีพมากมายที่ก่อให้เกิดความสูญเสียในสัตว์ โดยบางครั้งความรุนแรงของโรคไม่สามารถบรรเทาลงได้ โดยการรักษาด้วยยา ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับกลไกของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายจึงเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดค้นวิธีการที่จะกระตุ้นให้สัตว์สร้างภูมิคุ้มกันไว้ป้องกันก่อนที่จะเกิดโรควิธีดังกล่าวก็คือการ ทำวัคซีน โดยมีหลักการคือให้สารแอนติเจนแก่สัตว์ เพื่อกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกัน โดย อาจจะเป็นภูมิคุ้มกันจากแอนติบอดี หรือภูมิคุ้มกันชนิดฟิงเซลล์หรือทั้งลงระบบขึ้นอยู่กับชนิดของโรคและวัคซีนที่ใช้ โดยมีข้อกำหนดว่าวัคซีนซึ่งผลิตจากจุลชีพที่เป็นสาเหตุของโรคจะไม่เป็นตัวก่อให้เกิดโรค หรือเสริมความรุนแรงของโรคขณะเดียวกันก็ยังคงคุณสมบัติการเป็นแอนติเจนอยู่ได้ การทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกัน ทำได้ 2 วิธี คือ

1) การให้ซีรัมที่มีภูมิคุ้มกันแก่สัตว์ (passive immunization) จะทำให้สัตว์เกิดภูมิคุ้มกันขึ้นทันที แต่แอนติบอดีที่สัตว์ได้รับจะถูกทำลายและกำจัดออกนอกร่างกายในเวลารวดเร็วทำให้สัตว์มีภูมิคุ้มกันในระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ซีรัมที่นำมาใช้ได้จากสัตว์ที่ตรวจแล้วว่าภูมิคุ้มกันต่อโรคนั้น ๆ ซึ่งก่อนหน้านี้นี้จะต้องผ่านการ immunization มาหลายครั้งจนแน่ใจว่าระดับแอนติบอดีในกระแสเลือดสูงพอที่จะนำไปใช้ได้ ซีรัมที่ได้จากเลือดที่เจาะจากสัตว์ตัวให้อาจนำไปใช้ได้เลย หรืออาจนำมาแยกเอาเฉพาะส่วนแอนติบอดีก่อนจะทำให้แอนติบอดีบริสุทธิ์มากขึ้น ตัวอย่าง แอนติซีรัมที่ผลิตขึ้นมาใช้ในสัตว์ได้แก่ แอนติซีรัมต่อเชื้อ *Bacillus anthracis*,

Erysipelothrix rhusiopathiae, *Pasteurella* ทาน *Itocida*, *Leptospira canicola*, Distemper virus, Infectious canine hepatitis virus เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแอนติชีรั่มต่อต้านสารพิษต่าง ๆ เช่น พิษที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย กลุ่ม *Clostridium* และ พิษงู เป็นต้น ในธรรมชาติร่างกายมีโอกาสดำรับ passive immune จากแอนติบอดีที่ผ่านจากแม่ไปยังลูกทางรก และจากแอนติบอดีที่มีอยู่ในน้ำนม โดยเฉพาะน้ำนมเหลือง ดังนั้นลูกสัตว์หลังคลอดมักจะมีภูมิคุ้มกันโรคในระดับหนึ่งแล้ว ลูกไก่ก็จะได้รับอิมมูโนโกลบูลินจะอยู่ในไข่แดง (yolk)

2) การกระตุ้นให้สัตว์สร้างภูมิคุ้มกันด้วยตัวเอง (active immunization) โดยการให้แอนติเจนที่อยู่ในรูปวัคซีนแก่สัตว์วัคซีนจะกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันขึ้น โดยทั่วไปจะต้องกระตุ้นร่างกายโดยการให้วัคซีนซ้ำเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ภูมิคุ้มกันสูงขึ้น และอยู่ในร่างกายได้นาน อย่างไรก็ตามหลังจากให้วัคซีนแก่สัตว์ ร่างกายจะไม่มีภูมิคุ้มกันในทันที ต้องรอให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันระยะหนึ่งก่อน

2.7.6 ภาวะภูมิคุ้มกันถูกกดห้าม และภาวะภูมิคุ้มกันตกต่ำ

มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์ (2537) กล่าวว่าการทำงานวัคซีนซ้ำแล้วซ้ำอีก บางครั้งก็ไม่ได้ผล เพราะยังมีสาเหตุอื่น ๆ ที่ขัดขวางการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันโรค ซึ่งเรียกว่า ภูมิคุ้มกันถูกกดห้าม (Immunosuppression) และภูมิคุ้มกันของไก่ตอบสนองน้อยกว่าเดิมที่เคยเป็นก็คือภาวะภูมิคุ้มกันตกต่ำ (Immunodepression) ซึ่งได้แก่

1) โรคกัมโบโร ถ้าโรคกัมโบโรไปทำลายต่อมเบอร์ดชา ตั้งแต่ไก่ยังเล็ก ระบบภูมิคุ้มกันก็จะเสียไปทำให้ระดับภูมิคุ้มกันโรคที่ได้จากการทำวัคซีนต่ำกว่าปกติ แต่ถ้ามีโรคกัมโบโรหลังจากไก่ อายุ 2-3 สัปดาห์ไปแล้วอันตรายก็จะลดลง เพราะเซลล์ที่จะสร้างระบบภูมิคุ้มกันด้วยสารน้ำได้ เคลื่อนย้ายไปยังอวัยวะส่วนอื่น ๆ แล้ว

2) โรคมาร์ริกซ์จะทำลายระบบภูมิคุ้มกันด้วยเซลล์ เพราะเชื้อไวรัสของโรคนี้นำไปทำลายเซลล์ในต่อมไทมัส แต่เมื่อไก่โตขึ้น เซลล์ไทมัสได้แยกย้ายไปสร้างภูมิคุ้มกันด้วยเซลล์ในอวัยวะ อื่นๆ ถึงแม้ต่อมไทมัสถูกทำลายเพราะโรคมาร์ริกซ์ก็ไม่มากเหมือนขณะที่ไก่ยังเล็กอยู่

3) ปฏิกริยาร่วม เนื่องจากระบบภูมิคุ้มกันด้วยสารน้ำกับระบบภูมิคุ้มกันด้วยเซลล์ หากมี ระบบใดระบบหนึ่งเสียหายไป การสร้างภูมิคุ้มกันโรคทั้งระบบก็จะไม่ได้ผลเต็มที่ซึ่งป้องกันเชื้อกัมโบโรและมาร์ริกซ์ให้ได้อย่างแท้จริง

4) ปัจจัยอื่น ๆ ที่สามารถรบกวนการสร้างภูมิคุ้มกันโรค ได้แก่

ก) พันธุกรรมของไก่เอง

ข) สารอาหารและวิตามินไม่เพียงพอต่อความต้องการเองร่างกาย

ค) ความเครียด

ง) สารพิษจากเชื้อราบางชนิด โดยเฉพาะอะฟลาทอกซิน (aflatoxin)

ยาและสารเคมี หลายชนิดสามารถระงับการสร้างภูมิคุ้มกันโรคหรือไปทำลายต่อมเบอร์ด์ซ้า และต่อมไทมัสได้

จ) แก๊สแอมโมเนียในโรงเรือนไก่ ถ้ามีมากและการระบายอากาศไม่ดีพอมิ ผลทำให้ภาวะภูมิคุ้มกันของไก่ถูกกดห้ามไปด้วย

พรรณระพี อำนวยสิทธิ และคณะ(2542) ได้ทำการศึกษาภูมิคุ้มกันต้านทานโรคนิวคาสเซิลในไก่เนื้อช่วงอายุต่าง ๆ โดยแบ่งไก่เนื้อออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ให้วัคซีนนิวคาสเซิล กลุ่มที่ให้ วัคซีนนิวคาสเซิลเมื่ออายุ 1 3 5 และ 7 วัน ตามลำดับ และให้วัคซีนครั้งที่สองเมื่ออายุ 21 วัน ทุกกลุ่มหลังจากนั้นทำการตรวจหาระดับภูมิคุ้มกันต้านทานโรคนิวคาสเซิลเมื่ออายุ 14 21 28 35 และ 42 วัน ผลปรากฏว่าลูกไก่ที่ไม่ได้รับวัคซีนเลยมีค่า HI-titer ต่ำกว่าลูกไก่ที่ได้รับวัคซีนนิวคาสเซิลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนลูกไก่ที่ได้รับวัคซีนเมื่ออายุ 1 วัน มีแนวโน้มค่า HI-titer มากกว่ากลุ่มอื่นในช่วงอายุ 35 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.8 อวัยวะรับรสของไก่

อวัยวะในการรับรส หมายถึง ตัวรับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีซึ่งหมายถึงต่อมรับรส (taste buds) ซึ่งพบว่ามีเยื่อเมือกของปากและคอ ต่อมรับรสประกอบด้วยเซลล์ 3 ชนิด คือ เซลล์รับรสอาหาร (sensory epithelial cells) เซลล์ช่วยค้ำจุน (supporting cells) และเซลล์ที่เป็นฐานรองรับ (covering cells) ต่อมรับรสมักจะพบที่เยื่อเมือกของลำคอ ส่วนท้ายของลิ้นและเยื่อเมือกของใต้ลิ้น การรับรสจะเริ่มจากเซลล์รับรสผ่านทาง glossopharyngeal nerve, chorda tympani และแขนงของ vagus nerve และไปแปลว่าเป็นรสที่สมอง

ไก่สามารถรับรสหวาน รสเค็ม และเปรี้ยวได้ ตัวอย่างเช่น ความรู้สึกในการรับรสหวานอาจมีการทดลองโดยใช้น้ำตาลเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ หดลงบนลิ้น ไก่สามารถรับรสเค็มของน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 0.85 เปอร์เซ็นต์ได้ อย่างไรก็ตามน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ไก่จะไม่สามารถรับรสได้เพราะว่าระดับความเข้มข้นสูงเกินกว่าที่ไต่จะขับออกได้ สำหรับเกลือของน้ำแร่และสภาพความเป็นด่างของน้ำไก่จะรับรสได้ในขนาดระดับ 2-11 เท่านั้น

รสที่ไก่ไม่ยอมรับก็คือ รสขม เช่น รสขมของ dimethyl anthranilate (วิโรจน์ จันทรัตน์. 2538) ซึ่ง Mason and Clark (2000) พบว่าการตอบสนองต่อรสขมของสัตว์ปีกในบางกรณี จะมีการตอบสนองกากระตุ้น (quinine hydrochloride) คล้ายกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่สำหรับการใช้ sucrose octaacetate ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีรสขมที่สุดสำหรับคน แต่ในสัตว์ปีกสามารถที่จะยอมรับรสขมนั้นได้ ซึ่งการยอมรับนี้อาจเป็นผลจากลักษณะสรีรวิทยาซึ่งไม่ไวต่อการรับรู้รส

2.9 การย่อยอาหารของสัตว์ปีก

ก่อนที่สัตว์จะสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้ จะต้องผ่านขบวนการย่อยอาหารในเบื้องต้นจะย่อยอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่ ๆ เช่น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต โดยขบวนการเกิดจะเกิดโดยมีน้ำร่วมอยู่ด้วย ซึ่งจะทำให้เกิดการขยายตัวของสาร ในขบวนการย่อยนั้นขบวนการที่สำคัญที่สุด คือ การรวมกับน้ำ (Hydrolysis)

ระบบทางเดินอาหารของสัตว์ปีกโดยทั่วไปแล้วจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จะแตกต่างกันก็คือในสัตว์ปีกจะมีอวัยวะบางส่วนเพิ่มขึ้นมา ได้แก่ กระเพาะพัก (Crop) และกระเพาะบด (gizzard) เมื่อสัตว์ปีกได้รับอาหารจะกินอาหารทางจงอยปาก (beak) เนื่องจากสัตว์ปีกไม่มีฟันเมื่อได้รับอาหารแล้วจะกินทันที โดยผ่านหลอดอาหาร (esophagus) ไปยังส่วนของกระเพาะพัก (crop) มีลักษณะเป็นถุงโดยเป็นที่ขยายของหลอดอาหารเพื่อเป็นที่เก็บสำรองอาหาร ภายในกระเพาะจะมีน้ำลายเคลื่อนตัวผ่านจากปากเพื่อคดลูกเคล้าอาหารรวมทั้งมีของเหลวที่ขับออกมาจากผนังของกระเพาะพักเอง จึงทำให้อาหารอ่อนตัวลง โดยทั่วไปแล้วในส่วนของกระเพาะพักจะเกิดการย่อยได้น้อยมาก จากนั้นจะถูกส่งไปยังกระเพาะแท้ (proventriculus) ซึ่งผนังของกระเพาะแท้จะทำการขับ น้ำย่อยคือ น้ำย่อยเปปซินและมีกรดเกลือเป็นตัวช่วยเพื่อออกมาย่อยอาหารกระเพาะแท้ จะมีหน้าที่ช่วยย่อยโปรตีนบางส่วนได้เป็นกรดอะมิโนซึ่งจะถูกดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล.2541) หลังจากนั้นจะถูกส่งไปกระเพาะบดหรือกิน (gizzard) ซึ่งประกอบด้วยกล้ามเนื้อแข็งและหนาเป็นแถบไม่มีต่อมขับน้ำย่อย มีกรวด (Grit)

อยู่ภายในเพื่อทำหน้าที่บดแทนฟัน อาหารที่ยังหยาบอยู่ เช่น เมล็ดพืช จะถูกบดให้ละเอียดก่อนที่จะถูกส่งเข้าลำไส้เล็ก กรวดจะอยู่ในก้นจนกระทั่งถึงจมนเรียบและมีขนาดเล็กก็จะผ่านออกไปจากก้นไปยังลำไส้เล็ก (small intestine) ซึ่งจะอาศัยระบบกลไกของน้ำย่อย การย่อยอาหารส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบริเวณลำไส้เล็กก็โดยเฉพาะบริเวณลำไส้เล็กส่วนต้น เนื่องจากเป็นส่วนที่มีการผลิตน้ำย่อยและเอนไซม์ต่างๆ (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล.2541) นอกจากนี้ยังมีน้ำดีซึ่งสร้างจากตับตลอดจนตับอ่อน (pancreatic juice) ส่งมาช่วยย่อยอาหารบริเวณนี้ด้วย (ดังตารางที่ 2.4 และภาพที่ 2.10)

ตารางที่ 2.4 แสดงอวัยวะที่เป็นส่วนประกอบของระบบทางเดินอาหารในสัตว์ปีกตลอดจน ชนิดหน้าที่ของน้ำย่อยและผลผลิตที่ได้จากน้ำย่อย

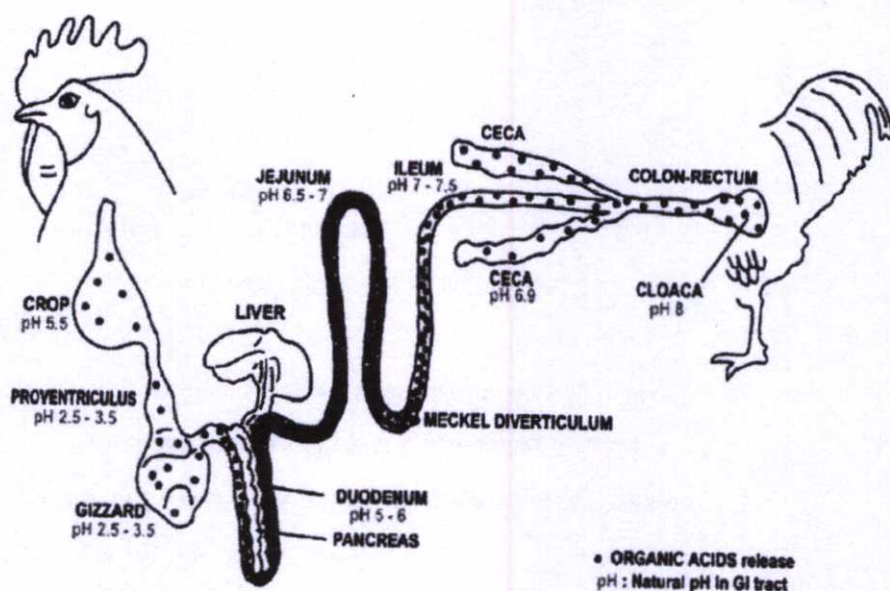
อวัยวะที่ย่อย	น้ำย่อยและแหล่งที่สร้าง	เอนไซม์	หน้าที่ (substrate)	ผลผลิต (end product)
ปาก	น้ำย่อยจากต่อมน้ำลาย	amylase	ย่อยแป้ง,เดรกดินและช่วยหล่อลื่นอาหารให้อ่อนนุ่ม	maltose และ dextrins
กระเพาะพัก	น้ำเมือก	-	ช่วยหล่อลื่นอาหารให้อ่อนนุ่ม	-
กระเพาะแท้	น้ำย่อยจากกระเพาะ,กรดเกลือและน้ำเมือก	pepsin	ย่อยโปรตีน	Proteoses polypeptidase, peptide
กระเพาะบด	-	-	บดอาหารให้มีขนาดเล็กลง	อาหารถูกบดเป็นชิ้นเล็กๆ
		Carboxypeptidase	ย่อยโปรตีน	Proteose และ Peptone

ที่มา : เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ (2546)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

อวัยวะที่ย่อย	น้ำย่อยและ แหล่งที่สร้าง	เอนไซม์	หน้าที่ (substrate)	ผลผลิต (end product)
		Amylase	ย่อยแป้ง	maltose และ Dextrins
		Carboxypeptidase	ย่อยโปรตีน	Proteose และ Peptone
		Lipase	ย่อยไขมัน	Glycerol และ Mixed glyceride
	น้ำดีจากตับ	-	ทำให้ไขมัน แตกตัวเป็น อนุภาคเล็กๆ	-
ลำไส้เล็ก	น้ำย่อยจากลำไส้ เล็กซึ่งหลังจาก ผนังลำไส้เล็ก	Aminopeptidase	ย่อยโปรตีน	กรดอะมิโน
		Dipeptidase	ย่อยโปรตีน	กรดอะมิโน
		maltase	น้ำตาลมอล โตสน้ำตาล	glucose+glucose glucose+fructose
			ซูโครสย่อย ไขมัน	Glycerol และ Mixed glyceride
ไส้ติ่ง	เซลล์จุลินทรีย์ใน ปริมาณที่ไม่มาก	มีเอนไซม์จาก จุลินทรีย์	ย่อย cellulose polysaccharide, แป้งและน้ำตาล	กรดไขมันที่ระเหย วิตามิน บี และ เค

ที่มา : เกษรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ (2546)



ภาพที่ 2.10 แสดงระบบทางเดินอาหารของไก่ (Gauthier. 2002)

ตารางที่ 2.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าเฉลี่ยระยะเวลาไหลผ่านของอาหารในระบบทางเดินอาหารของไก่เนื้อ อายุ 6 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารเต็มที

ส่วนของระบบทางเดินอาหาร	ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ (นาที)	pH
กระเพาะพัก	50	5.5
กระเพาะแท้และกั้น	90	2.5-3.5
ส่วนต้น (duodenum)	5-8	5-6
ส่วนกลาง (jejunum)	20-30	6.5-7
ส่วนปลาย (ileum)	50-70	7-7.5
ไส้ติ่ง (cecum)	25	8

ที่มา : Gauthier (2002)

ตารางที่ 2.6 อัตราการหลั่งน้ำย่อยของไก่เปรียบเทียบกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

		ไก่ (1.75 kg)	หนู (0.35 kg)	ลิง (2.50 kg)	คน (60 kg)
ปริมาณ	MI/h	15.4	1.3	5	60
		8.8	3.7	2	0.86
ความเข้มข้นของกรด	MI/kg BW/h	93	66	60	36
ปริมาณกรด	MEq/ml	1.36	0.09	0.3	2.16
	MEq/kg BW/h	0.78	0.25	0.12	0.03
ความเข้มข้นของเปปซิน	Pepsin units/ml	247	600	365	1035
	Pepsin units/h	4256	780	1825	62100
ปริมาณเปปซิน	Pu/kg BW/h	2430	2230	730	862

ที่มา : Gauthier (2002)

ลำไส้เล็กเป็นส่วนสำคัญในการย่อยอาหารของไก่ อาหารจำพวกแป้งจะเริ่มถูกย่อยที่ปากเรื่อยไปจนถึงกระเพาะพัก และถูกย่อยโดยสมบูรณที่ลำไส้เล็ก ผลผลิตขั้นสุดท้ายของการย่อยแป้งจะได้กลูโคสซึ่งถูกดูดซึมในส่วนลำไส้เล็ก น้ำตาล พวก Disaccharides ได้แก่ Maltose และ Lactose ถูกย่อยเป็นน้ำตาลอย่างง่ายในลำไส้เล็ก

ไขมัน ถูกย่อยในลำไส้เล็กการย่อยไขมันจำเป็นต้องอาศัยน้ำดี ซึ่งผลิตจากตับแล้วเก็บอยู่ที่ถุงน้ำดี เอนไซม์ Lipase จากตับอ่อนจะย่อย Triglycerides ให้เป็น Fatty acid และ Monoglycerides

เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยโปรตีนมีมาก เพราะเอนไซม์แต่ละตัวมีความจำเพาะต่อการ Hydrolyze ในโมเลกุลของโปรตีน

การย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหาร จะเปลี่ยนแปลงไปได้โดยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเป็นกรดต่างของร่างกาย ในการย่อยโปรตีนในห้องปฏิบัติการต้องใช้เวลาหลาย ๆ ชั่วโมงในการต้มกับกรด ในขณะที่การย่อยในร่างกายใช้เวลาที่สั้นกว่า ตอนที่ลำไส้เล็กต่อกับลำไส้ใหญ่มีไส้ติ่ง (Ceca) ขนาดใหญ่กว่าธรรมดา 2 อัน เป็นอวัยวะที่ช่วยดูดซึมน้ำและย่อยเชื้อ

แต่ไม่มีความสำคัญในไก่ ซึ่งปกติจะกินอาหารที่มีเชื้อยีสต์ เช่นอาหารขี้ไก่ ถ้าใส่ใหญ่มีขนาดโตแต่สั้นมาก ต่อไปอาหารจะเปิดออกทางทวารหนัก (ดังตารางที่ 2.7)

ตารางที่ 2.7 เอนไซม์ที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารในร่างกายสัตว์

ชื่อ	แหล่งที่สร้าง	ทำหน้าที่ย่อย	บริเวณที่ทำงาน
Salivary amylase	ต่อมน้ำลาย	แป้ง	ปาก
Pepsin	กระเพาะอาหาร	โปรตีน,เปปซิโนเจน	กระเพาะอาหาร
Rennin	กระเพาะอาหาร	ช่วยส่งเสริมการย่อยนม	กระเพาะอาหาร
Pancreatic amylase	ตับอ่อน	แป้ง	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Lipase	ตับอ่อน	ไขมัน	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Pepsin	ตับอ่อน	พอลิเพปไทด์,โคโมทริปซิโนเจน (Prot.)	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Chymotrypsin	ตับอ่อน	พอลิเพปไทด์ (Prot.)	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Carboxypeptidase	ตับอ่อน	พอลิเพปไทด์ (Prot.)	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Deoxyribonuclease	ตับอ่อน	ดี เอ็น เอ (Prot.)	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Aminopeptidase	ลำไส้เล็ก	ไดเพปไทด์ (Prot.)	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Maltase	ลำไส้เล็ก	มอลโทส	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Lactase	ลำไส้เล็ก	แลคโทส	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Sucrase	ลำไส้เล็ก	ซูโครส	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Enterokinase	ลำไส้เล็ก	ทริปซิโนเจน(ในโปรตีน)	ลำไส้เล็กส่วนต้น
Phosphatase	ลำไส้เล็ก	นิวคลีโอไทด์(ในน้ำตาล)	ลำไส้เล็กส่วนต้น

ที่มา : Gauthier (2002)

2.10 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้

1) ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ เยื่อใยจะมีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของสัตว์มากที่สุดและโภชนะในอาหารสัตว์ก็มีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของสัตว์เช่นกัน ถ้าโภชนะชนิดใดชนิดหนึ่งขาดหรือมากเกินไปอาจมีผลต่อการดูดซึมและการใช้โภชนะชนิดอื่นๆ ได้

2) การเตรียมอาหาร การเตรียมอาหารก่อนนำมาใช้ผสมในอาหารสัตว์ก็มีหลายวิธี เช่น การสับ การบด การคั้ม การขบให้แตก การแช่สารละลายกรดค้างและการย่อยได้ด้วยเอนไซม์ต่างๆ วิธีนี้ก็ทำให้การย่อยได้ของสัตว์แตกต่างกัน

3) ปัจจัยที่เกี่ยวกับตัวสัตว์เอง ได้แก่ ชนิดของสัตว์ อายุ และ โรคภัยไข้เจ็บต่างๆ จะมีผลทำให้การย่อยได้ของสัตว์ต่างกัน สัตว์กระเพาะเดี่ยวจะย่อยเยื่อใยได้น้อยหรือแทบจะย่อยไม่ได้เลยอายุสัตว์จะมีผลต่อการย่อยได้เช่นเดียวกันซึ่งส่วนใหญ่เนื่องมาจากสภาพของฟันจะทำให้การย่อยของสัตว์แตกต่างกัน นอกจากนี้สัตว์ที่มีโรคและพยาธิรบกวนจะทำให้การย่อยลดลงได้เช่นกัน

4) ระดับการให้อาหาร การให้อาหารแก่สัตว์แต่ละครั้งในปริมาณมากเกินไปจะทำให้การย่อยได้ของอาหารนั้นลดน้อยลง เนื่องจากอาหารจะเดินทางผ่านทางเดินอาหารเร็วขึ้น ทำให้การย่อยและดูดซึมน้อยลงดังนั้น จึงควรให้อาหารในระดับที่พอเหมาะกับความต้องการของสัตว์เท่านั้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สัตว์ทดลอง

ไก่ไข่พันธุ์ลูกผสมทางการค้า (พันธุ์โรมันบราวน์) อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 160 ตัว

3.2 ผงฟ้าทะลายโจร

ผงฟ้าทะลายโจรที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นส่วนของใบและก้านอยู่ในรูปของผงฟ้าทะลายโจรบดละเอียด ก่อนนำไปผสมในสูตรอาหาร ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างวัตถุดิบและผงฟ้าทะลายโจรเพื่อนำไป วิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีโดยวิธี Proximate Analysis ตามวิธีของ AOAC (1995) และปริมาณสารสำคัญในกลุ่ม Diterpenoid lactone (สถาบันวิจัยสมุนไพร.2542) ฟ้าทะลายโจรในรูปผงมีการนำผงฟ้าทะลายโจรไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ Total Lactone Content ในรูปของ andrographolide โดยศูนย์บริการปฏิบัติการทางเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มาตรฐานการ ทดสอบอ้างอิงตาม Thai Herbal Pharmacopoeia Vo.1 1998 (THP 1998) ผลการทดสอบจากผงฟ้าทะลายโจร 1 กรัม มี Total Lactone Content ในรูปของ andrographolide = 10.81 % โดยข้อกำหนดมาตรฐาน THP 1998 มาตรฐานฟ้าทะลายโจรมีเปอร์เซ็นต์ Total Lactone Content ไม่น้อยกว่า 6 %

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 อุปกรณ์ในการเลี้ยงไก่ไข่

- 1) เครื่องผสมอาหาร
- 2) ถังอาหาร
- 3) ภาชนะสำหรับใส่อาหาร
- 4) ภาชนะสำหรับใส่น้ำ
- 5) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล

3.3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีโดยวิธี Proximate Analysis

- 1) ตู้อบแห้ง (Hot air oven)
- 2) เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)
- 3) เครื่องวิเคราะห์โปรตีนแบบวิธี Kjeldahl

- 4) เครื่องวิเคราะห์ไขมันแบบ Soxhlet apparatus
- 5) เครื่องมือวิเคราะห์เชื้อใย (Fibertec System M6)
- 6) เครื่องมือวิเคราะห์แคลเซียม
- 7) เครื่องมือวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (Spectrophotometer รุ่น UV-1601)
- 8) เครื่องมือวิเคราะห์ค่าพลังงานในอาหารด้วยเครื่อง Bomb calorimeter

(AC-30,Leco,USA.)

3.2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพไข่

- 1) เครื่องมือวัดความแข็งของเปลือกไข่ (Digital Force gauge FG-100K, PCE Instruments Ltd.,UK)
- 2) เครื่องมือวัดความหนาเปลือกไข่ (Micrometer, Digital 0-25 mm., Mitutoyo, Japan)
- 3) เครื่องมือวัดความสูงของไข่ขาวชั้น โดยใช้ชุดตรวจสอบคุณภาพไข่ขาวที่ประกอบด้วย Quantum Chromatodynamics (QCD) ชุดแสดงผลระบบดิจิทัล และ albumin height gauge
- 4) พัดวัดสีไข่แดงของ Roche (คะแนนสีตั้งแต่ 1-15)
- 5) เครื่องวัดสีระบบ Hunter Lab scale (MiniScan EZ Portable Spectrophotometer, Hunter Lab, USA)
- 6) เครื่องมือในการวัดความถ่วงจำเพาะไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer)

3.2.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ระดับภูมิคุ้มกัน

- 1) ไชริงค์
- 2) เข็มฉีดยา เบอร์ 22
- 3) หลอดเก็บตัวอย่างเลือด

3.2.5 อุปกรณ์ในการศึกษาการย่อยได้

- 1) กรงเมตาบอลิก (Metabolic cage)
- 2) ถาดคอลลูมิเนียมในการเก็บมูล
- 3) ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
- 4) รางน้ำและถาดอาหาร
- 5) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด
- 6) เครื่องน้ำหนักไก่
- 7) ถุงพลาสติกสำหรับใส่มูล

3.4 วิธีการ

ศึกษาการเสริมผงฟัาละลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ ระดับภูมิคุ้มกันและการย่อยได้ของโภชนะ แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง ดังนี้

3.4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการเสริมฟัาละลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต

3.4.1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize Design : CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับของผงฟัาละลายโจรในสูตรอาหาร แต่ละกลุ่มการทดลองมีจำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ไก่ไข่พันธุ์ลูกผสมทางการค้า โรมันส์บราวน์ อายุ 30 สัปดาห์ จำนวน 8 ตัว รวมทั้งสิ้น 160 ตัว แต่ละกลุ่มการทดลองใช้สูตรอาหาร ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารผสมสูตรสำหรับไก่ไข่ระยะไข่ (ควบคุม) (T1)

กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารผสมผงฟัาละลายโจร 0.1% (T2)

กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารผสมผงฟัาละลายโจร 0.3% (T3)

กลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารผสมผงฟัาละลายโจร 0.5% (T4)

กลุ่มที่ 5 ได้รับอาหารผสมผงฟัาละลายโจร 0.7% (T5)

ส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหารไก่ไข่ทดลอง ได้แก่ ข้าวโพด กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลาป่น เปลือกหอยป่น ไคแคลเซียมฟอสเฟต เกลือแกง น้ำมันถั่วเหลือง DL-Met และฟัริมิกซ์ไก่ไข่ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

3.4.1.2 วิธีการทดลอง

ทำการสุ่มไก่ไข่อายุ 30 สัปดาห์ เข้ากลุ่มทดลองที่สุ่มมาเสมอของไก่แต่ละกลุ่มทดลอง แบ่งเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มการทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว รวมทั้งสิ้น 160 ตัว เลี้ยงบนกรงขังเดี่ยว 1 กรงต่อตัว ในโรงเรือนแบบเปิด มีพัดลมระบายอากาศเปิดวันละ 6 ชั่วโมง ให้อาหารผสมสูตรสำหรับไก่ไข่ระยะไข่ที่เสริมฟัาละลายโจรระดับต่างๆ มีน้ำดื่มและอาหารกินอย่างเต็มที่ (*Ad libitum*) และให้แสงตามโปรแกรมการให้แสงประมาณ 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์

ทำการชั่งปริมาณอาหารที่กินและอาหารที่เหลือทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณหาปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละสัปดาห์ นับจำนวนไข่และจำนวนไก่ตายทุกวันเพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ (hen-day egg production) เป็นรายสัปดาห์

3.4.1.3 การบันทึกข้อมูล

- 1) บันทึกน้ำหนักตัวไก่ไข่เริ่มทดลองและสิ้นสุดการทดลอง
- 2) บันทึกปริมาณอาหารที่ไก่กินเหลือทั้งหมดทุกสัปดาห์
- 3) บันทึกการตายหรือคัดออกในแต่ละสัปดาห์
- 4) บันทึกจำนวนไข่แต่ละวันและจำนวนไข่ทั้งหมดนำไปคำนวณอัตราการให้ผลผลิตไข่ต่อจำนวนแม่ไก่มีชีวิต (hen-day egg production)

3.4.1.4 สูตรคำนวณ (ประกาศ ทรายฉาย.ม.ป.ป.)

- 1) ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม)

$$\text{ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)}}{\text{จำนวนไก่ (ตัว)} \times \text{จำนวนวัน}}$$

- 2) น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม)

$$\text{น้ำหนักไข่เฉลี่ย} = \frac{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมดที่ซั่ง (กรัม)}}{\text{จำนวนไข่ที่ซั่ง (ฟอง)}}$$

- 3) มวลไข่รวม (กรัม)

$$\text{มวลไข่รวม} = \frac{\text{ผลผลิตไข่ (\%)} \times \text{น้ำหนักไข่ทั้งฟอง}}{100}$$

- 4) เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ต่อแม่ไก่มีชีวิต (hen-day egg production) (%)

$$\% \text{ผลผลิตไข่ต่อแม่ไก่มีชีวิต} = \frac{\text{จำนวนไข่ที่เก็บได้ทั้งหมด}}{\text{จำนวนไก่ที่เหลือ} \times \text{จำนวนวัน}} \times 100$$

5) ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ (กรัม/กรัม)

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม)}}{\text{มวลไข่ (กรัม)}}$$

6) ต้นทุนอาหารในการผลิตไข่ (บาท/100 กรัม)

$$\text{ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่} = \text{ประสิทธิภาพการใช้อาหาร} \times \text{ราคาอาหาร (บาท/กก.)}$$

7) อัตราการเลี้ยงรอด (%)

$$\text{อัตราการเลี้ยงรอด} = \frac{\text{จำนวนไก่มีชีวิต} \times 100}{\text{จำนวนไก่เริ่มต้น}}$$

3.4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการเสริมฟัาทะเลลายโจรต่อคุณภาพฟองไข่

3.4.2.1 วิธีการและเก็บตัวอย่าง

ทำการตรวจคุณภาพไข่โดยทุกๆ สัปดาห์จะทำการสุ่มเก็บไข่ กลุ่มการทดลองละ 20 ฟอง (ไข่ที่ผลิตได้ในวันศุกร์) เพื่อศึกษาคุณภาพของฟองไข่ดังนี้ น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักเปลือกไข่ ความหนาของเปลือกไข่ (egg shell thickness) ความแข็งแรงของเปลือกไข่ (egg shell strength) ความสูงของไข่ขาวชั้น ค่าฮอกยูนิต (Haugh unit) และสีของไข่แดง ทำการวิเคราะห์จำนวน 12 สัปดาห์

3.4.2.2 การบันทึกข้อมูล

- 1) บันทึกน้ำหนักไข่ที่ทำการสุ่มเก็บสัปดาห์ละ 20 ฟอง
- 2) บันทึกค่าความถ่วงจำเพาะ
- 3) บันทึกค่าความแข็งแรงของเปลือกไข่
- 4) บันทึกค่าความหนาเปลือกไข่
- 5) บันทึกค่าความสูงไข่ขาว
- 6) บันทึกค่าสีไข่แดง
- 7) บันทึกค่าน้ำหนักไข่แดง
- 8) บันทึกค่าน้ำหนักเปลือกไข่

3.4.2.3 สูตรคำนวณ

- 1) การคำนวณค่าฮอกยูนิต Haugh unit ตามสูตรการคำนวณของ Bell (1994)

$$\text{ค่า Haugh unit} = 100 \log (H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$$

H = ความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร)

W = น้ำหนักไข่ (กรัม)

- 2) การคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไข่ขาว

$$\% \text{ น้ำหนักไข่ขาว} = \frac{\text{น้ำหนักไข่ขาว}}{\text{น้ำหนักไข่ทั้งฟอง}} \times 100$$

- 3) การคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไข่แดง

$$\% \text{ น้ำหนักไข่แดง} = \frac{\text{น้ำหนักไข่แดง}}{\text{น้ำหนักไข่ทั้งฟอง}} \times 100$$

- 4) การคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกไข่

$$\% \text{ น้ำหนักเปลือกไข่} = \frac{\text{น้ำหนักเปลือกไข่}}{\text{น้ำหนักไข่ทั้งฟอง}} \times 100$$

3.4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการเสริมฟ้าทะลายโจรต่อระดับภูมิคุ้มกันในไก่ไข่

3.4.3.1 วิธีการและเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเจาะเก็บตัวอย่างเลือดจากไก่ตัวละประมาณ 6 มิลลิลิตรต่อตัว จำนวน 2 หลอด ๆ ละ 3 มิลลิลิตร จำนวน 40 ตัว (จำนวน 20 กลุ่มการทดลอง ๆ ละ 2 ตัว) บริเวณเส้นเลือดดำใต้ปีก (wing vein) เก็บใส่หลอดเก็บเลือดที่ไม่มีสารกันการแข็งตัว ไปตรวจหาระดับภูมิคุ้มกันที่เกิดการทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล (Newcastle Disease) และโรคกัมโบโร (Gumboro หรือ Infectious Bursal Diseases) ที่ศูนย์ห้องปฏิบัติการทางสัตวแพทย์ (Central Laboratory) เลขที่ 60/31-32 ถนนติวานนท์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000 โดยจะเก็บเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 77 วัน โดยแสดงเป็นค่า Geometric Mean Titers (GMT)

3.4.3.2 การบันทึกข้อมูล

บันทึกระดับภูมิคุ้มกันในซีรัมของไก่

3.4.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาการย่อยได้ของอาหารเสริมฟัฟทะลายโจรในไก่ไข่

3.4.4.1 วิธีการและเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มแม่ไก่ไข่จำนวน 20 ตัว (กลุ่มการทดลองละ 1 ตัว) นำมาขังเดี่ยวในกรงเมตาบอลิกให้น้ำและอาหารกินอย่างเต็มที่

3.4.4.2 การบันทึกข้อมูล

- 1) ทำการบันทึกอาหารที่กินเข้าไปในแต่ละวัน
- 2) บันทึกน้ำหนักสิ่งขับถ่ายของไก่ไข่แต่ละตัว
- 3) บันทึกน้ำหนักสิ่งขับถ่ายหลังอบแห้ง
- 4) บันทึกโภชนะในอาหารทดสอบ

3.4.4.3 การคำนวณข้อมูล (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล.2541; ปรากฏร ธาราฉาย.2547)

- 1) การย่อยได้ของไขมัน เยื่อใย และ โปรตีน

$$\% \text{การย่อยได้} = \frac{(\text{น.น.อาหารที่กิน} \times \% \text{โภชนะในอาหาร}) - (\text{น.น.มูล} \times \% \text{โภชนะในมูล})}{(\text{น.น.อาหารที่กิน} \times \% \text{โภชนะในอาหาร})} \times 100$$

- 2) พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Apparent Metabolizable Energy, AME)

$$\text{AME}/(\text{Cal/g}) = \frac{(F1 \times \text{GEf}) - (E \times \text{GEe})}{F1}$$

F1 = ปริมาณอาหารที่สัตว์กิน (กรัม)

E = ปริมาณมูลที่ขับออกมา (กรัม)

GEf = พลังงานทั้งหมด (gross energy) ในอาหารต่อกรัม

GEe = พลังงานทั้งหมดในมูลสัตว์ต่อกรัม

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพของฟองไข่ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SAS (1988)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการเสริมฟัทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของฟัทะลายโจรผงที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่

พบว่ามีค่าความชื้น 7.37% เถ้า 13.66% โปรตีน 13.02% ไขมัน 0.79% เยื่อใย 23.41% แคลเซียม 2.43% และฟอสฟอรัส 0.25% ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของฟัทะลายโจรที่ใช้ในการทดลอง (% air dry basis)

โกชนะ	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	7.37
เถ้า	13.66
โปรตีน	13.02
ไขมัน	0.79
เยื่อใย	23.41
แคลเซียม	2.43
ฟอสฟอรัส	0.25

4.1.2 ผลการเสริมฟัทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่

4.1.2.1 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่

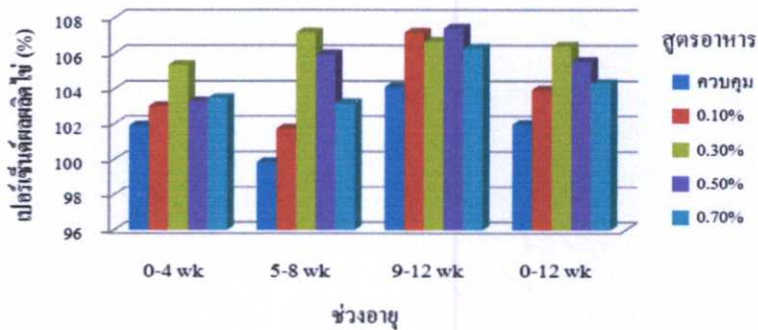
ผลการเสริมฟัทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าในระยะการทดลองที่ 0-4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในระยะการทดลองที่ 5-8 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่กลุ่มที่เสริมฟัทะลายโจรที่ระดับ 0.3% สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนระยะการทดลองที่ 9-12 สัปดาห์ กลุ่มที่เสริมฟัทะลายโจรที่ระดับ 0.3% สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ตลอดระยะเวลา

ทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ การเสริมฟัทะลายโจรให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าผลผลิตไข่ในกลุ่มที่เสริมฟัทะลายโจรมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซนต์ผลผลิตไข่ของไก่ไข่ทดลองในแต่ละช่วงอายุทดลอง (Hen-day production)

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ระดับฟัทะลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	88.28±5.90	88.39±3.69	90.06±2.56	89.73±3.51	89.28±2.09	0.9474 ^{ns}
5-8	86.83±5.90	87.27±4.06	91.51±2.02	90.62±3.11	87.05±3.94	0.2764 ^{ns}
9-12	82.92±4.89	84.48±5.26	87.16±2.45	86.83±2.59	85.37±2.37	0.5071 ^{ns}
0-12	86.01±3.86	86.71±2.68	89.58±1.41	89.06±1.22	87.23±1.17	0.8168 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตไข่ในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4,5-8,9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

4.1.2.2 ปริมาณอาหารที่กินของไก่ไข่ทดลอง

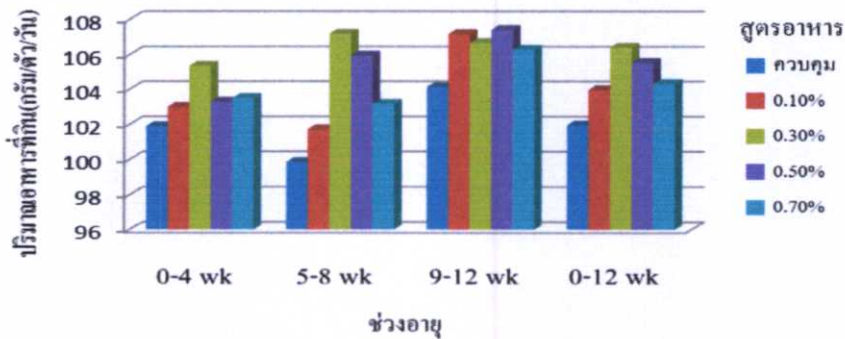
ผลการเสริมผงฟัทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อปริมาณอาหารที่กิน ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าในระยะการทดลองที่ 0-4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในระยะการทดลองที่ 5-8 สัปดาห์ พบว่าปริมาณอาหารที่กินกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมฟัทะลายโจรที่ระดับ 0.3% สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนระยะการทดลองที่ 9-12 สัปดาห์ กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมฟัทะลายโจรที่ระดับ 0.5% สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินตลอดระยะ

การทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ การเสริมฟัทะลายโจร ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ตลอดระยะเวลาการทดลองจะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ของปริมาณอาหารที่กินและผลผลิตไข่ของไก่ไข่ที่เสริมฟัทะลายโจรมีปริมาณอาหารที่กินเพิ่มขึ้น ให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมฟัทะลายโจร

ตารางที่ 4.3 ปริมาณอาหารที่กิน(กรัม/ตัว/วัน)

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ระดับฟัทะลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	101.90±5.02	102.99±2.27	105.36±2.68	103.30±1.72	103.49±3.57	0.6755 ^{ns}
5-8	99.85±6.52	101.72±1.08	107.17±2.47	105.95±1.61	103.17±3.45	0.0643 ^{ns}
9-12	104.12±3.15	107.15±0.97	106.67±1.91	107.41±1.54	106.29±1.21	0.1708 ^{ns}
0-12	101.96±4.23	103.95±0.39	106.40±2.04	105.55±0.31	104.32±1.70	0.1822 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4,5-8,9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

4.1.2.3 มวลไข่ (Egg mass)

ผลการเสริมฟัทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อมวลไข่ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าในระยะเวลาการทดลองที่ 0-4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในระยะเวลาการทดลองที่ 5-8 สัปดาห์ พบว่ามวลไข่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในกลุ่มที่เสริมฟัทะลายโจร ทั้งนี้การเสริมฟัทะลายโจรให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มี

นัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ส่วนระยะเวลาทดลองที่ 9-12 สัปดาห์ กลุ่มที่เสริมฟัาทะเลายโจรที่ระดับ 0.3 และ 0.5% สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลไข่ตลอดระยะเวลาทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ การเสริมฟัาทะเลายโจรให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมฟัาทะเลายโจร

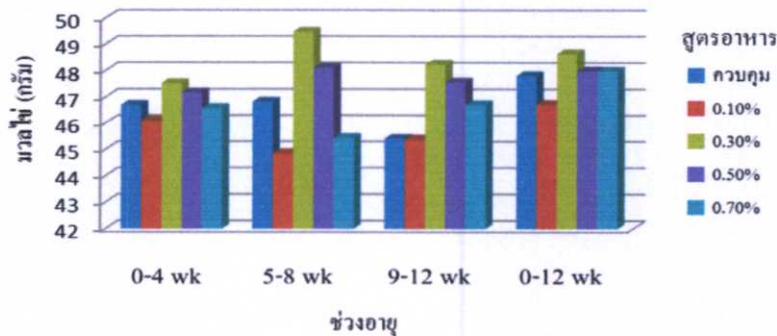
ตารางที่ 4.4 ค่า Egg mass ของไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม (กรัม)

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ระดับฟัาทะเลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0 - 4	46.70±1.97	46.09±0.88	47.51±0.43	47.17±0.94	46.59±0.94	0.2684 ^{ns}
5 - 8	46.83 ^{ABC} ±2.04	44.85 ^C ±1.97	49.48 ^A ±2.70	48.11 ^{AB} ±1.35	45.44 ^{BC} ±0.58	0.0186 ^{**}
9 - 12	45.41 ^C ±2.05	45.38 ^{BC} ±0.66	48.23 ^A ±0.89	47.56 ^{AB} ±0.30	46.71 ^{ABC} ±0.82	0.0247 [*]
0 - 12	46.31±1.2	45.44±1.24	48.41±1.05	47.61±0.80	46.25±1.44	0.2864 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

^{*} = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{A,B,C} = ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบมวลไข่ในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4,5-8,9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

4.1.2.4 ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการผลิตไข่

ผลการเสริมฟอสฟอรัสในอาหารไก่ไข่ต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารในการผลิตไข่ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่าในระยะการทดลองที่ 0-4 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในระยะการทดลองที่ 5-8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่เสริมฟอสฟอรัสที่ระดับ 0.1 0.5 และ 0.7% มีประสิทธิภาพการใช้อาหารแตกต่างจากกลุ่มควบคุมและในกลุ่มที่เสริมฟอสฟอรัสที่ระดับ 0.3% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนในระยะการทดลองที่ 9-12 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการใช้อาหารในการผลิตไข่ ตลอดระยะเวลาทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ การเสริมฟอสฟอรัสให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมฟอสฟอรัส

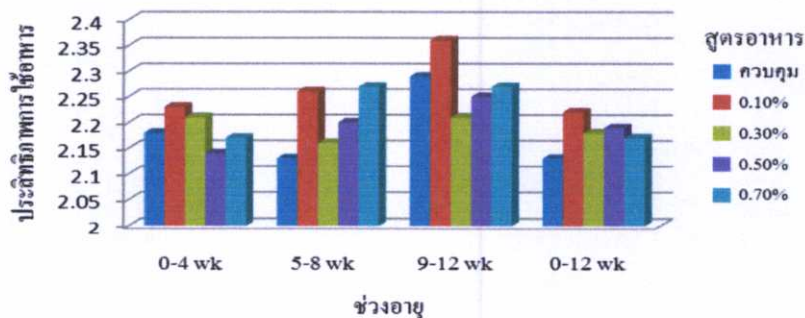
ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ของไก่ทดลอง

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ระดับฟอสฟอรัส (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	2.18±0.055	2.23±0.041	2.21±0.045	2.14±0.067	2.17±0.063	0.2195 ^{ns}
5-8	2.13 ^B ±0.063	2.26 ^A ±0.074	2.16 ^B ±0.037	2.20 ^A ±0.041	2.27 ^A ±0.070	0.0111 ^{**}
9-12	2.29±0.187	2.36±0.047	2.21±0.079	2.25±0.041	2.27±0.070	0.3384 ^{ns}
0-12	2.20±0.029	2.28±0.057	2.19±0.052	2.20±0.055	2.24±0.109	0.4425 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{*} = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

^{A,B} = ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้อาหารต่อมวลไข่ในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

4.1.2.5 ต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่ (บาท/100 กรัม)

ผลการเสริมฟัาทะเลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่ ดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่าในระยะการทดลองที่ 0-4 สัปดาห์ กลุ่มที่เสริมฟัาทะเลายโจรที่ระดับ 0.7% มีต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ในระยะการทดลองที่ 5-8 สัปดาห์ การเสริมฟัาทะเลายโจรมีต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนระยะการทดลองที่ 9-12 สัปดาห์ กลุ่มที่เสริมฟัาทะเลายโจรที่ระดับ 0.7% มีต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่ตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ การเสริมฟัาทะเลายโจรให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมฟัาทะเลายโจร

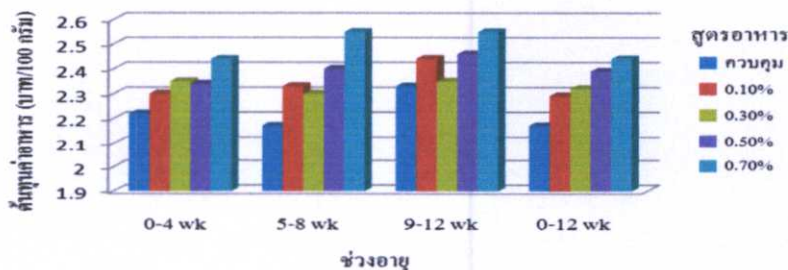
ตารางที่ 4.6 ต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่ (บาท/ 100 กรัม)

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ระดับฟัาทะเลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	2.22 ^B ±0.029	2.30 ^B ±0.044	2.35 ^{AB} ±0.141	2.34 ^{AB} ±0.058	2.44 ^A ±0.078	0.0217*
5-8	2.17 ^C ±0.112	2.33 ^B ±0.050	2.30 ^B ±0.041	2.40 ^B ±0.023	2.55 ^A ±0.061	0.0001**
9-12	2.33 ^B ±0.146	2.44 ^{AB} ±0.076	2.35 ^B ±0.087	2.46 ^{AB} ±0.083	2.55 ^A ±0.053	0.0307*
0-12	2.24 ^D ±0.024	2.36 ^C ±0.018	2.33 ^{BC} ±0.034	2.40 ^{AB} ±0.034	2.51 ^A ±0.097	0.0001**

* = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

A,B,C,D ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่ในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

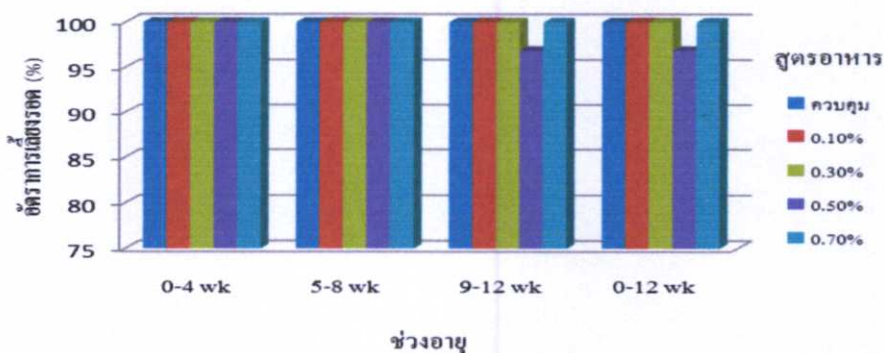
4.1.2.6 อัตราการเลี้ยงรอด (%)

ผลการเสริมฟัาทะเลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่ออัตราการเลี้ยงรอด ดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าตลอดระยะเวลาการทดลองไก่ไข่ที่ได้รับการเสริมฟัาทะเลายโจรที่ระดับ 0 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% มีอัตราการเลี้ยงรอดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ถึงแม้ว่าในการเสริมฟัาทะเลายโจรที่ระดับ 0.5% จะพบอัตราการเลี้ยงรอดที่ต่ำกว่าคือ 96.88% เมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ ที่อัตราการเลี้ยงรอด 100%

ตารางที่ 4.7 อัตราการเลี้ยงรอดของไก่ไข่ในแต่ละช่วงอายุการทดลอง(%)

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ระดับฟัาทะเลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	100	100	100	100	100	0 ^{ns}
5-8	100	100	100	100	100	0 ^{ns}
9-12	100	100	100	96.88±6.240	100	0.438 ^{ns}
0-12	100	100	100	96.88±6.240	100	0.438 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบอัตราการเลี้ยงรอดในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการเสริมฟัาละลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพฟองไข่

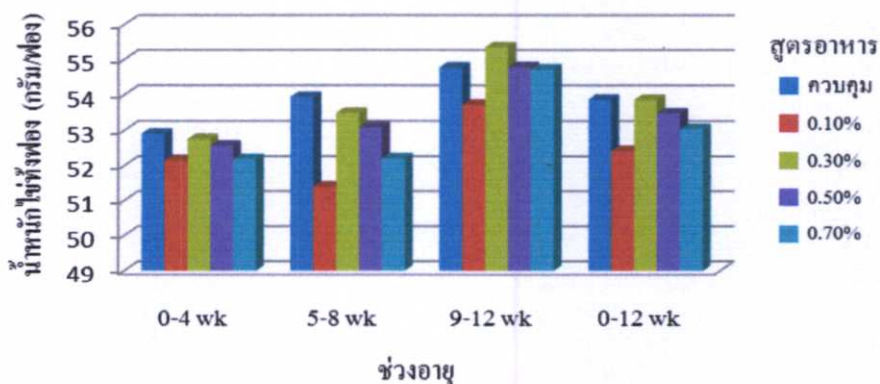
4.2.1 น้ำหนักไข่ทั้งฟอง

ผลการเสริมฟัาละลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟอง ดังแสดงในตารางที่ 4.8 พบว่า ไก่ไข่ทดลองทุกกลุ่มมีน้ำหนักไข่ทั้งฟองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง เท่ากับ 53.87 52.42 53.86 53.48 และ 53.04 กรัม/ฟอง ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมฟัาละลายโจร 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8 น้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลอง (กรัม/ฟอง)

ช่วงอายุ (w)	ระดับฟัาละลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	52.91 ± 1.33	52.15 ± 0.75	52.76 ± 1.04	52.57 ± 1.38	52.19 ± 1.75	0.890 ^{ns}
5-8	53.94 ± 1.60	51.40 ± 0.85	53.49 ± 1.33	53.09 ± 0.64	52.21 ± 1.70	0.085 ^{ns}
9-12	54.77 ± 0.99	53.72 ± 1.67	55.34 ± 0.63	54.78 ± 1.01	54.72 ± 1.30	0.438 ^{ns}
0-12	53.87 ± 1.30	52.42 ± 0.94	53.86 ± 0.85	53.48 ± 0.99	53.04 ± 1.53	0.372 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบน้ำหนักไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

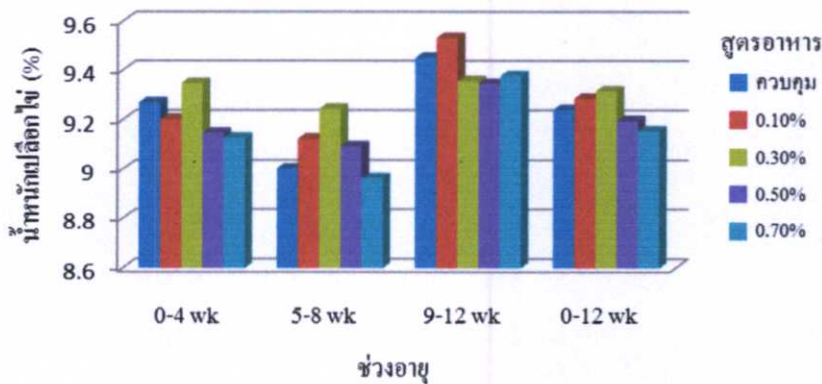
4.2.2 น้ำหนักเปลือกไข่

ผลของการเสริมฟัาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อน้ำหนักเปลือกไข่ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟอง ดังแสดงในตารางที่ 4.9 พบว่าไข่ที่ได้จากกลุ่มทดลองทุกกลุ่มมีน้ำหนักเปลือกไข่เมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 9.240 9.285 9.155 9.315 9.195 และ 9.155% ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมฟัาทะเลลายโจร 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงจนครบ 12 สัปดาห์

ตารางที่ 4.9 น้ำหนักเปลือกไข่เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ทดลอง(%)

ช่วงอายุ (w)	ระดับผงฟัาทะเลลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	9.269 ± 0.08	9.202 ± 0.16	9.347 ± 0.24	9.147 ± 0.29	9.128 ± 0.12	0.5267 ^{ns}
5-8	9.003 ± 0.17	9.123 ± 0.18	9.243 ± 0.03	9.093 ± 0.17	8.962 ± 0.23	0.2043 ^{ns}
9-12	9.449 ± 0.40	9.531 ± 0.44	9.356 ± 0.09	9.345 ± 0.41	9.376 ± 0.19	0.9252 ^{ns}
0-12	9.240 ± 0.17	9.285 ± 0.20	9.315 ± 0.10	9.195 ± 0.27	9.155 ± 0.16	0.7587 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบน้ำหนักเปลือกไข่ต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

4.2.3 น้ำหนักไข่แดง

ผลของการเสริมฟิลาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อน้ำหนักไข่แดง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟอง ดังแสดงในตารางที่ 4.10 พบว่าตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 12 สัปดาห์ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยในระยะเวลาการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟิลาทะเลลายโจร 0 0.1 0.3 0.5 และ 0.7 % มีน้ำหนักไข่แดงเฉลี่ยเท่ากับ 24.15 25.17 25.26 26.24 และ 25.15% ตามลำดับ ยกเว้นในระยะเวลาการทดลอง 0-4 สัปดาห์ พบว่าไก่ไข่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมฟิลาทะเลลายโจร 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% ให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม จะเห็นได้ว่าการเสริมฟิลาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ในระดับที่สูงขึ้นมีผลทำให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้น

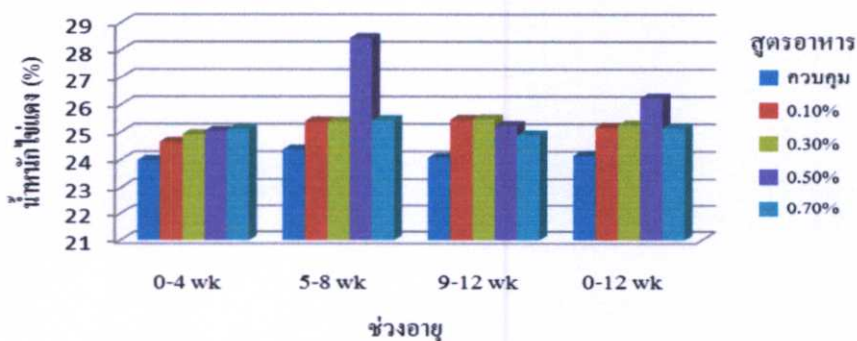
ตารางที่ 4.10 น้ำหนักไข่แดงเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ทดลอง(%)

ช่วงอายุ (w)	ระดับผงฟิลาทะเลลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	23.99 ^B ± 0.335	24.65 ^A ± 0.381	24.92 ^A ± 0.367	25.05 ^A ± 0.481	25.11 ^A ± 0.548	0.014 [*]
5-8	24.37 ± 0.473	25.39 ± 0.709	25.39 ± 0.378	28.44 ± 0.434	25.44 ± 0.523	0.350 ^{ns}
9-12	24.08 ± 0.577	25.45 ± 1.363	25.47 ± 0.222	25.24 ± 0.608	24.90 ± 0.637	0.120 ^{ns}
0-12	24.15 ± 0.446	25.17 ± 0.786	25.26 ± 0.208	26.24 ± 0.202	25.15 ± 0.520	0.170 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{*} = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{A,B} = ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบน้ำหนักไข่แดงต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

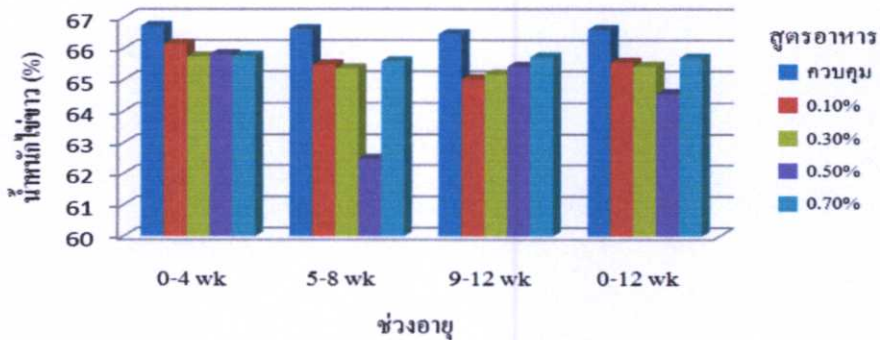
4.2.4 น้ำหนักไขขาว

ผลของการเสริมฟัฟทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อน้ำหนักไขขาว เมื่อเทียบกับ น้ำหนักไข่ทั้งฟอง ดังแสดงในตารางที่ 4.11 พบว่าทุกระยะการทดลอง 0-4 5-9 8-12 และ 0-12 สัปดาห์ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยในระยะเวลาการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ มีน้ำหนักไขขาวเท่ากับ 66.61 65.55 65.43 64.56 และ 65.69% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 น้ำหนักไขขาวเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ทดลอง(%)

ช่วงอายุ (w)	ระดับผงฟัฟทะเลลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	66.73 ± 0.400	66.14 ± 0.529	65.74 ± 0.530	65.81 ± 0.772	65.76 ± 0.479	0.103 ^{ns}
5-8	66.63 ± 0.428	65.48 ± 0.596	65.36 ± 0.371	62.47 ± 0.520	65.59 ± 0.472	0.332 ^{ns}
9-12	66.47 ± 0.770	65.02 ± 1.795	65.17 ± 0.281	65.42 ± 0.953	65.72 ± 0.730	0.338 ^{ns}
0-12	66.61 ± 0.491	65.55 ± 0.958	65.43 ± 0.218	64.56 ± 0.248	65.69 ± 0.505	0.216 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบน้ำหนักไขขาวต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

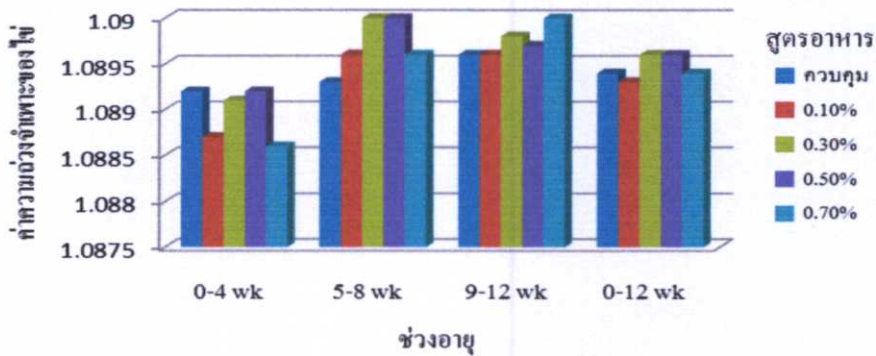
4.2.5 ความถ่วงจำเพาะของไข่

ผลของการเสริมฟัาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ ดังแสดงในตารางที่ 4.12 พบว่าทุกระยะการทดลอง 0-4 5-9 8-12 และ 0-12 สัปดาห์ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยในระยะเวลาการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ มีความถ่วงจำเพาะของไข่เท่ากับ 1.0894 1.0893 1.0896 1.0896 และ 1.0894 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 ค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ของไก่ไข่ทดลอง

ช่วงอายุ (w)	ระดับผงฟัาทะเลลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	1.0892 ± 0.001	1.0887 ± 0.001	1.0891 ± 0.001	1.0892 ± 0.001	1.0886 ± 0.001	0.7936 ^{ns}
5-8	1.0893 ± 0.001	1.0896 ± 0.001	1.0900 ± 0	1.0900 ± 0	1.0896 ± 0.001	0.1265 ^{ns}
9-12	1.0896 ± 0.0005	1.0896 ± 0.0007	1.0898 ± 0.0002	1.0897 ± 0.0005	1.0900 ± 0	0.7493 ^{ns}
0-12	1.0894 ± 0.0002	1.0893 ± 0.0004	1.0896 ± 0.0004	1.0896 ± 0.0006	1.0894 ± 0.0005	0.7613 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบความถ่วงจำเพาะของไข่ที่ฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

4.2.6 ความแข็งเปลือกไข่

ผลของการเสริมฟัซทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อความแข็งของเปลือกไข่ ดังแสดงในตารางที่ 4.13 พบว่าในระยะการทดลองที่ 0-4 และ 5-8 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในระยะการทดลองที่ 9-12 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่เสริมฟัซทะเลลายโจร มีความแข็งของเปลือกไข่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาความแข็งของเปลือกไข่ตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ การเสริมฟัซทะเลลายโจร ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมฟัซทะเลลายโจร ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าความแข็งเปลือกไข่ในกลุ่มที่เสริมฟัซทะเลลายโจรมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

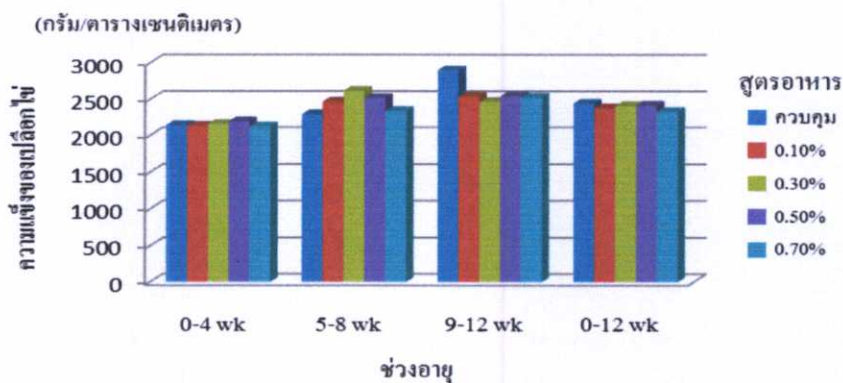
ตารางที่ 4.13 ความแข็งเปลือกไข่ของไก่ไข่ทดลอง(กรัม/ตารางเซนติเมตร)

ช่วงอายุ (w)	ระดับผงฟัซทะเลลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	2141.1±284.2	2132.7±128.0	2154.7±75.2	2193.1±308.3	2122.6±213.3	0.992 ^{ns}
5-8	2291.6 ± 220	2461.8±283.2	2610.9±286.0	2516.3±179.0	2339.5±231.4	0.375 ^{ns}
9-12	2893.0 ^A ±92.6	2535.4 ^B ±92.5	2463.5 ^B ±320.8	2542.2 ^B ±83.0	2525.3 ^B ±184.3	0.028 [*]
0-12	2441.9±159.7	2376.6±82.7	2409.7±25.4	2417.2±167.2	2329.1±147.2	0.764 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

^{*} = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{A,B} = ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)



ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบความแข็งของเปลือกไข่ที่ฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

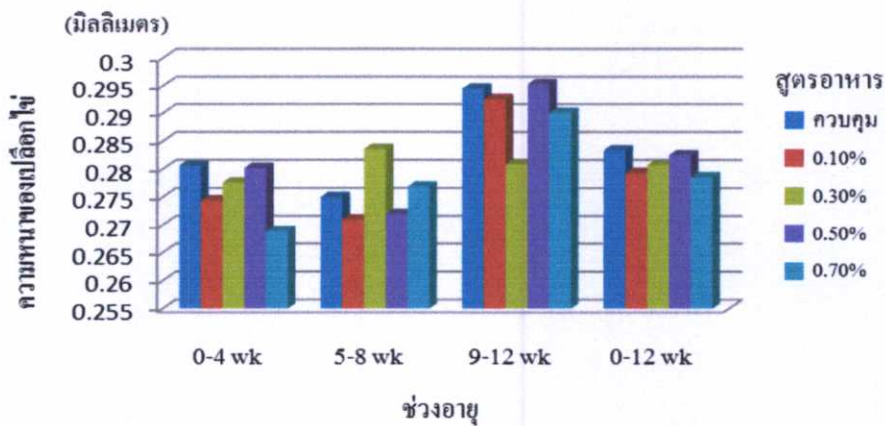
4.2.7 ความหนาเปลือกไข่

ผลของการเสริมฟัาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อความหนาเปลือกไข่ ดังแสดงในตารางที่ 4.14 พบว่าทุกระยะการทดลอง 0-4 5-8 9-12 และ 0-12 สัปดาห์ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 5 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัาทะเลลายโจร 0 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% ในระยะการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ ความหนาเปลือกไข่เท่ากับ 0.2834 0.2793 0.2807 0.2825 และ 0.2786 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4.14 ความหนาเปลือกไข่ของไก่ไข่ทดลอง(มิลลิเมตร)

ช่วงอายุ (w)	ระดับผงฟัาทะเลลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	0.2806 ± 0.008	0.2744 ± 0.013	0.2776 ± 0.007	0.2802 ± 0.006	0.2689 ± 0.015	0.536 ^{ns}
5-8	0.2750 ± 0.009	0.2710 ± 0.015	0.2836 ± 0.010	0.2720 ± 0.003	0.2769 ± 0.006	0.379 ^{ns}
9-12	0.2945 ± 0.007	0.2925 ± 0.013	0.2809 ± 0.009	0.2953 ± 0.003	0.2901 ± 0.013	0.270 ^{ns}
0-12	0.2834 ± 0.007	0.2793 ± 0.008	0.2807 ± 0.006	0.2825 ± 0.004	0.2786 ± 0.008	0.840 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4.13 เปรียบเทียบความหนาของเปลือกไข่ทั้งฟองในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

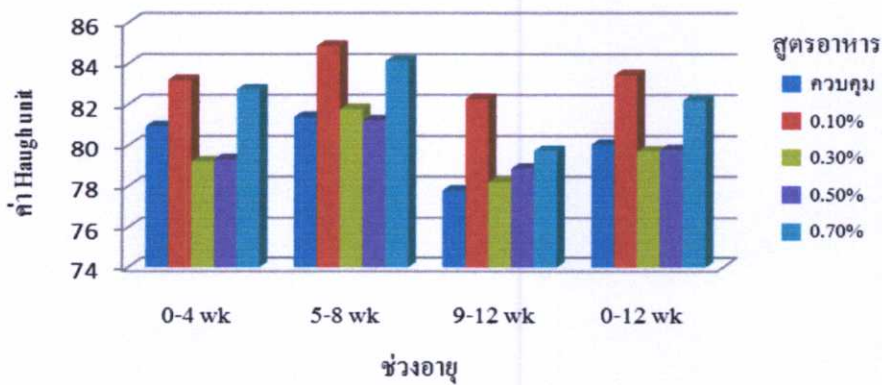
4.2.8 ค่าฮอกยูนิต

ผลของการเสริมฟัฟทะเลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อค่าฮอกยูนิต ดังแสดงในตารางที่ 4.15 พบว่าทุกระยะการทดลอง 0-4 5-8 9-12 และ 0-12 สัปดาห์ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัฟทะเลายโจร 0.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของไก่ไข่ในทุกช่วงอายุทดลองค่าฮอกยูนิต มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยไก่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัฟทะเลายโจร 0 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% ในระยะการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ มีค่าฮอกยูนิต เท่ากับ 80.04 83.44 79.70 79.78 และ 82.19 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15 ค่าฮอกยูนิตของไข่ของไก่ไข่ทดลอง

ช่วงอายุ (w)	ระดับผงฟัฟทะเลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
0-4	80.94 ± 2.71	83.21 ± 3.65	79.187 ± 2.00	79.29 ± 1.79	82.73 ± 3.36	0.184 ^{ns}
5-8	81.39 ± 3.01	84.86 ± 2.54	81.77 ± 2.73	81.23 ± 1.83	84.13 ± 1.91	0.160 ^{ns}
9-12	77.80 ± 4.07	82.26 ± 4.68	78.20 ± 3.17	78.83 ± 1.00	79.73 ± 2.43	0.374 ^{ns}
0-12	80.04 ± 3.11	83.44 ± 3.01	79.70 ± 2.36	79.78 ± 0.45	82.19 ± 2.48	0.168 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4.14 เปรียบเทียบค่าฮอกยูนิตในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์)

4.2.9 สีไข่แดง

ผลการเสริมฟัาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสีของไข่แดง ที่วัดโดยใช้พัควัดสีของบริษัท Roche (คะแนนสีตั้งแต่ 1-15) ดังแสดงในตารางที่ 4.16 ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัาทะเลลายโจร 0 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% ในระยะเวลาการทดลอง 0-4 5-8 และ 9-12 สัปดาห์ พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัาทะเลลายโจรมีความเข้มของสีไข่แดงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญกับกลุ่มควบคุม

สีไข่แดงที่วัดโดยใช้เครื่องวัดสีระบบ Hunter Lab scale (Miniscan by Hunter Lab) แสดงค่า L* lightness (ค่าความสว่าง) a* redness (ค่าสีแดง(ค่าบวก)และค่าสีเขียว(ค่าลบ)) b* yellowness (ค่าสีเหลือง(ค่าบวก) และสีน้ำเงิน(ค่าลบ)) โดยวัดในช่วงระยะเวลาการทดลองที่ 12 สัปดาห์ ทั้งค่า L*, a* และ b* มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งในไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัาทะเลลายโจร 0 0.1 0.3 0.5 และ 0.7 % มีค่าความสว่างของสีไข่แดง (ค่า L*) เท่ากับ 54.994, 55.766, 54.650, 56.926 และ 58.091 ตามลำดับ ค่า a* สีไข่แดงให้โทนสีเขียวโดยมีค่า a* เฉลี่ยเท่ากับ 8.616, 8.874, 8.692, 9.006 และ 9.610 ตามลำดับ ค่า b* สีไข่แดงให้โทนสีเหลือง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.94, 60.259, 60.222, 59.563 และ 59.938 ตามลำดับ

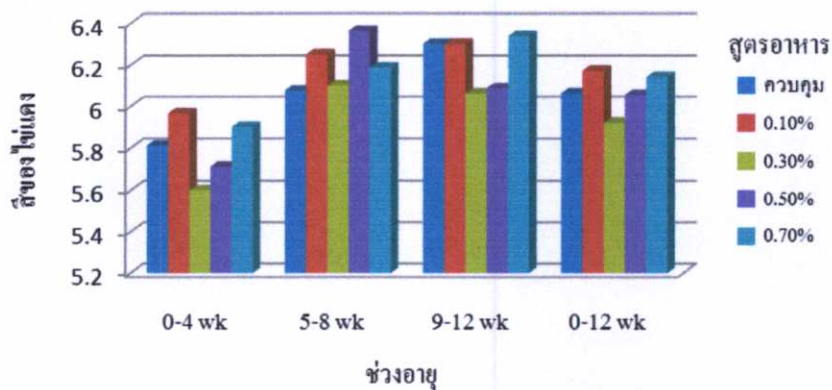
ตารางที่ 4.16 สีไข่แดงของไก่ไข่ทดลองทั้ง 5 กลุ่ม

ช่วงอายุ (w)	ระดับฟัาทะเลลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
วัดด้วยพัควัดสีของบริษัท Roche (คะแนนตั้งแต่ 1-15)						
0-4	5.812 ± 0.137	5.965 ± 0.100	5.600 ± 0.343	5.713 ± 0.103	5.900 ± 0.135	0.094 ^{ns}
5-8	6.075 ± 0.065	6.250 ± 0.178	6.100 ± 0.173	6.362 ± 0.144	6.187 ± 0.138	0.073 ^{ns}
9-12	6.300 ± 0.082	6.300 ± 0.238	6.062 ± 0.075	6.088 ± 0.193	6.337 ± 0.131	0.064 ^{ns}
0-12	6.062 ^{AB} ± 0.046	6.171 ^A ± 0.137	5.921 ^B ± 0.185	6.054 ^{AB} ± 0.048	6.141 ^A ± 0.032	0.041 [*]
วัดด้วยเครื่องวัดสีระบบ Hunter Lab scale						
a*	8.616 ± 0.24	8.874 ± 0.68	8.692 ± 1.17	9.006 ± 0.43	9.610 ± 0.66	0.336 ^{ns}
b*	59.940 ± 0.94	60.259 ± 1.91	60.222 ± 4.05	59.563 ± 1.37	59.938 ± 1.68	0.884 ^{ns}
L*	54.994 ± 0.47	55.766 ± 0.86	54.650 ± 1.48	56.926 ± 0.71	58.091 ± 1.37	0.231 ^{ns}

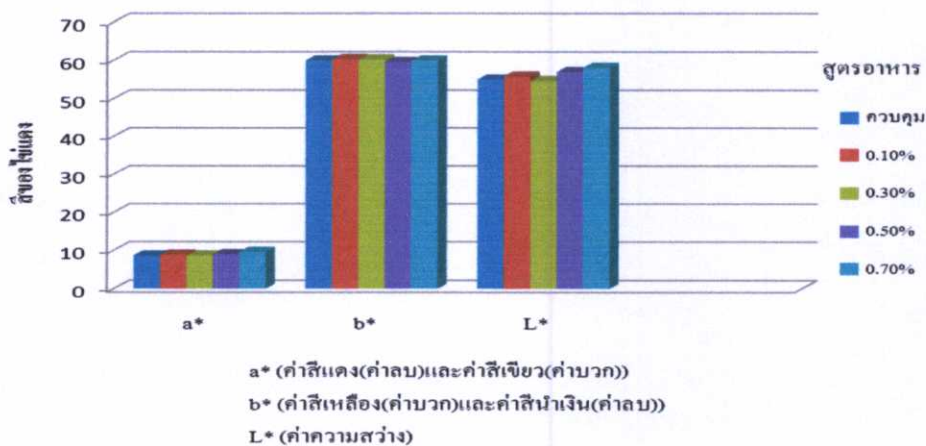
^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

^{*} = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{A,B} = ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.15 เปรียบเทียบสีของไข่แดงในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์) วัดด้วยพัควัดสีของบริษัท Roche (คะแนนตั้งแต่ 1-15)



ภาพที่ 4.16 เปรียบเทียบสีของไข่แดงในแต่ละช่วงอายุของการทดลอง (0-4, 5-8, 9-12 และ 0-12 สัปดาห์) วัดด้วยเครื่องวัดสีระบบ Hunter Lab scale

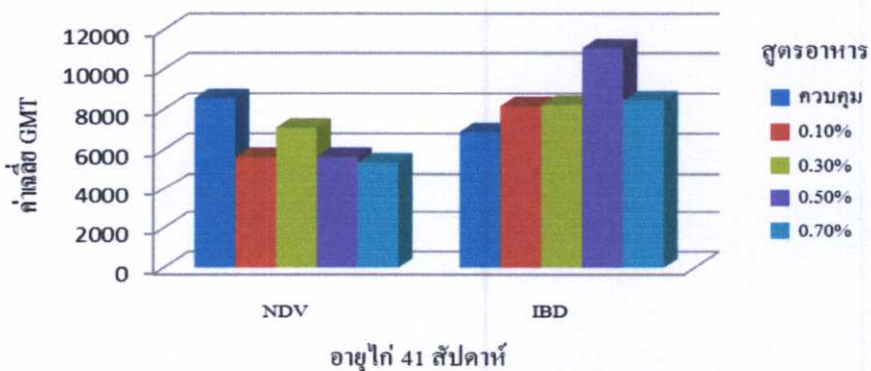
4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการเสริมฟ้าทะลายโจรต่อระดับภูมิคุ้มกันในไก่ไข่

ผลการเสริมฟ้าทะลายโจรในอาหารต่อระดับภูมิคุ้มกันของไก่ไข่ที่อายุ 41 สัปดาห์พบว่า ระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคาสเซิล (ค่า GMT) ด้วยวิธี Hemegglutination inhibition (HI) ดังแสดงในตารางที่ 4.17 พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมผงฟ้าทะลายโจรมีระดับภูมิคุ้มกันโรคนิวคาสเซิลแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟ้าทะลายโจร 0 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% มีค่าระดับภูมิคุ้มกันโรคนิวคาสเซิลดังนี้ 8553 5633 7076 5649 และ 5366 ตามลำดับ ส่วนค่าระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคกัมโบโร (ค่า GMT) ด้วยวิธี Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟ้าทะลายโจรมีระดับภูมิคุ้มกันโรคกัมโบโรแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟ้าทะลายโจร 0 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7% มีค่าระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคกัมโบโรดังนี้ 6877 8163 8236 11080 และ 8469 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.17 ผลการเสริมฟ้าทะลายโจรต่อระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคาสเซิลและโรคกัมโบโร (แสดงเป็นค่า GMT±SD) ในไก่ไข่

ช่วงอายุ (w)	ระดับผงฟ้าทะลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
โรคนิวคาสเซิล	8553±2432	5633±1950	7076±1660	5649±1785	5366±3291	0.2885 ^{ns}
โรคกัมโบโร	6877±1731	8163±2534	8236±3944	11080±5540	8469±6841	0.7631 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4.17 เปรียบเทียบระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคาสเซิลและโรคกัมโบโร

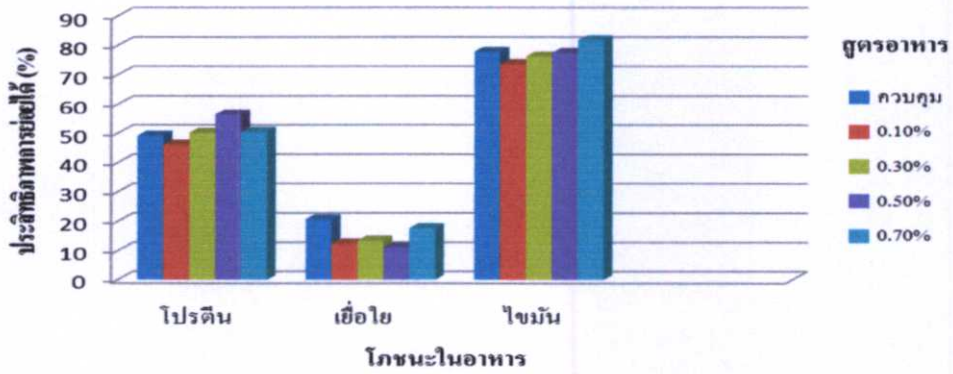
4.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาการย่อยได้ของอาหารเสริมฟัทะลายโจรในไก่ไข่

ผลการเสริมฟัทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 4.18 ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัทะลายโจรเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า ค่าระดับการย่อยได้ของโปรตีน เยื่อใยและไขมันแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าระดับการย่อยได้ของโปรตีน เท่ากับ 49.132 46.077 56.444 56.444 และ 50.558 ค่าระดับการย่อยได้ของเยื่อใย เท่ากับ 20.775 12.469 13.433 11.186 และ 17.692 ค่าระดับการย่อยได้ของไขมัน เท่ากับ 77.804 73.629 77.430 77.430 และ 81.856 ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมฟัทะลายโจร 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% ตามลำดับ ในส่วนพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏเช่นกัน พบว่าการเสริมฟัทะลายโจรในอาหารพบระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 2477.81 2428.80 2530.12 2531.71 และ 2531.71 Kcal/Kg ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมฟัทะลายโจร 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% ตามลำดับ

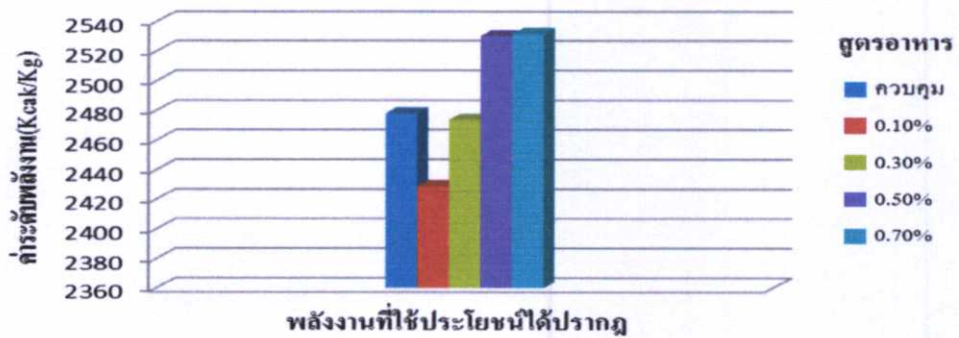
ตารางที่ 4.18 ผลการเสริมฟัทะลายโจรต่อการย่อยได้ของไก่ไข่

ลักษณะที่ศึกษา	ระดับฟัทะลายโจร (%)					P-value
	0	0.1	0.3	0.5	0.7	
การย่อยได้ของโปรตีน (%)	49.132± 2.59	46.077± 7.93	56.444± 9.78	56.444± 9.78	50.558± 1.78	0.3358 ^{ns}
การย่อยได้ของไขมัน (%)	77.804± 4.96	73.629± 9.57	77.430± 5.49	77.430 ± 5.49	81.856± 2.18	0.4191 ^{ns}
การย่อยได้ของเยื่อใย (%)	20.775± 6.95	12.469± 6.65	13.433± 5.81	11.186± 18.09	17.692± 7.40	0.6492 ^{ns}
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/Kg)	2477.81± 48.12	2428.80± 105.755	2530.12± 142.80	2531.71± 21.22	2531.71± 21.22	0.5066 ^{ns}

^{ns} = มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4.18 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะในอาหารไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัาทะเลลายโจร



ภาพที่ 4.19 เปรียบเทียบระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมผงฟัาทะเลลายโจร

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและสารแอนโดรกราโฟไลด์ในฟ้าทะลายโจร

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารแอนโดรกราโฟไลด์ในฟ้าทะลายโจรที่ใช้ในการทดลองมีองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารสำคัญ ใกล้เคียงกับในงานวิจัยอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 สมภพ ประธานธูรารักษ์และคณะ(2548) กล่าวว่าตามข้อกำหนดของ Thai Herbal Pharmacopoeia ถึงองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารสำคัญของฟ้าทะลายโจร โดยกำหนดให้วัตถุคิบบส่วนเหนือดินของฟ้าทะลายโจรมีปริมาณ total lactone ไม่น้อยกว่า 6% โดยคำนวณเป็น andrographolide ผงสมุนไพรฟ้าทะลายโจรควรมีสีเขียวเข้ม มีกลิ่นอ่อนและมีรสขมมาก (ใบและดอก) ซึ่งได้นำผงฟ้าทะลายโจร ไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ Total Lactone Content ในรูปของ andrographolide โดยศูนย์บริการปฏิบัติการทางเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผลการทดสอบจากผงฟ้าทะลายโจร 1 กรัม มี Total Lactone Content ในรูปของ andrographolide = 10.81% และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี(ม.ป.ป.) กล่าวถึงลักษณะทางกายภาพและเคมีที่คิบบของฟ้าทะลายโจรจะต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกิน 11% ปริมาณสิ่งแปลกปลอมไม่เกิน 2% ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด ไม่เกิน 2% ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอล (85%) ไม่น้อยกว่า 13% สารสกัดด้วยน้ำ ไม่น้อยกว่า 18% ปริมาณแลคโตนรวมคำนวณเป็นแอนโดรกราโฟไลด์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก และไม่ควรเก็บวัตถุดิบไว้ใช้นาน ๆ เพราะสารสำคัญจะมีปริมาณลดลง เมื่อเก็บไว้ 1 ปี ปริมาณสารสำคัญจะลดประมาณลง 25%

5.2 ประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพไข่

5.2.1 เปรอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการใช้อาหารในการผลิตไข่

ตลอดระยะเวลาการทดลอง 0-12 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟ้าทะลายโจรที่ระดับ 0.3% มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมฟ้าทะลายโจรที่ระดับ 0.1 0.5 และ 0.7% มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นเดียวกับสมบูรณ์ นรพัฒน์และคณะ (2552) ได้ศึกษาผลของสมุนไพรผสมฟ้าทะลาย

โจร ขมิ้นชัน และมะระขี้นกในอาหารไก่ไข่ ต่อประสิทธิภาพการให้ไข่ คุณภาพไข่ และระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดง โดยทำการเสริมสมุนไพรไทยฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชันและมะระขี้นก (เฮอ์บา ท็อบ-มิกซ์, HBTM) ที่ 3 ระดับ (0.05 0.10 และ 0.15%) ในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิต คุณภาพของไข่ คอเลสเตอรอลในไข่แดง พบว่า การเสริมสมุนไพรผสมในอาหารทั้ง 3 ระดับ มีผลทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ น้ำหนักมวไข่ ตลอดช่วงการทดลองมีประสิทธิภาพการผลิตที่ดีขึ้น ปริมาณอาหารที่กินของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทั้ง 5 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่เสริมผงฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ทุกระดับตลอดระยะเวลาการทดลองเมื่อเสริมฟ้าทะลายโจรในระดับที่สูงขึ้นส่งผลให้มีปริมาณการกินอาหารเพิ่มขึ้นและผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับ จันทรจรัส เรียวเคชะและคณะ (2547) พบว่าการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรผงที่ 0.05 และ 0.10% ในอาหารไก่ไข่ทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ และคุณภาพภายในฟองไข่ มีแนวโน้มที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม กุศล คำเพราะและวรรณพร คำเพราะ (2553) กล่าวว่าสมุนไพรมีบทบาทหน้าที่แทนปฏิชีวนะสาร (Antibiotics) ในอาหารและวัตถุดิบเติมอาหาร (Feed additives) มีบทบาทในการต้านจุลินทรีย์ กระตุ้นการกินอาหาร กระตุ้นการย่อยอาหารและการดูดซึมอาหาร กระตุ้นภูมิคุ้มกัน เป็นต้น สมุนไพรตามธรรมชาติมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จำพวกขมิ้นมีคุณสมบัติช่วยขับน้ำลาย กระตุ้นการหลั่งน้ำย่อยจากกระเพาะและตับอ่อน เพิ่มการดูดซึม ลดการอักเสบวม จำพวกรสเผ็ดร้อนมีคุณสมบัติกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน โรค ออกฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย สารจำพวก flavonoids ที่พบในสมุนไพรหลายชนิด ลดการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ กระตุ้นการหลั่งน้ำดี เพิ่มระดับภูมิคุ้มกันโรค ดังนั้น เมื่อนำสมุนไพรผสมในอาหารไก่ไข่ พบว่าไก่ไข่มีสุขภาพที่สมบูรณ์แข็งแรง สามารถให้ผลผลิตไข่ที่มีคุณลักษณะที่ดี สามารถให้ผลผลิตไข่ที่มีคุณลักษณะที่ดี คือ ลักษณะของไข่ที่มีรูปร่างผิดปกติ ไข่ไก่มีความเรียบมันวาว และไก่สามารถให้ผลผลิตไข่เป็นปกติ เช่นเดียวกับรัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ (2543) ได้ศึกษาการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5% พบว่า การเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ ไม่มีผลทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ มวไข่ ส่วนประกอบฟองไข่ คุณภาพไข่ ปริมาณอาหารที่กิน และปริมาณอาหารที่กินต่อผลผลิตไข่ 1 โหล ไม่แตกต่างจากอาหารที่ไม่เสริมฟ้าทะลายโจร นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมฟ้าทะลายโจรส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซากหลังเอาเครื่องในออก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อเสริมในสูตรอาหารทุกระดับจะมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซากหลังเอาเครื่อง

ในออกสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ จากการทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณอาหารที่กินของกลุ่มที่เสริมฟัทะเลลายโจรมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารในการผลิตไข่ เมื่อพิจารณาตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่าการเสริมฟัทะเลลายโจรให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมฟัทะเลลายโจร

5.2.2 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่

ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ 1 ฟอง ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมฟัทะเลลายโจรตลอดระยะเวลาการทดลอง 0-12 สัปดาห์ พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มที่เสริมฟัทะเลลายโจร 0.1% มีต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมฟัทะเลลายโจร 0.3 0.5 และ 0.7% เป็นผลมาจากประสิทธิภาพการใช้อาหารในการผลิตไข่ที่ใช้อาหารมากขึ้น เมื่อต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้นเมื่อเสริมฟัทะเลลายโจรเพิ่มขึ้น

5.2.3 มวลไข่และประสิทธิภาพที่ใช้อาหารต่อมวลไข่

มวลไข่ของไข่ไก่ตลอดระยะเวลาการทดลอง 0-12 สัปดาห์ พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มที่เสริมฟัทะเลลายโจร 0.1% มีมวลไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมฟัทะเลลายโจร 0.3 0.5 และ 0.7% มวลไข่ได้จากการคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่กับน้ำหนักฟองไข่ ซึ่งมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันจึงทำให้มวลไข่ลดลงตามไปด้วย

5.2.4 อัตราการเลี้ยงรอด

อัตราการเลี้ยงรอดของไก่ไข่ตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ พบว่าอัตราการเลี้ยงรอดของไก่ไข่ทั้ง 5 กลุ่มที่เสริมฟัทะเลลายโจรที่ระดับ 0 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% มีอัตราการเลี้ยงรอดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ถึงแม้ว่าในการเสริมฟัทะเลลายโจรที่ระดับ 0.5% จะพบอัตราการเลี้ยงรอดที่ต่ำกว่าคือ 96.88% เมื่อเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ ที่อัตราการเลี้ยงรอด 100% ซึ่งรัชดาวรรณ พูลพิพัฒน์(2543) รายงานว่า การเสริมสมุนไพรฟัทะเลลายโจรในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5% ทำให้เปอร์เซ็นต์การเลี้ยงรอดต่ำแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มเปรียบเทียบ

5.2.5 น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว และค่า haugh unit

ตลอดการทดลอง 0-12 สัปดาห์ พบว่าเมื่อเสริมฟัฟฟายโอรในระดับสูงขึ้นไปมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) ต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่แดงเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟอง ให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมจะเห็นได้ว่าการเสริมฟัฟฟายโอรในอาหารไก่ไข่ในระดับที่สูงขึ้นไปมีผลทำให้น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้น ส่วนน้ำหนักไข่ขาว และค่า haugh unit แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามน้ำหนักไข่ขาวกลุ่มที่เสริมฟัฟฟายโอรมีเปอร์เซ็นต์ลดลง คาดว่าการเสริมฟัฟฟายโอรในระดับที่สูงขึ้นอาจส่งผลต่อการสร้างไข่แดงทำให้มีขนาดและน้ำหนักมากขึ้นเมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไข่ทั้งฟอง

5.2.6 น้ำหนักเปลือกไข่ ค่าความถ่วงจำเพาะ ความแข็งของเปลือกไข่ และความหนาของเปลือกไข่

การตรวจคุณภาพของเปลือกไข่ประกอบด้วย ความแข็ง ผิวเปลือกไข่ รูปร่างของไข่ รอยแตกร้าวและสีของเปลือกไข่ ความแข็งของเปลือกไข่แต่ละฟองจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาของเปลือกไข่และโครงสร้างการเกาะตัวของฟลิกแคลเซียม ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความแข็งของเปลือกไข่ เช่น สายพันธุ์ คุณภาพอาหาร สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ เป็นต้น ตลอดระยะเวลาทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟองของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทั้ง 5 กลุ่ม พบว่าเมื่อเสริมฟัฟฟายโอรในระดับสูงขึ้นไปทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเปลือกไข่ ค่าความถ่วงจำเพาะ ความแข็งของเปลือกไข่ และความหนาของเปลือกไข่ มีแนวโน้มลดลงจากการตรวจวิเคราะห์ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P>0.05$) ซึ่งในการสร้างเปลือกไข่ต้องมีแคลเซียม คาร์บอนเนต และฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบหลัก(ปฐม เลหาเกษตร.2540) โดยการสร้างจะเกิดขึ้นที่ต่อมสร้างเปลือกไข่ (shell gland) ไก่ไข่ในระยะไข่ต้องใช้เวลาแคลเซียมปริมาณมาก แคลเซียมจากกระแสโลหิตอย่างเดียวไม่เพียงพอ ต้องนำแคลเซียมจากการดูดซึมของลำไส้หรือจากการที่สะสมไว้ในกระดูกมาใช้ (สุจินต์ สิมารักษ์.2532) และจงกลณี เขาวภาคย์โสภณ (2549) หากร่างกายดูดซึมแคลเซียมไปใช้ได้น้อยก็จะมีผลต่อ โครงสร้างและคุณภาพของเปลือกไข่ได้ ปัจจัยเรื่องอากาศร้อนก็มีส่วนเช่นกัน สำหรับค่าความถ่วงจำเพาะของไข่เมื่อโครงสร้างของเปลือกไข่ไม่แข็งแรงก็ส่งผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ เนื่องจากความหนาของเปลือกไข่มากก็มีส่วนเพิ่มค่าความถ่วงจำเพาะให้สูงขึ้น (สุวรรณ เกษตรสุวรรณ.2529) เมื่อมวลไข่ลดลงก็มีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะของไข่ด้วย

5.2.7 สีไข่แดง

การตรวจคุณภาพไข่แดงจะพิจารณาจากสองลักษณะคือ รูปร่างและสี โดยไข่แดงที่ดีเมื่อตอกไข่บนพื้นราบไข่แดงควรมีลักษณะนูนกลม ไม่แบนและอยู่ตรงกลางของไข่ขาวชั้น สำหรับสีของไข่แดงจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยส่วนใหญ่สีเหลืองของไข่จะมาจากสารสีในกลุ่ม Carotenoid ชนิดที่พบมากที่สุดคือ Xanthophylls พบในข้าวโพดเหลืองหรือมาจากหญ้าและใบพืชอื่นๆ สีไข่แดงที่ผู้บริโภครู้จักส่วนใหญ่พึงพอใจคือ สีเหลืองอ่อน-กลาง แต่ผู้บริโภครายกลุ่มก็นิยมนิยมสีเหลืองเข้ม-เหลืองส้ม ซึ่งการวัดความเข้มของสีไข่แดงมีอุปกรณ์การวัดอย่างง่ายโดยพัดวัดสี (yolk colour fan) สำหรับการวัดโดยใช้พัดวัดสี เป็นการเปรียบเทียบ ของสีไข่แดงโดยตรงและใช้สายตาของผู้วัดเป็นตัวพิจารณาสี พัดสีจะมีเฉดความเข้มของสีตั้งแต่เบอร์ 1-15 คือสีเหลืองอ่อน-สีส้ม เช่นเดียวกับการวัดแบบ spectrophotometer หรือวัดสีระบบ Hunter Lab scale ซึ่งมีหลักการคล้ายกับระบบ CIE Lab scale ขององค์กร International Commission on Illumination (CIE) ประเทศฝรั่งเศส กำหนดระบบสเกลสี X-Y-Z ซึ่งบรรยายเฉพาะสีเขียว แดง และน้ำเงินเท่านั้น ต่อมาได้มีการพัฒนามาเรื่อยๆ จนถึงปัจจุบันและเป็นที่ยอมรับกันคือ $L^*-a^*-b^*$ เป็นระบบบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยค่าสี L^* คือค่าแสดงความสว่างของสี มีค่าอยู่ในช่วง 0-100 ถ้า L^* มีค่าเป็น 0 หมายถึง มืด (darkness) แต่ถ้ามีค่าเป็น 100 หมายถึง สว่าง (lightness), ค่าสี a^* คือ แสดงความเป็นสีแดงและเขียว (redness/greenness) ถ้า $+a^*$ หมายถึง สีแดง ถ้า $-a^*$ หมายถึง สีเขียว และค่าสี b^* คือ แสดงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness) ถ้า $+b^*$ หมายถึง สีเหลือง ถ้า $-b^*$ หมายถึง สีน้ำเงิน ตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ สีของไข่แดงที่วัดโดยพัดสีของ Roche (Zeidler, 2002) พบว่าการเสริมฟัฟทาละลายโจร 0.1 % มีความเข้มของสีไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุมและเสริมฟัฟทาละลายโจร 0.3 0.5 และ 0.7 % เช่นเดียวกับการวัดความเข้มของสีไข่แดงระบบ Hunter Lab scale พบว่าไก่ไข่ที่เสริมฟัฟทาละลายโจร 0.1 % มีค่าสีเหลือง (b^* yellow) สูงกว่ากลุ่มควบคุมและเสริมฟัฟทาละลายโจร 0.3 0.5 และ 0.7 % แต่เนื่องจากไก่ที่ใช้ในการทดลองยังเป็นไก่สาวมีอายุการให้ไข่ไม่มาก จึงทำให้เห็นว่าแนวโน้มว่าสีไข่แดงจะเข้มขึ้น แต่ไม่ได้แตกต่างกันทางสถิติ รัชดาวรรณ (2543) ได้ทำการเสริมฟัฟทาละลายโจรในอาหารไก่ไข่ในช่วงอายุ 28-48 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่เสริมฟัฟทาละลายโจร 0.5% ทำให้สีไข่แดงเข้มมากที่สุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ไม่เสริมฟัฟทาละลายโจร (สุวรรณ เกษตรสุวรรณ .2529) สีเหลืองของไข่แดงที่ปรากฏออกมาส่วนมากมาจากสารสี Xanthophylls, Zeaxanthin และ Lutein พบ Cryptoxanthin และ Carotene เพียงเล็กน้อย โดยพบว่าปริมาณเม็ดสีในรูป Xanthophylls ในไข่แดงเป็นสัดส่วน 10 : 1 เท่าของ Carotene ซึ่งสาร

Xanthophylls จะพบมากในในข้าวโพดเหลืองและใบพืชที่มีสีเขียว เช่น ใบกระถิน ใบมันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งคาดว่าฟิโททาลายโอรที่นำมาทดลองเป็นพืชที่มีใบสีเขียวเช่นใบกระถิน และใบมัน ซึ่งมีสาร Xanthophylls จึงมีผลทำให้สีของไข่แดงเข้มขึ้น

5.3 การเสริมฟิโททาลายโอรในสูตรอาหารต่อระดับภูมิคุ้มกันในไก่ไข่

จากการเสริมฟิโททาลายโอรในอาหารไก่ไข่ต่อระดับภูมิคุ้มกัน โรคนิวคาสเซิล ตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มเสริมฟิโททาลายโอรในอาหารไก่ไข่ต่อระดับภูมิคุ้มกัน โรคที่สำคัญในไก่ไข่ ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งระดับภูมิคุ้มกันต่อ โรคนิวคาสเซิลกลุ่มที่เสริมฟิโททาลายโอร 0.3% ให้ผลดีที่สุดแต่ให้ค่าด้อยกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนผลต่อระดับภูมิคุ้มกันของโรคกัมโบโร กลุ่มที่เสริมฟิโททาลายโอร 0.5% ให้ผลดีที่สุด จากการศึกษาระดับภูมิคุ้มกันในไก่ไข่ในครั้งนี้คาดว่าอาจมีผลมาจากไม่ได้ทำวัคซีนกระตุ้นก่อนทำการทดลอง ประกอบกับสรรพคุณทางยาของฟิโททาลายโอร ทำให้ไก่มีสุขภาพดีขึ้น กินอาหาร ได้ดีขึ้นจึงไม่ส่งผลต่อระดับภูมิคุ้มกันต่อ โรคที่สำคัญ (ตารางที่ 4.17) ระดับภูมิคุ้มกันจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงอาจเนื่องมาจากภูมิคุ้มกันที่ถูกไก่ได้รับมาจากแม่ซึ่งภูมิคุ้มกันนี้จะอยู่ในตัวลูกไก่ประมาณ 2-3 สัปดาห์ (มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์.2537) ระดับภูมิคุ้มกันในกระแสดโลหิตของลูกไก่ก่อนข้างคางที่ในช่วง 3-4 วันแรก และจะลดลงจนหมดไปซึ่งจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับระดับภูมิคุ้มกันที่ได้รับการถ่ายทอดจากแม่ถ้าได้รับการถ่ายทอดมาสูงก็จะหมดช้า แต่ถ้าได้รับการถ่ายทอดมาต่ำก็จะหมดเร็ว และการจัดการ การสุขภาพที่ดี ทำให้ไก่ไม่เกิดการเครียด ซึ่งการจัดการฟาร์มที่ดีเป็นหัวใจหลักสำคัญ ทำให้ไก่มีสุขภาพที่ดี (จิโรจ ศศิปรียจันทร์. 2543) และ (พานิช ทินนิมิต.2535) กล่าวว่า สารปฏิชีวนะทำมาจากเชื้อจุลินทรีย์ ถ้าใช้น้อยๆ จะช่วยในการเร่งการเจริญเติบโตและสร้างภูมิคุ้มกันให้กับสัตว์ นอกจากนี้การนำสมุนไพรมาใช้ ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) สารสกัดสมุนไพรที่ได้จากการสกัด โดยวิธีแตกต่างกัน จะได้สารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน
- 2) สมุนไพรที่ได้จากเพาะปลูกโดยวิธีการที่แตกต่างกัน (ได้รับสารอาหารในระหว่างการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน) หรือเพาะปลูกในฤดูกาลที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาสกัด สารออกฤทธิ์ที่ได้ อาจจะแตกต่างกัน

3) ส่วนต่างๆ ของพืชสมุนไพร เมื่อนำมาสกัดสารออกฤทธิ์ จะได้ปริมาณและชนิดของสารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน

4) สารสกัดสมุนไพรที่ผลิตจากแหล่งผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน ในแต่ละรอบการผลิต จะได้สารออกฤทธิ์ที่มีปริมาณแตกต่างกันทั้งที่ผลิตในโรงงานเดียวกัน เกษตรกรผู้ตั้งใจจะใช้สารสกัดสมุนไพรในการรักษาโรคสัตว์ จึงควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ในการตัดสินใจใช้สมุนไพรทดแทนสารปฏิชีวนะ

การศึกษาการเสริมฟ้าทะลายโจรต่อระดับภูมิคุ้มกันในไก่ไข่ในครั้งนี้ไม่ได้ทำวัคซีนซ้ำก่อนทำการศึกษาจึงทำให้ผลต่อระดับภูมิคุ้มกันของไก่ไข่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับบุญจวน อิศรรักษ์และคณะ(2557) พบว่า การเสริมสารปฏิชีวนะ Colistin 0.01% และการเสริมสารสกัดหยาบจากฟ้าทะลายโจร 0 0.25 และ 0.50% ในอาหาร ไม่มีผลต่อภูมิคุ้มกัน โดยปริมาณของเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล ลิมโฟไซต์ และอัตราส่วนของนิวโทรฟิลต่อลิมโฟไซต์ของสุกร แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมสารปฏิชีวนะ Colistin 0.01% และ กุศล คำเพราะและวรรณพร คำเพราะ(2536) ได้นำผงฟ้าทะลายโจรมาเติมลงในอาหารไก่เนื้อสำเร็จรูปในระดับที่ 1% พบว่าอัตราการเพิ่มของน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน และรสชาติของเนื้อไม่แตกต่างจากไก่ที่ไม่ได้รับสมุนไพรแต่ไก่มีสุขภาพดีเหมือนกับไก่ที่ได้รับวัคซีนหลอดลมอักเสบ ส่วนพรรณระพี อำนวยสิทธิ์ และคณะ(2542) ได้ทำการศึกษาด้านทานต่อโรคนิวคาสเซิลในไก่เนื้อช่วงอายุต่าง ๆ โดยแบ่งไก่เนื้อออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ให้วัคซีนนิวคาสเซิล กลุ่มที่ให้วัคซีนนิวคาสเซิลเมื่ออายุ 1 3 5 และ 7 วัน ตามลำดับ และให้วัคซีนครั้งที่สองเมื่ออายุ 21 วัน ทุกกลุ่มหลังจากนั้นทำการตรวจหาระดับภูมิคุ้มกันด้านทานต่อโรคนิวคาสเซิลเมื่ออายุ 14 21 28 35 และ 42 วัน ผลปรากฏว่าลูกไก่ที่ไม่ได้รับวัคซีนเลยมีค่า HI-titer ต่ำกว่าลูกไก่ที่ได้รับวัคซีนนิวคาสเซิลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนลูกไก่ที่ได้รับวัคซีนเมื่ออายุ 1 วัน มีแนวโน้มค่า HI-titer มากกว่ากลุ่มอื่นในช่วงอายุ 35 วันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.4 การเสริมฟัาทะเลายโจรในอาหารต่อการย่อยได้ในไก่ไข่

ประสิทธิภาพในการย่อยได้ของโปรตีน การย่อยได้ของเยื่อใยและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารกลุ่มควบคุมและเสริมฟัาทะเลายโจรทุกระดับการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) จากการทดลองจะพบได้ว่าเมื่อเสริมฟัาทะเลายโจรในสูตรอาหารไก่ไข่ ตลอดระยะเวลาการทดลองที่ 0-12 สัปดาห์ การเสริมฟัาทะเลายโจรไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร พบว่า การเสริมฟัาทะเลายโจร 0.5 % มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีนดีกว่ากลุ่มควบคุมและที่เสริม 0.1 0.3 และ 0.7% การย่อยได้ของไขมันที่การเสริมฟัาทะเลายโจร 0.7% มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมและเสริม 0.1 0.3 และ 0.5% การย่อยได้ของเยื่อใยกลุ่มที่เสริมฟัาทะเลายโจร 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของเยื่อใยค้อยกว่ากลุ่มควบคุมและเสริม 0.1 0.3 และ 0.7% ในด้านพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏกลุ่มที่เสริมฟัาทะเลายโจร 0.7% ให้พลังงานที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมและเสริม 0.1 0.3 และ 0.5% จากการทดลองคุณสมบัติหลักของฟัาทะเลายโจรช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เจริญอาหาร ซึ่งไม่มีหน้าที่หลักในการย่อยโภชนะในอาหาร จึงไม่มีผลต่อการย่อยได้ ประภากร ธาราฉายและคณะ(2552) การดำรงชีพของสัตว์อาจขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอาหารผ่านระบบทางเดินอาหารปริมาณอาหารที่กิน ส่วนประกอบของอาหาร และลักษณะของอาหาร ซึ่งจากการทดลองในไก่เนื้อที่เสริมสารสกัดหยาบจากฟัาทะเลายโจรในระดับ 0.10 และ 0.25% ในอาหารช่วยเพิ่มสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ โดยมีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นและปริมาณอาหารที่กินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย จากผลการทดลองได้เก็บตัวอย่างมูลและตัวอย่างอาหารมาหาเปอร์เซ็นต์โภชนะโดยวิธี proximate analysis แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ ผลปรากฏว่า กลุ่มที่เสริมฟัาทะเลายโจรในสูตรอาหารไก่ไข่ จะมีเปอร์เซ็นต์การย่อยโภชนะที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม คือ โปรตีน ไขมัน ยกเว้นในกลุ่มเยื่อใย เท่านั้นที่กลุ่มที่เสริมฟัาทะเลายโจรเพียงกลุ่มเดียวที่ค้อยกว่ากลุ่มควบคุม ในการทดลองครั้งนี้สามารถบ่งบอกได้ว่ากลุ่มที่เสริมฟัาทะเลายโจรในสูตรอาหารไก่ไข่ให้เปอร์เซ็นต์การย่อยของโภชนะ ดังนี้ โปรตีน 56.444% ไขมัน 81.856% และเยื่อใย 20.775% ในด้านของปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ (Kcal/Kg) กลุ่มเสริมฟัาทะเลายโจรในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0.7% มีปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ (Kcal/Kg) คือ 2531.71 ดังแสดงในตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.18 นอกจากนี้ การเจริญเติบโตหรือการดำรงชีพของสัตว์อาจขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสิ่งแวดล้อม ความเร็วของอาหารในการเคลื่อนที่ผ่านระบบทางเดินอาหาร ปริมาณ

อาหารที่กิน ส่วนประกอบของอาหาร และลักษณะของอาหาร การย่อยได้ของโปรตีน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าไก่ไข่ที่เสริมฟัฟทาละลายโจรที่ 0.5% มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนสูงที่สุด (เขวมาลย์ คำเจริญ.2556) กล่าวว่าสารสกัดหยาบจากฟัฟทาละลายโจรนั้นยังคงมีความขมอยู่เล็กน้อย ซึ่งสารที่มีรสขมสามารถกระตุ้นการกินและการย่อยอาหารได้ เมื่อผนวกเข้ากับการออกฤทธิ์ในการต้านเชื้อก่อโรคทำให้สัตว์มีสุขภาพดี กิน ย่อย และใช้ประโยชน์จากอาหารได้ด้วยประสิทธิภาพสูงขึ้น สัตว์จึงมีการเจริญเติบโตดีขึ้น

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลการเสริมฟัาทะเลลายโจรที่ระดับ 0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7% ในอาหารไก่ไข่ สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

1. ผลของการเสริมสมุนไพรฟัาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต พบว่าไม่มีผลต่อผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน มวลไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหารและอัตราการเลี้ยงรอด แต่ส่งผลต่อต้นทุนค่าอาหารต่อมวลไข่เพิ่มขึ้น เมื่อเสริมฟัาทะเลลายโจรในระดับที่สูงขึ้น

2. ผลของการเสริมสมุนไพรฟัาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพไข่ พบว่าไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักเปลือกไข่ น้ำหนักไข่ขาว ความถ่วงจำเพาะของไข่ ความแข็งเปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ ค่าฮอกยูนิต น้ำหนักไข่แดงและสีของไข่แดง

3. ผลการเสริมฟัาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อระดับภูมิคุ้มกัน พบว่าไม่มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันในไก่ไข่อาจจะมีผลมาจากการทดลองในครั้งนี้ไม่ได้ทำวัคซีนซ้ำก่อนทำการศึกษาจึงไม่ส่งผลต่อระดับภูมิคุ้มกัน

4. ผลการเสริมฟัาทะเลลายโจรในอาหารไก่ไข่ต่อการย่อยได้ในไก่ไข่ ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของไขมัน การย่อยได้ของเยื่อใย การย่อยได้ของโปรตีนและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ขณะทำการทดลองเนื่องจากเป็น โรงเรือนเปิด สภาพอากาศมีความแปรปรวนอาจมีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่
2. การนำสมุนไพรมานำใช้ ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้
 - 2.1 สารสกัดสมุนไพรมานำใช้ที่ได้จากการสกัดโดยวิธีแตกต่างกัน จะได้สารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกัน
 - 2.2 สมุนไพรมานำใช้ที่ได้จากเพาะปลูกโดยวิธีการที่ต่างกัน (ได้รับสารอาหารในระหว่างการเพาะปลูกที่ต่างกัน) หรือเพาะปลูกในฤดูกาลที่ต่างกัน เมื่อนำมาสกัด สารออกฤทธิ์ที่ได้ อาจจะแตกต่างกัน
 - 2.3 ส่วนต่างๆ ของพืชสมุนไพรมานำใช้ เมื่อนำมาสกัดสารออกฤทธิ์ จะได้ปริมาณและชนิดของสารออกฤทธิ์ที่ต่างกัน
 - 2.4 สารสกัดสมุนไพรมานำใช้ที่ผลิตจากแหล่งผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน ในแต่ละรอบการผลิตจะได้สารออกฤทธิ์ที่มีปริมาณแตกต่างกันทั้งที่ผลิตใน โรงงานเดียวกัน เกษตรกรผู้ที่สนใจจะใช้สารสกัดสมุนไพรมานำใช้ในการรักษาโรคสัตว์ จึงควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ในการตัดสินใจใช้สมุนไพรมานำใช้แทนสารปฏิชีวนะ

บรรณานุกรม

กิตติขจรเกษขเวท (สมุนไพร). 2531. “รายงานประจำปีของมูลนิธิกิตติขจรเกษขเวท.” กรุงเทพฯ :

โรงงานเภสัชกรรมทหาร กรมการอุตสาหกรรมทหาร กระทรวงกลาโหม.

กุศล คำเพราะ และวรรณพร คำเพราะ. 2536. “สมุนไพรฟ้าทะลายโจรเพื่อการเลี้ยงไก่เนื้อ

(ป้องกันโรคหลอดลมอักเสบ).” สัตว์เศรษฐกิจ. 11: 38-44.

กุศล คำเพราะ และวรรณพร คำเพราะ. 2553. “การใช้สมุนไพรในการผลิตสัตว์.” ศรีสะเกษ :

แผนกวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีศรีสะเกษ.

เกษตรพอเพียงรักบ้านเกิด. 2552. “ฟ้าทะลายโจร สมุนไพรภูมิปัญญาเกษตรกรขนาดในไก่.” [Online].

Available : http://innradiowisanu.blogspot.com/2009/05/blog-post_1926.html.

3/7/2556.

เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ. 2546. “โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์ปีก.” นครศรีธรรมราช :

พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช.

เอกสารคำสอน.

เกียรติศักดิ์ พูลสุข. 2536. “โรคติดเชื้อในไก่.” กรุงเทพฯ : คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย. เอกสารคำสอน.

กองวิจัยและพัฒนาสมุนไพร. 2553. “สมุนไพรพื้นบ้านฉบับรวม.” กรุงเทพฯ :

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. “ฐานข้อมูลเครื่องยาไทยอีสาน.” ม.ป.ป. [Online].

Available: <http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=97>.

19/6/2556.

งามพ่อง คงคาทิพย์. 2536. “การสกัดและแยกและการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์จากสมุนไพรฟ้าทะลาย

โจร รายงานผลการวิจัยประจำปี 2536.” กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทร์จรัส เรียวเดชะ, กฤษ อังคนาพร และเปล่งศรี อิงคนินันท์. 2547. “การเสริมสมุนไพรฟ้าทะลาย

โจรลงในลงในอาหารไก่ไข่.” ใน การประชุมวิชาการสมุนไพรไทย โอกาสและทางเลือก

ใหม่ของอุตสาหกรรมผลิตสัตว์ ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศิริธรรมสาร.

- จรัส สว่างทัพ.2548. “อาหารและการให้อาหารสัตว์.” บุรีรัมย์ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. เอกสารคำสอน.
- จินตนา อินทรมงคล. 2549. “กระบวนการสารธรรมชาติทดแทนการใช้เคมีภัณฑ์สังเคราะห์ในการเลี้ยงสัตว์.” [Online]. Available : <http://www.dld.go.th/organic/knowledge/natural.html.3/7/2556>.
- จิโรจ ศศิปรียจันทร์. 2541. คู่มือโรคไก่. กรุงเทพฯ : ดิออสการ์ แอนด์ เซย์.
- จิโรจ ศศิปรียจันทร์. 2543. การจัดการและโรคสำคัญในไก่เนื้อ. กรุงเทพฯ : ธนาเพรส แอนด์ กราฟฟิค.
- จุฬามาศ เทียงธรรม. ม.ป.ป. “ฟ้าทะลายโจร.” [Online]. Available : <http://www.gpo.or.th/rdi/html/Andrographis.html.2/7/2556>.
- จงกลณี เขียวภาคย์โสภณ. 2549. “บทที่ 4 เมทาบอลิซึมของกรดไขมัน.” กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารคำสอน.
- จรัส ใจลังกาและ จเร หลิมวัฒนา. 2549. “ผลของการใช้สมุนไพรฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน และไพล ที่มีต่อการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง.” วารสารวิชาการปศุสัตว์เขต 5 8(3) : 71-78. สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเชียงราย.
- ทัศนีย์ อภิชาติสรางกุล. 2540. สุขศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เทวัญ จันทร์วิไลศรี.ม.ป.ป. “การทดลองทางคลินิกและกลไกการออกฤทธิ์ของฟ้าทะลายโจร.” ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล [Online]. Available : <http://www.medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/androg.html.15/6/58>.
- นันทวัน บุญยะประภัสร์. 2529. “ก้าวไปกับสมุนไพร.” กรุงเทพฯ : ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นาถฤดี สิทธิสมวงศ์. 2532. “การวิจัยและพัฒนายาสมุนไพรฟ้าทะลายโจร.” ใน การสัมมนาการวิจัยและพัฒนาจากสมุนไพรฟ้าทะลายโจร. ขอนแก่น : กองวิจัยทางแพทยกรรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. โรงแรมขอนแก่นโฮเต็ล ขอนแก่น.

นาถฤดี สัทธสมวงศ์, เจษฎา เฟื่องชะตา และทรงพล ชีวะพัฒน์. 2532. “พิษเฉียบพลันและกึ่งเรื้อรังของฟ้าทะลายโจร.” *ไทยเภสัชสาร*.14:109-118.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2544. *จุดชีววิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, ธนุชา บุญจรัส, รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล, วิจิต เปานิล และอาทร รวีไพบูลย์. 2543. *สารานุกรมสมุนไพร เล่ม 4 กัญญาอีสาน*. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง.

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. 2542. *สมุนไพรยาไทยที่ควรรู้*. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง.

นวลจันทร์ พารักษา, ธรรมศาสตร์ ศรีสัตยเสถียร, นันทวัน บุญยะประภัสร์, ทวีศักดิ์ ส่งเสริม และ อรุณี อิงคากุล. 2547. “ผลการเสริมฟ้าทะลายโจรบดผงและสารสกัดเคอร์คิวมินอยด์จากขมิ้นชันต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ.” [Online]. Available : <http://www.agri.kps.ku.ac.th/animal/research/research2547.html>. 10/7/2556.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. *โภชนศาสตร์สัตว์ เล่มที่ 1*. เชียงใหม่ : พิมพ์ครั้งที่ 6. เชียงใหม่ : ธนบรรณการพิมพ์.

ประกาศ ธาราฉาย. 2547. *การประเมินคุณค่าทางโภชนาการวัตถุดิบ*. เชียงใหม่ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประกาศ ธาราฉาย. ม.ป.ป. “การผลิตสัตว์ปีก.” ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. [Online]. Available : http://www.as.mju.ac.th/E-Book/t_prapakorn/. 13/7/2013.

ปัญญาจักษ์ ชนังกุล. 2530. “การศึกษาทางคลินิกของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร โรคอุจจาระร่วงและบิดแบคทีเรีย.” ใน *การสัมมนาเรื่อง การพัฒนาการใช้ยาสมุนไพรทางคลินิกและการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสมุนไพรที่ใช้รักษาโรคเขตร้อน*. นครปฐม : มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา.

ปานแก้ว พันธุ์ศรีโรจน์. 2554. “ฟ้าทะลายโจร” [Online]. Available : http://www.ittm.dtam.moph.go.th/product_champion/herb3.htm. 23/7/2556

- พรรณระพี อำนวยประสิทธิ์, สมกิจ อนุวัชกุล และวาสนา ชัยเสนา. 2542. “การศึกษาภูมิทัศน์
 ทัศนวิทยาของเขตเมืองในกรุงเทพมหานคร” พิษณุโลก : ภาควิชาสัตวศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก.
- พัฒนา สุขประเสริฐ, สวัสดิ์ ธรรมบุตร, สุภาพร อิศริโยคม และรัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์. 2542.
 “ผลการเสริมสมุนไพรมะขามป้อมในอาหารไก่กระตัง.” หน้า 108-112. กรุงเทพฯ :
 ใน งานประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. สาขาสัตวศาสตร์.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พานิช ทินนิมิต. 2535. โภชนศาสตร์สัตว์ประยุกต์. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์
 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พร้อมจิต ศรีถัมภ์ . 2548. สารานุกรมสมุนไพร เล่ม 5 สมุนไพรพื้นบ้านอีสาน. กรุงเทพฯ :
 อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.
- พร้อมจิต ศรีถัมภ์, วงศ์สถิต ฉั่วกุล, วิจิต เปานิล, สมภพ ประชานธูราษฎร์ และรุ่งระวี
 เต็มศิริฤกษ์กุล. 2554. องค์ความรู้จากงานวิจัยสมุนไพรไทย 10 ชนิด กระจายคำ
 กวาวเครือขาว ขมิ้นชัน ขิง บัวบก พริกไทย ใพล ฟ้าทะลายโจร มะขามป้อม มะระขี้นก.
 กรุงเทพฯ : 21 เซ็นจูรี.
- เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2549. สมุนไพรในอุทยานแห่งชาติ ภาคอีสาน. กรุงเทพฯ : สามเจริญ
 พาณิชย์.
- เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2549. สมุนไพรในอุทยานแห่งชาติ ภาคใต้. กรุงเทพฯ : สามเจริญ
 พาณิชย์.
- ไพโรสิน วิชาพันธ์. 2551. สมุนไพรในบ้าน. นนทบุรี : สำนักพิมพ์ไอยรา.
- มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์. 2537. “การควบคุมดูแลสุขภาพสัตว์ปีก.” สัตว์เศรษฐกิจ. 12 (251)
 53-57.
- ยุทธนา ศิริวัธนกุล. 2544. “การทดลองใช้สมุนไพรฟ้าทะลายโจรและใบฝรั่งเสริมในอาหาร
 สุกรขุน.” สงขลา : ใน รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 โครงการวิจัยการใช้สมุนไพรในการ
 ลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเนื้อสุกรคุณภาพสูงและปลอดภัยปฏิจีวะนะ
 ตกค้าง. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เขาวมาลัย คำเจริญ. 2547. “ยุคใหม่ของตัวอย่างในการเสริมยาสมุนไพรเป็นวัตถุดิบที่เติมในอาหารสัตว์ในการผลิตสัตว์.” **สมุนไพรไทยโอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ ครั้งที่ 2.** กรุงเทพฯ : ตีรณสาร.

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ . 2543ก. “ผลการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่กระตัง.”
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์. 2543ข. “ผลการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่ไข่.” วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์. 2543ค. “ผลการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่พื้นเมืองลูกผสม.”
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิโรจน์ จันทรัตน์. 2538. **คู่มือปฏิบัติการกายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์ปีก.** เชียงใหม่ :
ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วิศิษฐ์ เกตุปัญญาพงศ์, ยุทธนา ศิริวัธนกุล, อรุณพร อิฐรัตน์ และวันวิสาข์ งามพ่องใส. 2544.
“ผลของใบฟ้าทะลายโจรและใบฝรั่งต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้
อาหารของลูกสุกรท้องร่วง.” **วารสารการแพทย์แผนไทย.** 5(1) : 34-43.

ศิริมา พรสุวัณกุล, ประสาน ธรรมอุปกรณ และ อума กิตยานี. 2532. “ทดสอบฤทธิ์การป้องกันและ
รักษาแผลกระเพาะอาหารของสมุนไพรฟ้าทะลายโจรและเปลือกน้อย.” ใน **งานประชุม
วิชาการเภสัชกรรม ประจำปี 2532.** กรุงเทพฯ : โรงแรมเอเชีย.

เสวตศิลา, อาดาพรรณ ทองบุญรอดและวิภารัตน์ คำเมือง. 2533. “การทดสอบประสิทธิภาพในการ
ด้านเชื้อจุลินทรีย์ ของฟ้าทะลายโจรในห้องปฏิบัติการ.” ใน **การประชุมสรุปสถานภาพของ
ฟ้าทะลายโจร, 22 ตุลาคม 2533.** กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์และองค์การ
เภสัชกรรม.

สถาบันวิจัยสุขภาพกรม. 2542. “เรื่อนำรู้เกี่ยวกับฟ้าทะลายโจร”. [Online]. Available: [http://
www.cri.or.th/en/20090729.php](http://www.cri.or.th/en/20090729.php) . 18/6/2556.

สถาบันวิจัยสมุนไพร. 2542. **มาตรฐานสมุนไพรไทย ฟ้าทะลายโจร.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การ
สงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

- สาโรช คำเจริญ, กมลทิพย์ พิลาแดง และบัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล. 2550. “ผลการเสริมสารสกัดจากฟ้าทะลายโจร (*Andrographis paniculata*) ในอาหาร ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและภูมิคุ้มกันในไก่เนื้อ.” ขอนแก่น : ใน งานประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สินีนาง พลแสง, บรรเจิด โสม ชันแข็ง, สมหมาย ขาวผิว, และสุกษล ชันแข็ง. 2553. “ผลการใช้ฟ้าทะลายโจรในระดับต่างกันผสมน้ำเลี้ยงไก่กระตัง.” [Online]. Available : [http:// www.kasetyaso.ac.th/wijaikru.html.18/6/2556](http://www.kasetyaso.ac.th/wijaikru.html.18/6/2556).
- สุจินต์ สิมารักษ์. 2532. สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของสัตว์ปีก. ขอนแก่น : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2539. ไช้และเนื้อไก่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อมรการพิมพ์.
- สมบูรณ์ นรพัฒน์, เขาวมาลย์ คำเจริญ และบัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล. 2552. “ผลของสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน และมะระขี้นกในอาหารไก่ไข่ที่มีอายุมากกว่า 18 เดือน ต่อประสิทธิภาพการให้ไข่คุณภาพไข่ และ ระดับคอเลสเตอรอลในไข่แดง.” ขอนแก่น : ใน การสัมมนาวิชาการเกษตร ประจำปี 2552. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมภพ ประธานธูรารักษ์, ทยา เจนจิตติกุล, ธนุชา บุญจรัส, วงศ์สถิตย์ ฉั่วกุล, วิจิต เปานิล, นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล และอาทร รวีไพบูลย์. 2548. สารานุกรมสมุนไพร เล่ม 5 สมุนไพรพื้นบ้านอีสาน. กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. รัชนี้
- โสมทัต วงศ์สว่าง. 2538. วิทยาภูมิคุ้มกันทางสัตวแพทย์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาวูธ ดัน โซ. 2538. การผลิตสัตว์ปีก. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- AOAC. 1995. **Official Methods of Official Association of Official Analysis Chemists**. 16th ed. Washington D.C. : Association of Analysis Chemists.
- Bell, D.D. 1944. **Exeptional layer flocks worldwind : Poultry International**. Morris : Watt.
- Butcher, G.D. and Miles, R.D. 1995. “**The Avian Immune System.**” [Online]. Avilable : http://www.edis. ifas ufi.edu/BODY_VM016.

- Choudhury B.R. and M.K. Poddar. 1985. "Andrographolide and Kalmegh (*Andrographis paniculata*) Extract : effect on intestinal brush - border membrane - bound hydrolase." **Methods Find Exp Clin Pharmacol.** 7:617-621.
- Dandu, A.M. and Inamdar, N.M. 2009. "Evaluation of beneficial effects of antioxidant properties of aqueous leaf extract of *Andrographis paniculata* in STZ-induced diabetes." **Pak. J. Pharm.Sci.** 22(1):49-52.
- Deng, W.L. 1985. "Pharmacological Studies on thirteen kinds of injections from *Andrographis paniculata* : Antipyretic, anti-inflammatory effects and toxicity." **Chung Yau Tung Pao.** 10 :38-42.
- Gauthier, R. 2002. "Intestinal Health, the Key to Productivity." [Online]. Available : http://www.jefo.ca/pdf/intestinal_Health.pdf.
- Husen, R., Pihie, A.H. and Nallappan, M. 2004. "Screening for antihyperglycaemic activity in several local herbs of Malaysia." **J. Ethnopharmacol.** 95(2-3):205-8.
- Kumar, R.A., Sridevi, K., Kumar, N.V., Nanduri, S. and Rajagopal, S. 2004. "Anticancer and immunostimulatory compounds from *Andrographis paniculata*." **J. Ethnopharmacol.** 92(2-3): 291-5.
- Leelarasamee, A., Trakulsomboon, S. and Sittisomwong, N. 1990. "Undetectable anti-bacterial activity of *Andrographis paniculata* (Burma) Wall. ex Nees." **J Med Assoc Thai ;** 731(6) : 299-304.
- Mason, J. R. and Clark, L. 2000. **The Chemical Senses in Birds.** Pennsylvania : Academic Press.
- Sheeja, K., Shihab, P.K. and Kuttan, G. 2006. "Antioxidant and anti-inflammatory activities of the plant *Andrographis paniculata* Nees." **Immunopharmacol. Immunotoxicol.** 28(1):129-40.
- Singha, P.K., Roy, S. and Dey, S. 2007. "Protective activity of andrographolide and arabinogalactan proteins from *Andrographis paniculata* Nees." against ethanol-induced toxicity in mice. **J. Ethnopharmacol.** 111(1):13-21.

Thamlikitkul V, Dechatiwongse T, Theerapong S, Chantrakul C, Boonroj P and Punkrut W. 1991.

“Efficacy of *Andrographis paniculata*, Nees for pharyngotonsillitis in adults.” **J Med Assoc Thai.** 74(10):437-42.

Visen, P.K., Shukla, B., Patnaik, G.K. and Dhawan, B.N. 1993. “Andrographolide protects rat hepatocytes against paracetamol-induced damage.” **J. Ethnopharmacol.** 40(2):131-6.

Yoopan, N., Thisoda, P., Rangkadilok, N., Sahasitawat, S., Pholphana, N., Ruchirawat, S. and Satayavivad J. 2007. “Cardiovascular effects of 14-deoxy-11,12-didehydro-andrographolide and *Andrographis paniculata* extracts.” **Planta Med.** 73(6):503-11.

ตารางภาคผนวกที่ 1 สูตรอาหารไก่ไข่ที่ใช้ทดลองและปริมาณโภชนะในอาหาร

	T1	T2	T3	T4	T5
วัตถุดิบ (กิโลกรัม)					
ข้าวโพด	45.18	45.18	45.18	45.18	45.18
รำละเอียด	20	20	20	20	20
กากถั่วเหลือง	22.47	22.47	22.47	22.47	22.47
ปลาป่น	4	4	4	4	4
เกลือแกง	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
น้ำมันถั่วเหลือง	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DCP 18%	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-Met	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
พรีมิกซ์ไก่ไข่	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
เปลือกหอย	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
ผงฟ้าทะลายโจร	0	0.1	0.3	0.5	0.7
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ราคา (บาท/กก.)	10.18	10.33	10.63	10.93	11.23
ปริมาณโภชนะจากการคำนวณ (%)					
โปรตีน	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
พลังงาน (Kcal/kg.)	2767.81	2767.81	2767.81	2767.81	2767.81
ไขมัน	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76
เยื่อใย	3.76	3.76	3.76	3.76	3.76
ความชื้น	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08
แคลเซียม	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71
ฟอสฟอรัสใช้ได้	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
เมไทโอนีน+ซิสทีน	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางคัศรียา มะลิวัลย์
วัน เดือน ปีเกิด	28 พฤษภาคม 2517 ที่กรุงเทพฯ
ที่อยู่	109/193 หมู่บ้านพุกงา 51 ซ.ฉลองกรุง 53 แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
ประวัติการศึกษา	2539 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ.2539	เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลด้านภาษีอากร สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพฯ
พ.ศ.2539-2540	นักวิทยาศาสตร์ 3 ภาควิชาสัตววิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ
พ.ศ.2540-2543	อาจารย์ประจำคณะวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีโสธร
ปัจจุบัน	ครูชำนาญการ ประจำแผนกวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี- ฉะเชิงเทรา และศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ