152448

การใช้กากตะกอนนมแห้งผสมในอาหารนกกระทาเนื้อ

นโยบาย ทองเย็น

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
2550

การใช้กากตะกอนนมแห้งผสมในอาหารนกกระทาเนื้อ

นโยบาย ทองเย็น

คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ..... ประธานกรรมการ
(ดร. ธวัชชัย ศุภดิษฐ์)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ..... กรรมการ
(ดร. สมพจน์ กรรณนุช)

อาจารย์ ..... กรรมการ
(นครินทร์ พริบไหว)

รองศาสตราจารย์ ..... คณบดี
(ดร. สากล จริยวิทยานนท์)

วันที่ 19 เดือน ก.ย. พ.ศ. 2550

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	การใช้กากตะกอนนมแห้งผสมในอาหารนกกระทาเนื้อ
ชื่อผู้เขียน	นายนไขบาย ทองเย็น
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
ปีการศึกษา	2549

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้กากตะกอนนมแห้งทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารนกกระทาเนื้อ โดยใช้นกกระทาเนื้ออายุ 33 วัน จำนวน 400 ตัว ได้รับอาหารที่แตกต่างกันตามสูตรอาหารที่ผสมด้วยกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยอาหารที่ผสมด้วยกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 เป็นกลุ่มควบคุม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completly Randomized Design: CRD) รวมระยะเวลาศึกษา 42 วัน ผลการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพการผลิตของนกกระทาเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งทั้ง 5 สูตร มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 75 วัน แตกต่างกัน ($P < 0.05$) เท่ากับ 161.05, 156.40, 153.95, 150.10 และ 143.95 ตามลำดับ น้ำหนักเพิ่มต่อตัวแตกต่างกัน ($P < 0.05$) เท่ากับ 11.05, 6.40, 3.95, 0.10 และ (-6.05) ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันแตกต่างกัน ($P < 0.05$) เท่ากับ 0.26, 0.15, 0.09, 0.01 และ (-0.14) ตามลำดับ ปริมาณอาหารที่นกกระทากินเฉลี่ยต่อตัวต่อวันเท่ากับ 17.75 กรัม ซึ่งให้เท่ากันทุกสูตรจึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) อัตราการตายไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ลักษณะซากหลังจากฆ่าและชำแหละซากนกกระทาเนื้อ พบว่า ร้อยละขนและเลือด ร้อยละเครื่องในรวม ร้อยละหัวใจ ร้อยละตับ ร้อยละกึ๋น ร้อยละหัว และร้อยละซากไม่รวมหัว ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ลักษณะซากสัดส่วนที่กินได้เปรียบเทียบกับน้ำหนักซากเย็น มีน้ำหนักซากเย็น ร้อยละสัดส่วนปีก ร้อยละสัดส่วนน่องและสะโพก ร้อยละสัดส่วนเนื้ออกและเนื้อสันนอก ร้อยละสัดส่วนหน้าแข้งและเท้า และร้อยละสัดส่วนกระดูกซี่โครง ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ซึ่งการใช้กากตะกอนนมแห้งทดแทนแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารนกกระทาเนื้อไม่มีผลต่อลักษณะซากของนกกระทาเนื้อ คุณภาพซากนกกระทาเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง มีค่า pH ที่ 24 ชั่วโมง แตกต่างกัน ($P < 0.05$) เท่ากับ 5.64, 5.70, 5.58, 5.59 และ 5.60 ตามลำดับ ค่างานที่ได้จากแรงตัดเฉือน แตกต่างกัน ($P < 0.05$) เท่ากับ 101.74, 104.84, 99.13, 108.50 และ 136.36

ตามลำดับ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการปรุงให้สุกอุณหภูมิกลางใจเนื้อ 70 องศาเซลเซียส 5 นาที แตกต่างกัน ($P < 0.05$) เท่ากับ 29.55, 27.67, 30.65, 30.17 และ 30.76 ตามลำดับ แต่มีค่า pH ที่ 45 นาที ค่าแรงตัดเฉือนสูงสุด ค่าความสว่างของสี (L*) ค่าแกนของสีเขียวไปถึงสีแดง (a*) ค่าแกนของสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง (b*) ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำโดยการแขวน ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำโดยการแช่แข็งที่ 0 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำโดยการละลายน้ำแข็งที่ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำทั้งหมด ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ส่วนปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท แคดเมียม และตะกั่ว ในกากตะกอนนมที่นำมาทดลอง และอาหารทดลองที่ผสมด้วยกากตะกอนนมทั้ง 5 สูตร มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของ Association of America Feed Control Officials Incorporate สรุปได้ว่า การใช้กากตะกอนนมแห้งผสมในอาหารนกกระทาเนื้อมีความเป็นไปได้ ในการที่จะนำมาทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารนกกระทาเนื้อ แต่ต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสม

ABSTRACT

Title of Thesis	Utilizing Dried Milky Sludge in Diet for Fattening Coturnix Quail
Author	Mr. Nayobai Thongyen
Degree	Master of Science (Environmental Management)
Year	2006

This investigation was aimed to study using dried milky sludge as a protein source of diet for fattening coturnix quail. The four hundreds of fattening coturnix quail aged 33 days were fed different diets mixed with dried milky sludge 0, 5, 10, 15 and 20 percent, respectively. The 0 percent dried milky sludge was employed as a control group. The completely randomized design with 42 days of the study period was used in the experiment. The results were illustrated that the efficiency of coturnix quail production based final weights (75 days of being investigated) fed with five varied diets were 161.05, 156.40, 153.95, 150.10 and 143.95, respectively with significant P value lesser than 0.05. Increasing weights of each coturnix quail ($P < 0.05$) were 11.05, 6.40, 3.95, 0.10 and -6.05, and average daily gains were 0.26, 0.15, 0.09, 0.01 and -0.14 and were significant difference ($P < 0.05$). The average daily feed intake/head was 17.75 grams. Additionally, it was found that the death rates were not significant difference with P value more than 0.05. The characteristics of carcass were found that the percentage of feature and blood, entrails, heart, liver, gizzard, head and carcass excluded a head were not significant difference demonstrated by P value > 0.05. The characteristics of eatable and cool carcass were compared. It can be concluded that cool carcass's weight, percentage of wing, percentage of calf and hip, percentage of chest meat, percentage of shank and foot and percentage of skeletal bone were not significant difference ($P > 0.05$). Hence, using dried milky sludge as a protein source for fattening coturnix quail was not affected to the characteristics of carcass. The carcass quality after feeding with experimented diets studied by pH values at 24 hours were 5.64, 5.70, 5.58, 5.59 and 5.60, respectively ($P < 0.05$). Shear forces ($P < 0.05$) were found at 101.74, 104.83, 99.13, 108.50 and

136.36, respectively. The values of water holding adjusted by 70 Celsius degrees for 5 minutes were 29.55, 27.67, 30.65, 30.17 and 30.76, respectively. On the other hand these values demonstrated indifferently ($P > 0.05$) include pH at 45 minutes, maximum shear force value, color brightness (L*), green – to – red factor, blue – to – yellow factor (b*), water holding ability using hanging technique and freezing at 0 Celsius degree for 24 hours means, melting technique at 4 Celsius degree for 24 hours and total water holding capability. Further more the amount of heavy metals in milky sludge and five varied diets including mercury, cadmium and lead remained under the standard of the Association of America Feed Control Officials Incorporate. Conclusively, using appropriate dried milky sludge mixed in diet to replace other protein sources for fattening coturnix quail could be a possibility.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากหน่วยงานและบุคคลหลายท่านที่ได้ให้ความกรุณา

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพจน์ กรรณนุช และอาจารย์ นครินทร์ พริบไหว กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณารับเป็นกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์และให้คำปรึกษาที่ดี จนสามารถจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม ทุกท่าน ที่ได้กรุณาถ่ายทอดวิชาความรู้ต่าง ๆ แก่ผู้เขียน และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการศึกษา และช่วยประสานงานระหว่างการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร และเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการทดสอบ สถาบันอาหาร และหน่วยเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหิดล ทุกท่าน ที่ได้กรุณาอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ร่วมหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) ทุกท่าน สำหรับมิตรภาพอันดีต่อกัน รวมทั้งความช่วยเหลือตลอดหลักสูตรการศึกษา

ขอขอบคุณ คุณมโนธรรม คุณนิภา คุณยองใย คุณสุนีย์ คุณกิตติรัตน์ คุณอรประภา ภุมมะกาญจนะ คุณสุปราณี อุดสุภา และ คุณรัฐยาวดี ผิวขาว ที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ผู้เขียนเสมอมา และขอขอบพระคุณ คุณสุทธิภูมิ สวาดพันธ์ คุณจัน คุณอำพล และคุณสมชาย ที่ช่วยสนับสนุนสถานที่ทำการวิจัย และให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อวีระ คุณแม่วิไล ทองเย็น ผู้มีพระอุปการะคุณต่อผู้เขียนที่ได้มอบโอกาสในการศึกษา ความรักความห่วงใย และให้กำลังใจแก่ผู้เขียนมาโดยตลอด ด้วยความเคารพรักอย่างสูง

นโยบาย ทองเย็น

ธันวาคม 2549

สารบัญ 152448

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(14)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 กรอบแนวคิดในการศึกษา	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.4 สมมติฐานของการศึกษา	3
1.5 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.7 นิยามศัพท์	4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	7
2.1 การเลี้ยงนกกระทาญี่ปุ่นในเมืองไทย	7
2.2 การฆ่าและชำแหละสัตว์ปีก	10
2.3 คุณภาพซาก	12
2.4 กระบวนการผลิตนม	14
2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา	19
3.1 การเตรียมกากตะกอนนมแห้ง	19
3.2 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของกากตะกอนนมแห้ง	19
3.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน	20
3.4 สัตว์ทดลอง อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	20
3.5 การบันทึกข้อมูล	24
3.6 การวิเคราะห์ทางเคมี	27
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	27
3.8 ระยะเวลาและสถานที่ที่ใช้ในการศึกษา	28
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะและปริมาณกรดอะมิโนในกากตะกอนนมแห้ง	29
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะในสูตรอาหารทดลอง	31
4.3 ประสิทธิภาพการผลิตนกกระทาเนื้อ	32
4.4 ลักษณะซาก	34
4.5 คุณภาพซาก	38
บทที่ 5 อภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ	42
5.1 อภิปรายผลการทดลอง	42
5.2 สรุปผลการทดลอง	49
5.3 ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	51
ภาคผนวก	54
ภาคผนวก ก การคำนวณค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงนกกระทา	55
ภาคผนวก ข แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการลี้ยงนกกระทาทดลอง	58
ภาคผนวก ค ภาพถ่ายกระบวนการศึกษาวิจัย	60
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	70
ประวัติผู้เขียน	99

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและน้ำหนักตัวของนกกระทา	9
2.2	ความต้องการโภชนะของนกกระทาพันธุ์ญี่ปุ่น	9
3.1	สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง	22
4.1	ส่วนประกอบทางโภชนะของกากตะกอนนมแห้ง และแหล่งโปรตีนคุณภาพดี	29
4.2	ปริมาณกรดอะมิโนต่าง ๆ ในกากตะกอนนมแห้ง เปรียบเทียบกับหางนมผง ปลาป่น และกากถั่วเหลือง	30
4.3	โภชนะในอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งทั้ง 5 สูตร ที่ใช้ในการทดลอง	31
4.4	ปริมาณตะกั่วที่สะสมในอาหารทดลองและนกกระทา	32
4.5	ประสิทธิภาพการผลิตนกกระทาเนื้อที่เลี้ยงด้วยกากตะกอนนมในระดับต่างกัน	34
4.6	ผลการวิเคราะห์ลักษณะซากหลังจากฆ่าและชำแหละซาก	36
4.7	ผลการวิเคราะห์ลักษณะซากจากสัดส่วนที่กินได้	37
4.8	ผลการวิเคราะห์คุณภาพซาก	41
5.1	กรดอะมิโนที่ประกอบอยู่ในวัตถุดิบที่ต้องการทดสอบกับอาหารมาตรฐาน ที่มีคุณภาพโปรตีนสูง	45
ง1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง อายุ 75 วันของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20	71
ง2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ของค่าน้ำหนักเพิ่มต่อตัวของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20	72
ง3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20	73

ง4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละขนและเลือดของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 74

ง5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละเครื่องในรวมของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 75

ง6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละหัวใจของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 76

ง7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละตับของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 77

ง8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละกึ๋นของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 78

ง9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละหัวของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 79

ง10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละซากไม่รวมหัวของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 80

ง11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าน้ำหนักซากเย็นของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 81

ง12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนปีกของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 82

ง13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนน่องและสะโพกของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 83

ง14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนเนื้อหน้าอกและเนื้อสันอกของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 84

ง15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนหน้าแข้งและเท้าของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 85

ง16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนกระดูกซี่โครงของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 86

ง17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า pH ที่ 45 นาทีของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 87

ง18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า pH ที่ 24 ชั่วโมงของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 88

ง19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าแรงตัดเฉือนสูงสุดของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 89

ง20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่างานที่ได้จากแรงตัดเฉือนของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 90

ง21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสว่างของสี (L*) ของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 91

ง22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าแกนของสีเขียวไปถึงสีแดง (a*) ของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 92

ง23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าแกนของสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง (b*) ของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 93

ง24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำโดยการแขวนของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 94

ง25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ. โดยการแช่แข็งที่ 0 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมงของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 95

ง26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการละลายน้ำแข็งที่ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมงของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 96

ง27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการปรุงให้สุกอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 องศาเซลเซียส 5 นาที ของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 97

ง28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ทั้งหมดของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 98

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการผลิตนมชนิดน้ำ	15
3.1	แผนผังการทดลองเพื่อศึกษาผลของการใช้กากตะกอนนมแห้งในอาหารนกกระทาเนื้อ	21
3.2	วิธีการชำแหละซาก	24
ค1	ภาพการจัดเตรียมกรงเลี้ยงนกและโรงเรือน	61
ค2	ภาพภายในโรงเรือนและการจัดวางกรงเลี้ยงนก	62
ค3	ภาพการตากตะกอนนม	63
ค4	ภาพการจัดเตรียมอาหารทดลองที่เลี้ยงนก	64
ค5	ภาพบริเวณที่นำขึ้นกมาใช้ประโยชน์โดยทำเป็นปุ๋ยและอาหารสัตว์น้ำ	65
ค6	ภาพการถอนขนการตรวจวัดค่า pH และชำแหละซาก	66
ค7	ภาพการชั่งน้ำหนักซากนก	67
ค8	ภาพการชำแหละซากและชั่งน้ำหนักซาก	68
ค9	ภาพเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	69

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

น้ำนมเป็นอาหารที่มีคุณภาพสูง อุดมไปด้วยโภชนะที่จำเป็นต่อร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง โปรตีนที่เรียกว่า เคซีน (Casein) และน้ำตาลแล็กโทส (Lactose) ซึ่งพบในน้ำนมเท่านั้น น้ำนมให้คุณประโยชน์ในการพัฒนาร่างกายและสมองของมนุษย์ หากได้รับอย่างเพียงพอตั้งแต่เยาว์วัย จะส่งผลให้เด็กมีการพัฒนาเป็นเยาวชนที่เป็นกำลังของชาติที่ดีในอนาคต

น้ำนมประกอบไปด้วยโปรตีนที่เรียกว่า เคซีน (Casein) โกลบุลิน (Globulin) อัลบูมิน (Albumin) และประกอบด้วยกรดอะมิโน (Amino Acid) อีก 19 ชนิด ซึ่งมีความสำคัญในการสร้างเนื้อเยื่อ เลือด และกระดูก น้ำนมประกอบด้วยแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม โปตัสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส คลอไรด์ เหล็ก ทองแดง และไอโอดีน ในน้ำนมจะมีวิตามินเอ บี – 1 บี – 2 บี – 6 บี – 12 บีรวม ซี อี และ ดี – 3 ซึ่งวิตามินซี และดี – 3 สามารถป้องกันการเกิดโรคลักปิดลักเปิด โรคผิวหนัง โรคลำไส้ และโรคฟันพุ น้ำตาลแล็กโทสในน้ำนมเมื่อถูกย่อยแล้วได้กลูโคส (Glucose) และกาแล็กโทส (Galactose) ซึ่งกาแล็กโทสนี้เป็นส่วนประกอบของซีรีโบรไซด์ (Cerebroside) พบมากในเยื่อหุ้มสมอง และเยื่อหุ้มประสาท ดังนั้น กาแล็กโทสจึงเป็นส่วนช่วยในการพัฒนาและเจริญเติบโตของสมองในวัยทารกและเด็ก นอกจากนี้ น้ำนมยังมีไขมันที่เรียกว่าไขมันเนย แต่มีเพียงร้อยละ 3.5 – 4 เท่านั้น เมื่อเทียบกับอาหารประเภทอื่น เช่น ขนมปัง หรือเนื้อสัตว์ ดังนั้น การดื่มน้ำนมจึงไม่ทำให้อ้วน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2527: 1 – 15)

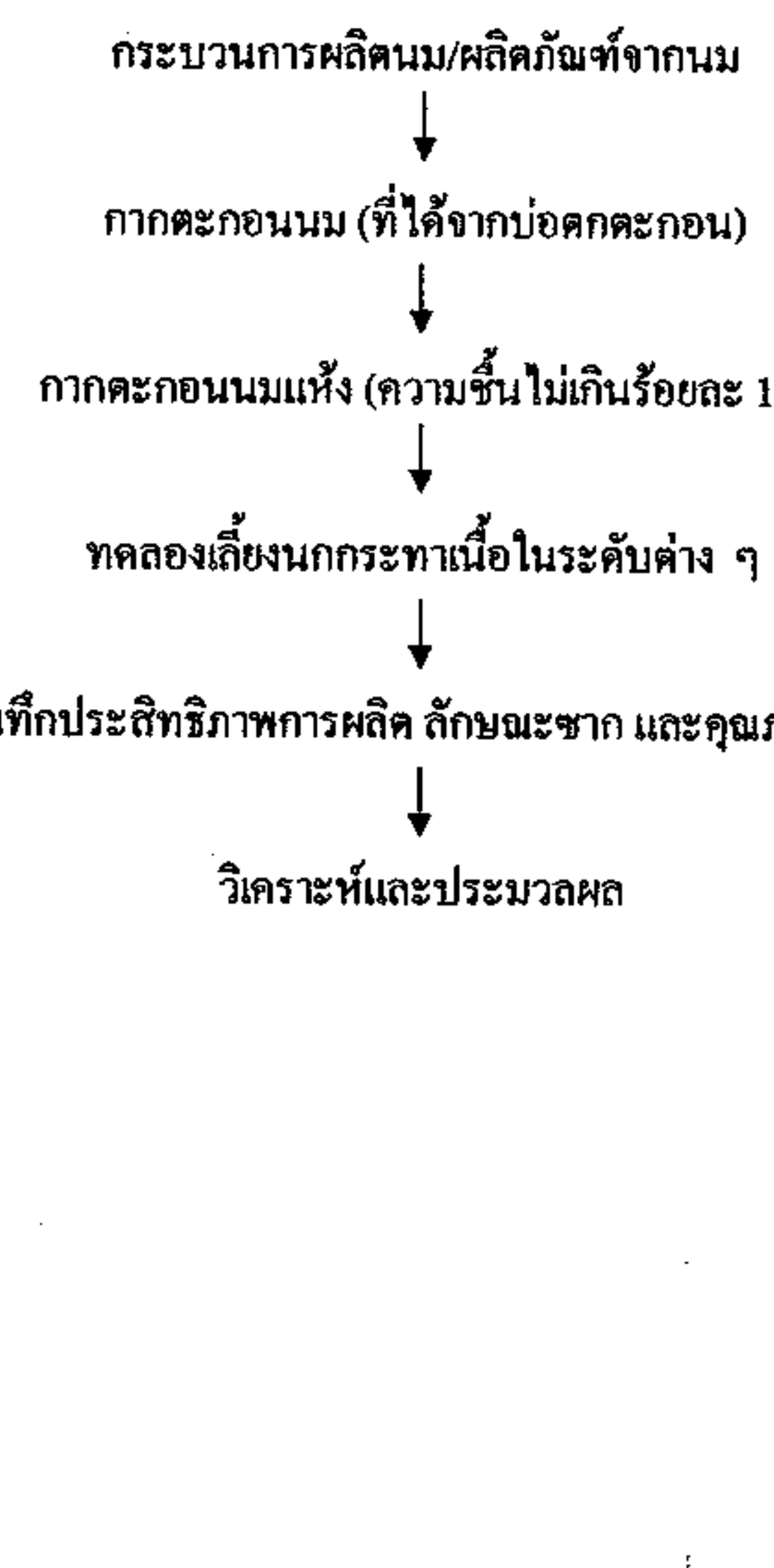
จะเห็นว่าน้ำนมมีความสำคัญต่อการเสริมสร้างสุขภาพร่างกายของมนุษย์ จึงทำให้มีผู้ให้ความสนใจบริโภคกันมากขึ้น ส่งผลให้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตนม รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำนมเป็นส่วนประกอบเกิดขึ้นมากในปัจจุบัน แต่ผลที่ตามมา คือ ปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตนมเกิดขึ้นจำนวนมากเป็นเงาตามตัว และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำนมนั้นย่อมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ขณะเดียวกันประเทศไทยได้พัฒนาการเลี้ยงนกกระทาเพิ่มมากขึ้น จากเดิมเลี้ยงนกกระทาไว้เพื่อความสวยงามซึ่งเป็นการเลี้ยงในกรง แต่หลังจากที่มีการพัฒนาสายพันธุ์ และนำสายพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจมาเลี้ยง ทำให้เกษตรกรหลายรายเลี้ยงเพื่อจำหน่ายสายพันธุ์ จำหน่ายไข่ และจำหน่ายเนื้อนกกระทา เป็นต้น

ดังนั้น แนวทางที่จะลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นม คือ การนำกากตะกอนนมไปใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำกากตะกอนนมมาทดแทนแหล่งโปรตีนเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ ซึ่งถ้าหากสามารถนำกากตะกอนนมมาทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ อาทิ นกกระทา ได้ก็จะเป็นประโยชน์ในการลดต้นทุนการผลิตสัตว์ และเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร รวมทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากตะกอนนมของบริษัทผู้ผลิตนมต่าง ๆ ได้

1.2 กรอบแนวคิดในการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาการใช้กากตะกอนนมความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 ทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารนกกระทาเนื้อ โดยมีกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้



1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ศึกษาปริมาณกากตะกอนนมทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารนกกระทาเนื้อ โดยพิจารณาจาก

1.3.1 ประสิทธิภาพการผลิตนกกระทาเนื้อ ได้แก่ น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการตาย

1.3.2 ลักษณะซาก ได้แก่ ร้อยละของชิ้นส่วนต่าง ๆ ของนกกระทาเทียบกับน้ำหนักมีชีวิต และร้อยละชิ้นส่วนต่าง ๆ เทียบกับน้ำหนักซากเย็น

1.3.3 คุณภาพซาก ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ค่าแรงตัดเฉือนสูงสุด (Max Shear' s Force) ค่างานที่ได้จากแรงตัดเฉือน (Work of Shear' s Force) ค่าสีของเนื้อ (Color) และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Water Holding Capacity)

1.4 สมมติฐานของการศึกษา

กากตะกอนนมสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนแหล่งโปรตีนจากแหล่งวัตถุดิบอื่น ๆ ในอาหารนกกระทาเนื้อ โดยให้ประสิทธิภาพการผลิต ลักษณะซาก และคุณภาพซากไม่แตกต่างจากอาหารที่ใช้แหล่งวัตถุดิบปกติ อาทิ กากถั่วเหลือง

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

1.5.1 กากตะกอนนมที่ใช้ในการทดลองเกิดจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมของ บริษัท เนสท์เล่ ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด จากโรงงานนวนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

1.5.2 วัตถุดิบแหล่งโปรตีนและแหล่งพลังงานอื่นที่นำมาผสมกับกากตะกอนนม จัดซื้อมาจากร้านจำหน่ายวัตถุดิบอาหารสัตว์ท้องถิ่น โดยคำนวณสูตรอาหารให้ทุกสูตรมีโปรตีนร้อยละ 22 และพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม เท่ากัน โดยใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารสำเร็จรูป Feed Live Program

1.5.3 นกกระทาที่ใช้ในการทดลองเป็นนกกระทารุ่นเพศผู้ พันธุ์ญี่ปุ่น อายุ 33 วันจนถึงอายุ 75 วัน รวมระยะเวลาการทดลอง 42 วัน

1.5.4 กรงนกกระทา มีขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร × ยาว 45 เซนติเมตร × สูง 20 เซนติเมตร พร้อมถาดรองรับมูลใต้กรงนก โดยกรงสูงจากพื้นโรงเรือนประมาณ 30 เซนติเมตร จำนวน 20 กรง แต่ละกรงบรรจุนกกระทา 20 ตัว

1.5.5 สถานที่ทำการทดลอง ใช้โรงเรือนทดลองที่สร้างขึ้นภายในพื้นที่ของเกษตรกร อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี

1.5.6 การเก็บข้อมูล ประกอบด้วย ประสิทธิภาพการผลิต ลักษณะซาก (Carcass Characteristics) คุณภาพซาก (Carcass Quality) และต้นทุนการบำบัดกากตะกอนนมเป็นวัตถุดิบอาหาร

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 กากตะกอนที่เกิดจากกระบวนการการผลิตของผลิตภัณฑ์นมสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ และเป็นการลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต โดยการนำมาใช้เป็นแหล่งทดแทนโปรตีนในอาหารนกกระทาเนื้อ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของกากตะกอนนมให้สูงขึ้น

1.6.2 สามารถลดต้นทุนวัตถุดิบอาหารแหล่งโปรตีน ได้แก่ ปลาป่น และกากถั่วเหลือง ที่ต้องนำเข้าจากประเทศคู่แข่งส่งออกผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก เช่น จีน อินเดีย อาร์เจนตินา และสหรัฐอเมริกา

1.6.3 ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการบำบัดกากตะกอนนมในบ่อบำบัด

1.7 นิยามศัพท์

1.7.1 กากตะกอนนม หมายถึง กากตะกอนที่เกิดจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์นม โดยเกิดจากการทำความสะอาดท่อส่งนม แล้วน้ำล้างเหล่านั้นถูกนำมาตกตะกอนที่บ่อตกตะกอน ซึ่งกากตะกอนที่ถูกตกตะกอนออกมาจะเรียกว่า กากตะกอนนม ซึ่งนำมาจากบริษัท เนสท์เล่ ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด (โรงงานนวนคร) แล้วจึงนำมาตากให้แห้งโดยแสงแดดให้เหลือความชื้นประมาณร้อยละ 14

1.7.2 นกกระทาเนื้อ หมายถึง นกกระทาเพศผู้ที่ได้จากคัดแยกเพศออกจากนกเพศเมีย ในช่วงอายุ 3 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน

1.7.3 นกกระทาพันธุ์ญี่ปุ่น หมายถึง นกกระทาพันธุ์ที่มีการพัฒนาสายพันธุ์ที่ประเทศญี่ปุ่น เป็นนกที่นิยมเลี้ยงกันมากที่สุดในกลุ่มของเกษตรกร เพราะให้ไข่ดก และโตเร็ว มีความแข็งแรงและทนทานต่อโรคสูง

1.7.4 น้ำหนักเพิ่ม (Weight Gain) หมายถึง น้ำหนักตัวของนกกระทาที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง คำนวณได้จากสูตร

น้ำหนักสุดท้าย – น้ำหนักเริ่มต้นเลี้ยง

1.7.5 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย/ตัว/วัน (Average Daily Gain: ADG) หมายถึง น้ำหนักตัวนกกระทาที่เพิ่มขึ้นเป็นกรัมต่อนก 1 ตัว ต่อการเลี้ยง 1 วัน (อาวุธ ตันโช, 2538: 72) คำนวณได้จากสูตร

$$\frac{\text{ปริมาณน้ำหนักของนกที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกรง}}{\text{จำนวนนกกระทาในแต่ละกรง (ตัว)} \times \text{จำนวนวัน}}$$

1.7.6 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย/ตัว/วัน (Feed Intake/Head/Day) หมายถึง ปริมาณอาหารที่นกกระทากินเข้าไปเป็นกรัมต่อนก 1 ตัว ต่อการเลี้ยง 1 วัน คำนวณได้จากสูตร

$$\frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละกรง (กรัม) ทั้งหมด}}{\text{จำนวนนกในแต่ละกรง (ตัว)} \times \text{จำนวนวัน}}$$

1.7.7 อัตราการตาย (Mortality Rate) หมายถึง จำนวนนกกระทาที่ตายหรือถูกคัดออกตั้งแต่วันเริ่มต้นเลี้ยงจนถึงวันที่สิ้นสุดการเลี้ยง เปรียบเทียบกับจำนวนนกกระทาเมื่อวันที่เริ่มต้นเลี้ยง คำนวณได้จากสูตร

$$\frac{\text{จำนวนนกที่ตาย}}{\text{จำนวนนกที่เลี้ยงในแต่ละทรีทเมนต์}} \times 100$$

1.7.8 ลักษณะซาก (Carcass Characteristics) หมายถึง ร้อยละของน้ำหนักลักษณะที่ศึกษาจากซากนกกระทาต่อน้ำหนักมีชีวิตของนกกระทาเนื้อ เช่น ร้อยละสัดส่วนปีก ร้อยละสัดส่วนน่องและสะโพก ร้อยละสัดส่วนเนื้อหน้าอกและเนื้อสันอก ร้อยละสัดส่วนหน้าแข้งและเท้า และร้อยละสัดส่วนกระดูกซี่โครง

1.7.9 คุณภาพซาก (Carcass Quality) หมายถึง ลักษณะร่วมกันทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สี ลักษณะของเนื้อแดงและไขมันที่แห้งแข็งไม่นุ่มเยิ้ม หรือหมายถึงความละเอียดของโครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อ และคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ร้อยละโปรตีน ไขมัน ความชื้น และวิตามินต่าง ๆ ที่ได้จากเนื้อ ซึ่งคุณภาพซากย่อมส่งผลให้ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค

1.7.10 ต้นทุนการบำบัดกากตะกอนนมเป็นวัตถุดิบอาหาร หมายถึง ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ใช้ในการบำบัดกากตะกอนนมเป็นวัตถุดิบอาหาร ได้แก่ ค่าขนส่งและค่าแรงงานในการตากกากตะกอนนมให้แห้ง

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 การเลี้ยงนกกระทาญี่ปุ่นในเมืองไทย

เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2490 – 2498 คุณรวม สง่าเมือง เป็นบุคคลแรกที่สั่งพันธุ์นกกระทามาจากประเทศญี่ปุ่นมาเลี้ยงในประเทศไทย (อภิชัย รัตนวราหะ, 2541: 1) นกกระทาญี่ปุ่นมีขนาดรูปร่าง และสีสันคล้ายนกคุ่มและนกกระทาพื้นเมืองมาก มีขนาดตัวเท่ากับกำปั้น ขนลายสีน้ำตาลเข้ม ตัวเมียจะมีขนสีเทาด้านล่าง และมีขนที่คอสีดำหรือคล้ำ ส่วนตัวผู้จะมีขนสีแดงบริเวณด้านล่างของลำตัว ซึ่งสังเกตเห็นได้ชัดเมื่อนกกระทาอายุ 30 วัน จึงสามารถแยกเพศออกจากกันได้ง่าย นกกระทาสายพันธุ์ญี่ปุ่นเป็นสายพันธุ์ที่ได้รับคัดเลือกให้ไข่ดก และไข่นกกระทาสามารถนำมาประกอบอาหารแทนไข่ไก่ได้เป็นอย่างดี ส่วนเนื้อนกกระทาทั้งเพศผู้และเพศเมียที่ถูกคัดออกจากนกไข่ก็สามารถนำมาใช้เป็นอาหารได้เช่นกัน นอกจากนี้ นกกระทายังสามารถใช้ประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น การผ่าตัดช่องท้อง (Laparotomy) การผ่าตัดประสาท (Vagotomy) การผ่าตัดลำไส้ใหญ่ (Colostomy) การผ่าตัดต่อมพิททุยทารี่ (Hypophysectomy) เป็นต้น นกเหล่านี้หลังการผ่าตัดจะฟื้นตัวเร็วกว่าสัตว์ชนิดอื่น ๆ จึงนับว่านกกระทาชนิดนี้นอกจากจะให้ไข่ เนื้อ เป็นอาหารแล้ว ยังให้ร่างกายที่มีคุณค่าอย่างมหาศาลต่อการศึกษาด้านต่าง ๆ แก่มนุษยชาติอีกด้วย และในปัจจุบันพบว่านกกระทานั้นเลี้ยงง่าย และมีการเจริญเติบโตดี ให้ไข่เร็วและไข่ดก ไม่มีโรคระบาดกวนใช้พื้นที่การเลี้ยงต่อตัวน้อย จึงเท่ากับการเลี้ยงนกกระทาเป็นอีกอาชีพหนึ่งที่มีอนาคตแจ่มใสมาก (บวรศักดิ์ หัสดิน ณ อยุธยา, ม.ป.ป.: 1 – 4)

นกกระทาเนื้อ คือ นกกระทารุ่นเพศผู้ที่คัดแยกเพศออกจากนกกระทาเพศเมีย ในช่วงอายุ 3 – 4 สัปดาห์ แล้วนำมาเลี้ยงให้มีน้ำหนักเพิ่มและสะสมกล้ามเนื้อมากขึ้น นกกระทาเหล่านั้นจะนำมาเลี้ยงในกรง ๆ ละประมาณ 15 – 20 ตัว มีวิธีการปฏิบัติดูแล ดังนี้ (ไชยา อุ้ยสูงเนิน, 2541: 14 – 35)

โรงเรือนเลี้ยงนกกระทา นกกระทาเป็นสัตว์ที่ตกใจง่าย ดังนั้น ลักษณะของโรงเรือนสำหรับเลี้ยงนกกระทาโดยทั่วไปนั้น ควรจัดวางรูปแบบให้สะดวกต่อการเข้าไปปฏิบัติการเลี้ยงดู การรักษาความสะอาด ปลอดภัยจากอันตรายและศัตรู โรงเรือนต้องมีการระบายอากาศที่ดี ถ้าการระบายอากาศไม่ดีจะทำให้สะสมแอมโมเนียภายในโรงเรือน และเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อนัยน์ตา

การให้น้ำ ควรมีน้ำสะอาดให้นกกินได้ตลอดเวลาตามความต้องการ อาจใช้อุปกรณ์การให้น้ำที่เป็นรางน้ำสังกะสีหรือพลาสติกเช่นเดียวกับรางน้ำไก่

การให้อาหาร ต้องให้อาหารที่มีโภชนะเหมาะสมกับประเภทของนก ควรใช้อาหารลูกไก่งวงที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 28 หรือจะให้อาหารไก่กระทง เลี้ยงก็ได้ หรืออาจจะผสมอาหารเองโดยใช้วัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่น (National Research Council, 1994: 44) อาหารควรใส่ให้เพียงพอในรางอาหาร แต่อย่าให้มากกว่าครึ่งของความลึกของรางอาหารนั้น เพราะนกจะคุ้ยเขี่ยอาหารเรี่ยราดได้

การให้แสงสว่าง เพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตของนกกระทาให้เร็วขึ้น การให้แสงสว่างเพิ่มจากธรรมชาติจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เลี้ยง แต่โดยทั่วไปจะให้แสงสว่างเพิ่ม 2 – 3 ชั่วโมง ในช่วงเวลากลางคืน

การจำหน่าย ระยะเวลาในการเลี้ยงนับตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนกระทั่งจำหน่ายนั้น จะใช้เวลาในการเลี้ยงประมาณ 35 – 40 วัน ก็จะได้นกเนื้อที่มีขนาดที่สามารถจำหน่ายได้

นกกระทาที่โตเต็มที่จะกินอาหารวันละ 14 – 18 กรัม ปริมาณการให้อาหารนกกระทาอาจแตกต่างกันบ้าง สำหรับนกเล็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 4 สัปดาห์ มีน้ำหนักประมาณ 90 กรัม (ตารางที่ 2.1) ปริมาณอาหารที่ให้กินสะสมประมาณตัวละ 220 – 230 กรัม (ตารางที่ 2.2) แต่หากนับตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 6 สัปดาห์ มีน้ำหนักประมาณ 160 กรัม ปริมาณอาหารที่ให้กินสะสมประมาณตัวละ 500 กรัม

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและน้ำหนักตัวของนกกระทา

อายุ	น้ำหนัก (กรัม)
แรกเกิด	7.65
2 สัปดาห์	41.12
4 สัปดาห์	91.11
6 สัปดาห์	160.32
1 ปี	174.84

แหล่งที่มา: สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, 2530: 93.

ตารางที่ 2.2 ความต้องการโภชนะของนกกระทาพันธุ์ญี่ปุ่น

อายุ (สัปดาห์)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อตัวต่อวัน)	ปริมาณอาหารที่กินสะสม (กรัมต่อตัว)
0 – 1	3.86	27.02
1 – 2	7.09	76.65
2 – 3	9.40	142.45
3 – 4	12.26	228.27
4 – 5	16.23	341.88
5 – 6	17.06	461.30
6 – 7	16.36	575.82
7 – 8	17.13	695.73

แหล่งที่มา: วีระพงษ์ ดันธชา, 2524: 18.

การจัดการสุขาภิบาลเพื่อการป้องกันโรคของนกกระทา มีดังนี้ (ไชยา อุ้ยสูงเนิน, 2541: 52 – 55)

1. ไม่ควรเลี้ยงนกกระทาใกล้กับการเลี้ยงสัตว์ปีกชนิดอื่น เพราะนกกระทาเป็นโรคต่าง ๆ เช่นเดียวกันกับสัตว์ปีก

2. เมื่อนำนกกระทาเข้ามาเลี้ยงใหม่ ควรแยกเลี้ยงเพื่อสังเกตอาการผิดปกติ เมื่อแน่ใจว่าปลอดโรค จึงเลี้ยงรวมกับนกกระทาที่เลี้ยงไว้

3. กรงนกและอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องทำความสะอาด และควรใช้น้ำยาฆ่าเชื้อโรคร่วมด้วย

4. ป้องกันอันตรายจากนก หนู แมว และสุนัข

5. หากมีนกตาย ควรรีบฝังทันที แต่ถ้าหากมีนกตายด้วยลักษณะอาการคล้ายคลึงกันในช่วงเวลาเดียวกันจำนวนมาก ให้ติดต่อปศุสัตว์โดยเร็ว เพื่อตรวจวินิจฉัยหาทางป้องกันโรคต่อไป

อาการนกกระทาที่เป็นโรค ได้แก่ กินอาหารลดลง นกโตช้าลง และแสดงอาการเป็นโรคให้เห็นอย่างชัดเจน เช่น ไอ จาม น้ำมูกไหล น้ำตาไหล ตาบวม อุจจาระเหลว อาการเป็นอัมพาต และมีอัตราการตายสูงกว่าปกติ

2.2 การฆ่าและชำแหละสัตว์ปีก

การฆ่าสัตว์ปีก อาทิ นกกระทา สามารถทำได้หลายวิธี แต่มีวัตถุประสงค์เดียวกัน คือ ซากที่ได้จะต้องสวยงามเป็นที่ต้องการของตลาด ซึ่งตามหลักสากลมีวิธีการฆ่าสัตว์ปีก ดังนี้ (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529: 95 – 99; สัญชัย จตุรสิทธา, 2534: 107 – 111, 2547: 80 – 82)

1. การอดอาหาร (Fasting) จำเป็นต้องให้มีการอดอาหารก่อนทำการฆ่าเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีเพียงน้ำสะอาดให้กินเท่านั้น ทำให้ระบบย่อยอาหารสามารถย่อยอาหารที่ยังค้างอยู่ในระบบทางเดินอาหาร และขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย ช่วยลดปริมาณการติดเชื้อจุลินทรีย์ที่มาจากเศษอาหารและอุจจาระ และลดความเครียดให้กับสัตว์

2. ชั่งน้ำหนักมีชีวิต (Live Weight) ทำการชั่งน้ำหนักหลังจากให้สัตว์อดอาหารมาแล้ว

3. การฆ่า (Killing) มีวิธีดำเนินการ 3 แบบ คือ

3.1 การตัดหัว (Deheading) ใช้มีดคม ๆ ตัดหัวออก เป็นวิธีที่ไม่นิยม เพราะเลือดออกน้อย และซากดูไม่สวยงาม

3.2 การเชือดคอ (Bleeding) ใช้มีดตัดเส้นเลือดคำใหญ่ (Jugular Vein) โดยไม่ปาดถูกหลอดลม ซึ่งใช้กันแพร่หลายในโรงเชือดไก่ โดยหัวและคอยังติดอยู่กับตัวไก่ไปจนถึงการเอาอวัยวะภายในออก ซึ่งจะทำให้เลือดออก และซากยังดูสวยงามมากกว่าวิธีแรก

3.3 การทำให้สลบแล้วเชือด (Dry Picking) โดยการใช้มีดโค้งปลายแหลมแทงเข้าส่วนท้ายของสมอง (Medulla Oblongata) เพื่อให้สลบ จากนั้นปาดเส้นเลือดดำใหญ่ (Jugular Vein) ซึ่งวิธีนี้มีผลต่อการถอนขน เพราะสมองที่ควบคุมกล้ามเนื้อคลายตัวจึงง่ายต่อการถอนขน จุดประสงค์ของการทำให้สลบ เพื่อต้องการทำให้สัตว์หมดสติ ขาดการรับรู้ และไม่เป็นการทารุณกรรมสัตว์

4. การลวกน้ำร้อน (Scalding) อุณหภูมิที่เหมาะแก่การลวก คือ 105 – 109 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 65 – 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 – 3 นาที ซึ่งการลวกน้ำร้อนมีความสำคัญมาก และมีผลต่อการถอนขน

5. การถอนขน (Plucking) อาจถอนโดยการใช้มือ หรือเข้าเครื่องถอนขนที่มีลักษณะเป็นยางคล้ายนิ้วมือ เมื่อผ่านเครื่องถอนขน นกจะถูกถอนออกจนหมด

6. การชุบขี้ผึ้ง (Waxing) ซากสัตว์จะผ่านไปยังถังบรรจุขี้ผึ้งเหลว หลังจากนั้นนำไปแช่ในถังน้ำเย็นทันที จากนั้นใช้มือแกะเอาขี้ผึ้งออก จะทำให้ขนอ่อนติดออกมาด้วย

7. การเอาอวัยวะภายในออก (Evisceration) และล้างทำความสะอาดซาก

8. การแช่เย็น (Chilling) นำซากเข้าห้องเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการตัดแต่งซาก

การตัดแต่งซาก มีกระบวนการดังนี้ (สัญชัย จตุรสิทธา, 2543: 143, 2547: 93)

1. ขาและสะโพก (Leg and Thigh) ใช้มีดตัดแยกส่วนของขา และสะโพกออกจากลำตัวตามแนวกระดูก จากนั้นแบ่งส่วนของขาและสะโพกออกจากกันตามแนวต่อของกระดูก

2. ปีก (Wing) ใช้มีดเซาะรอยต่อกระดูก เอาปีกออกจากลำตัว

3. ลำตัว (Body) แบ่งส่วนของลำตัวเป็น 2 ส่วนตามแนวขวาง จะได้ลำตัวส่วนบน (Upper Body) และลำตัวส่วนล่าง (Lower Body)

4. เนื้ออก (Breast) แบ่งลำตัวส่วนบน (Upper Body) ออกเป็นอก 2 ส่วน ตามกึ่งกลางของอก

ซึ่งการตัดแต่งตามหลักสากลจะประกอบด้วยชิ้นส่วน ดังนี้

1. ขา (Leg or Drum Stick) 2 ชิ้น
2. สะโพก (Thigh) 2 ชิ้น
3. ปีก (Wing) 2 ชิ้น
4. เนื้ออก (Breast) 2 ชิ้น
5. ลำตัว (Body) 1 ชิ้น

2.3 คุณภาพซาก

คุณภาพซาก (Carcass Quality) เป็นคุณสมบัติที่บ่งบอกในเชิงปริมาณที่มีผลต่อคุณค่าทางเศรษฐกิจ ส่งผลให้ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้แก่ ความน่ารับประทานเนื้อสัตว์ (สัญชัย จตุรสิทธา, 2534: 92, 2547: 103)

ความน่ารับประทานเป็นการรู้สึกสัมผัสของมนุษย์เอง ซึ่งถึงแม้ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะก้าวหน้าไปมาก แต่ก็ไม่มีเครื่องมือใด ๆ แยกแยะความน่ารับประทานออกได้ชัดเจนไปกว่าประสาทสัมผัสของมนุษย์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าบริษัทที่ผลิตอาหารและเครื่องดื่มต่าง ๆ จะต้องมีทีมงานหรือหน่วยงานตรวจชิมไว้สำหรับทดสอบรสชาดทุกครั้งก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด

ลักษณะที่น่ารับประทานของเนื้อสัตว์ หมายถึง ลักษณะที่จูงใจผู้บริโภค และผู้ประกอบการการผลิตอาหารประเภทเนื้อ หรือผู้ซื้อ ซึ่งนำเนื้อสัตว์ไปเพื่อบริโภค หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย ซึ่งลักษณะที่มีผลต่อความน่ารับประทานของเนื้อสัตว์ มีดังนี้ (ชัยณรงค์ ตันธพนิต, 2529: 156 – 169; ลักขณา รุจนะไกรกานต์, 2533: 150 – 174; สัญชัย จตุรสิทธา, 2547: 117 – 130)

1. ความนุ่มของเนื้อ (Tenderness) เป็นลักษณะที่แสดงถึงความน่ารับประทานของเนื้อ นอกจากจะวัดได้โดยการตรวจชิมแล้ว ยังสามารถวัดได้ด้วยเครื่อง Warner Blatzler Shear หรือ Instron เพื่อวัดแรงตัดผ่านเนื้อ ซึ่งผลที่ได้จะสอดคล้องกับการตรวจชิมเสมอ องค์ประกอบในเนื้อที่มีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดความนุ่มมี 3 ส่วน คือ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ถ้ากล้ามเนื้อมัดใดมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมาก กล้ามเนื้อมัดนั้นจะมีความนุ่มต่ำ เพราะดัชนีของความนุ่ม คือ ปริมาณคอลลาเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่จะมีความนุ่มต่ำกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็กกว่า และไขมันที่มีในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ หรือไขมันแทรก นั้น ทำให้เนื้อนุ่มมากขึ้น เนื่องจากไขมันเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นขณะเคี้ยวเนื้อ ทำให้เกิดความชุ่มฉ่ำภายในปากและทำให้มีความรู้สึกว่าเนื้อนุ่มขึ้น โดยปัจจัยที่ระบุถึงความนุ่มของเนื้อในช่วงการเคี้ยว มีดังนี้

1.1 ความรู้สึกนิ่มนวลต่อลิ้นและแก้ม ซึ่งเป็นความรู้สึกที่เป็นผลมาจากประสาทสัมผัสของเนื้อที่แก้มและลิ้น ซึ่งมีหลายระดับตั้งแต่อ่อนนิ่มไปจนถึงเหนียวแข็งกระด้างคล้ายไม้

1.2 ลักษณะต่อต้านแรงกดของฟัน เป็นความรู้สึกที่เกิดจากฟันบดเคี้ยวเนื้อในปาก ซึ่งหากเนื้อมีแรงต้านต่อฟันน้อยก็จะเคี้ยวง่าย แต่ถ้ามีแรงต้านมากก็ยากที่ฟันจะกัดบดลงไปบนเนื้อ

1.3 ความง่ายต่อการแยกออกเป็นส่วน ๆ คือ การที่ฟันสามารถที่จะกัดผ่านเส้นใยกล้ามเนื้อลงไปได้ ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อฉีกขาดง่ายขึ้น

1.4 ลักษณะเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ หรือขุยละเอียด ซึ่งเกิดจากเนื้อที่ถูกบดเคี้ยวและสามารถรับความรู้สึกได้จากลิ้นและแก้ม

1.5 ลักษณะที่เชื่อมต่อกัน เป็นผลมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อที่เข้าไปใกล้กัน ซึ่งเกิดจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ห่อหุ้มเส้นใยกล้ามเนื้อนั่นเอง

1.6 ส่วนที่เหลือจากการเคี้ยว สามารถอธิบายได้ว่ามีส่วนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเหลืออยู่ภายหลังจากเนื้อเยื่อส่วนอื่นถูกเคี้ยวบดไปหมดแล้ว

2. ความชุ่มฉ่ำ (Juiciness) เป็นผลมาจากการที่กล้ามเนื้อมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity: WHC) ทำให้น้ำในเนื้อช่วยหล่อลื่นขณะทำการเคี้ยวก่อนที่จะกลืนเข้าไป นอกจากนี้ ยังช่วยกระตุ้นต่อมน้ำลายให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความรู้สึกชุ่มคอ

ความชุ่มฉ่ำหรือความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ คือ ความสามารถของเนื้อที่จะคงไว้ซึ่งจำนวนน้ำให้เกือบเท่าหรือเท่าเดิมได้ ถึงแม้จะมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น การตัด การบด การให้ความร้อน และการอัด ความสามารถในการอุ้มน้ำของกล้ามเนื้อมีผลกระทบโดยตรงต่อการลดน้ำหนัก (Shrinkage) ของเนื้อในระหว่างการเก็บรักษาไว้ ถ้าเนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำจะสูญเสียความชื้นสูงจึงทำให้น้ำหนักลดลงไปมากกว่าเนื้อที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง

การเก็บรักษาเนื้อ (Storage) หรือการผ่านกระบวนการผลิต (Processing) โดยวิธีใด ๆ ก็ตาม อาจจะทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งรวมไปถึงการขนส่ง การเก็บรักษา การบ่มเนื้อ การบดเนื้อ การทำเค็ม (Salting) การหมัก (Curing) การบรรจุกระป๋อง (Canning) การทำให้เนื้อสุก (Cooking) การแช่แข็งและละลายน้ำแข็งจากเนื้อ (Freezing and Thawing) หรือการทำให้แห้ง (Drying) เป็นต้น

ความสามารถในการอุ้มน้ำ มีวิธีการวัดได้หลายแบบ เช่น วิธีให้น้ำซึมออก (Passive Drip Loss Method) วิธีการกดหรือการใช้แรง (Press/Force Method) หรือการดูดในหลอดแคปปิลารี (Capillary Suction Method) ในการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการแขวน (Hanging) ซึ่งเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ทำให้น้ำซึมออก (สัญชัย จตุรสิทธา, 2543: 81 – 85)

3. รสชาด และกลิ่น (Taste and Flavour) เป็นสิ่งที่ควบคู่กันเสมอ การรับรสชาดของมนุษย์ มนุษย์จะมีตุ่มรับรส สามารถแยกรสชาดต่าง ๆ ได้ 4 ชนิด คือ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว และรสขม ส่วนการรับรู้กลิ่นเกิดจากสารเคมีระเหยขึ้นมาที่จมูก และผ่านไปยังปลายประสาทรับรู้กลิ่น ซึ่งรสชาด และกลิ่นของเนื้อสัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีรสชาดน่ารับประทาน และมีกลิ่นหอมกว่าเนื้อที่ได้จากสัตว์อายุมาก

4. สีของเนื้อ (Color) เป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสนใจ เพราะสามารถบอกได้ว่า เนื้อนั้นเป็นที่ยอมรับในการนำมาบริโภคหรือไม่ เนื้อสัตว์ปีกที่ดีควรจะมีสีเทาขาวถึงแดงหม่น (Gray White

to Dull Red) เครื่องมือที่ใช้วัดสีจะใช้เครื่อง Minolta CR – 300 Colorimeter ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะของช่องว่างในภาพสามมิติ หรือของแข็งที่สีเข้าไปเกี่ยวข้อง (Mehaffey et al., 2006: 902 – 908) การอธิบายสีของเนื้อมักอยู่ในรูป CIRLAB หรือ L* a* b* โดยที่

L* หมายถึง ความสว่างของสี

a* หมายถึง แกนของสีเขียวไปถึงสีแดง

b* หมายถึง แกนของสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง

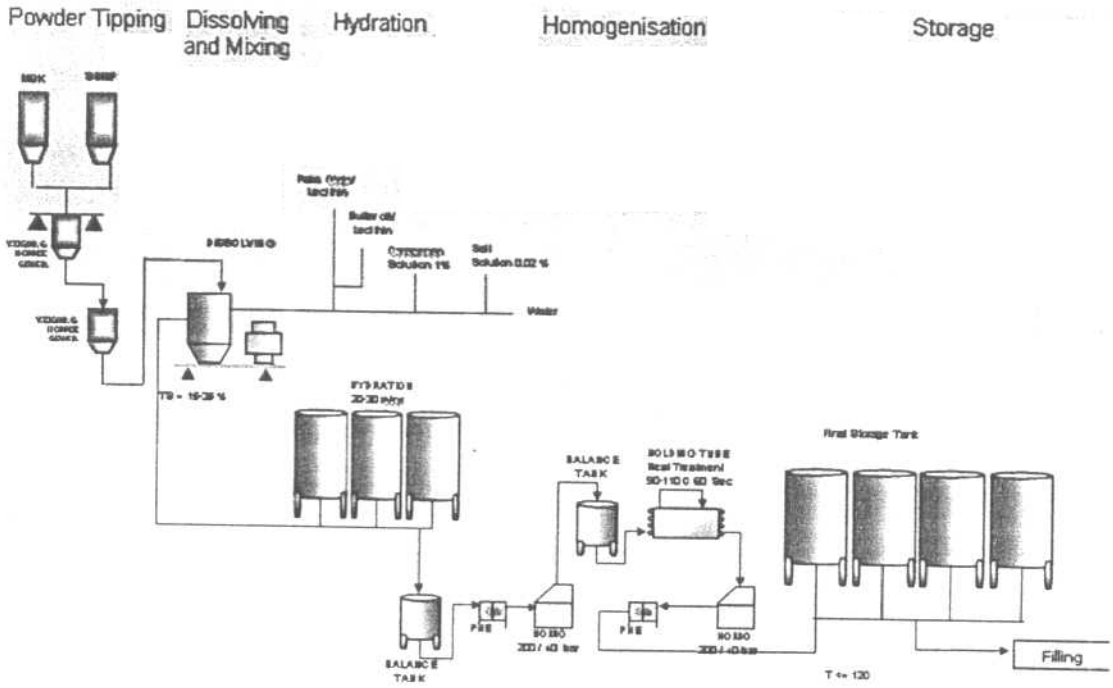
สารสี (Pigment) ในเนื้อประกอบไปด้วยโปรตีน 2 ชนิด คือ ฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) เป็นสารสีในเลือด และไมโอโกลบิน (Myoglobin) เป็นสารสีในกล้ามเนื้อ ซึ่งถ้าเนื้อมีสีเข้มมาก แสดงว่าในเนื้อมีปริมาณไมโอโกลบินมากตามไปด้วย

5. ขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle Fiber) เป็นสิ่งที่ผู้บริโภคสามารถสังเกตเห็นได้ และยังใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงความแตกต่างระหว่างชนิดของเนื้อสัตว์ได้ และยังพบว่าขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อมีผลต่อความนุ่มและเหนียวของเนื้อ ซึ่งเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่กว่าจะแสดงให้เห็นว่าสัตว์มีอายุมาก และสัตว์เพศผู้จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของเซลล์กล้ามเนื้อใหญ่กว่าเพศเมียส่งผลทำให้เนื้อมีความเหนียวมากกว่าเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็กกว่า

ทั้งนี้ การวัดค่า pH (Muscle pH) สามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของเนื้อได้ โดยใช้เครื่องมือวัด โดยค่า pH < 5.8 จะใช้เป็นค่าวิกฤตที่ส่งผลให้เกิด PSE เป็นคำย่อมาจาก Pale, Soft and Exudative หมายถึง เนื้อที่มีลักษณะสีซีด เหลว และไม่คงรูป มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ต่ำ จึงทำให้มีน้ำซึมเยิ้มออกมาบนผิวเนื้อ แต่ถ้าค่า pH > 6 จะเกี่ยวข้องกับสภาวะการเกิด DFD เป็นคำย่อมาจาก Dark, Firm and Dry หมายถึง เนื้อที่มีลักษณะสีคล้ำ แข็ง และแห้ง เพราะน้ำที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อนั้นจะถูกจับไว้อย่างเหนียวแน่นเกือบทั้งหมด ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะของเนื้อที่ด้อยคุณภาพ

2.4 กระบวนการผลิตนม

บริษัท เนสท์เล่ ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมนวนนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ซึ่งประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับการผลิตนมผง ผลิตกาแฟกระป๋อง และผลิตนมข้นหวาน จากกระบวนการผลิตดังกล่าวจะต้องมีการจัดการด้านระบบการบำบัดน้ำเสียที่ดี เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2.1 กระบวนการผลิตนมชนิดน้ำ

แหล่งที่มา: บริษัท เนสท์เล่ ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2549.

กระบวนการผลิตนมชนิดน้ำ มีลำดับขั้นตอนโดยเริ่มจาก ขั้นตอนที่ 1 กระบวนการ Powder Tipping เป็นกระบวนการนำนมชนิดผงบรรจุเข้าสู่ไซโลเพื่อเตรียมที่จะนำมาผสมกับน้ำ ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการ Dissolving and Mixing เป็นกระบวนการนำนมชนิดผงมาผสมกับน้ำ รวมไปถึงตัวประสาน และส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น น้ำมัน วิตามิน แคลเซียม และปริมาณสารอาหารเสริมต่าง ๆ ขั้นตอนที่ 3 กระบวนการ Hydration เป็นกระบวนการ ทำให้นมกับน้ำ และส่วนผสมต่าง ๆ ที่ผสมกันที่กระบวนการ Dissolving and Mixing ให้มีการผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีการเติมสารเร่งปฏิกิริยาลงไปยังกระบวนการนี้ด้วย ขั้นตอนที่ 4 กระบวนการ Homogenization เป็นกระบวนการที่ทำให้นมกับน้ำผสมกันอย่างสมบูรณ์ รวมทั้งเป็นกระบวนการที่ให้ความร้อนแก่น้ำนมเพื่อเป็นการเพิ่มอายุของนมให้สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น และขั้นตอนที่ 5 กระบวนการ Storage เป็นกระบวนการสุดท้ายของกระบวนการผลิตนม จะเป็นการเก็บนมที่ผ่านกระบวนการ Homogenization มาพักไว้ที่ไซโลเพื่อเตรียมพร้อมที่จะบรรจุลงกล่องเพื่อเตรียมนำออกมาจำหน่ายแก่ผู้บริโภคในที่สุด

สำหรับสารแขวนลอยที่ถูกกำจัดออกจากน้ำเสียระหว่างการตกตะกอน จะถูกรวบรวมเพื่อบำบัด และนำไปกำจัดต่อไป เรียกว่า ตะกอนจุลินทรีย์ หรือกากตะกอน (Sludge) ลักษณะทางกายภาพของกากตะกอนจะอยู่ในรูปกึ่งแข็งกึ่งเหลว (Semi Solid) มีลักษณะคล้ายดินเหนียว มีสี

น้ำตาลเข้มจนถึงดำ เมื่ออยู่ในรูปที่ไม่คงตัวจะมีกลิ่นเหม็น ส่วนประกอบของกากตะกอนสามารถแยกออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. ธาตุอาหารพืช ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม) จุลธาตุอาหารพืช (เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี) และธาตุอาหารอื่น ๆ

2. สารโลหะหนัก สารอินทรีย์เคมี จุลินทรีย์ และหนอนพยาธิต่าง ๆ

โดยทั่วไป องค์ประกอบส่วนใหญ่ของกากตะกอนจะอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและปศุสัตว์ เพราะมีปริมาณธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ แต่ควรมีการพิจารณาถึงปริมาณโลหะหนักในกากตะกอน ก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อให้เกิดความมั่นใจ และเกิดความปลอดภัยจากการสะสมของโลหะหนักทั้งในดิน พืช และสัตว์

ทั้งนี้ ตะกอนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียต้องมีการบำบัดขั้นต้นก่อนที่จะนำไปกำจัดต่อไป โดยการขจัดน้ำออกจากตะกอน เพื่อลดปริมาณตะกอน และทำให้ตะกอนมีความคงตัว ไม่ก่อให้เกิดสิ่งรบกวนหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ รวมทั้งการลดปริมาณตะกอนจะทำให้ต้นทุนในการขนส่งกากตะกอนลดลงด้วย

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุรัตน์ชัย เตียงนิล (2536: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการปรับปรุงโภชนะของกากเมล็ดลินสีดในอาหารนกกระทาระยะรุ่นและไก่กระทง โดยทำการศึกษาการลดพิษไฮโดรไซยาไนด์ (HCN) ด้วยวิธีการต้มซึ่งให้ผลดีที่สุด หลังจากนั้นจึงนำกากเมล็ดลินสีดที่ผ่านการต้มไปประกอบสูตรอาหารสำหรับใช้ในการทดลอง ผลปรากฏว่า สามารถใช้กากเมล็ดลินสีดในอาหารนกกระทาระดับร้อยละ 7 หรือเทียบเท่ากับทดแทนกากถั่วเหลืองระดับร้อยละ 15 โดยไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิต ได้แก่ น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร นอกจากนี้ พบว่ากากเมล็ดลินสีดต้ม สามารถใช้ในอาหารนกกระทาระดับร้อยละ 22 หรือเทียบเท่ากับการทดแทนกากถั่วเหลืองระดับร้อยละ 50 โดยไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตแต่อย่างใด แต่ถ้าใช้ในระดับร้อยละ 33 หรือเทียบเท่ากับทดแทนกากถั่วเหลืองระดับร้อยละ 75 ควรเสริมด้วยเมทไธโอนีนระดับร้อยละ 0.20 ร่วมกับไวตามินบี 6 ที่ระดับ 16 พีพีเอ็ม โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตด้อยลง

สมกิจ อนะวัชกุล (2532: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับนกกระทาโดยศึกษาหาระดับที่เหมาะสมในการใช้ใบกระถินแช่น้ำในสูตรอาหารนกกระทาเล็ก ผลปรากฏว่า ลูกนกกระทาคละเพศเลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมใบกระถินแช่น้ำในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ในสูตรอาหาร

จะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 8.84, 8.94, 8.53, 7.61 และ 7.32 กรัมต่อวันตามลำดับ ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน เท่ากับ 20.57, 21.82, 22.67, 22.35 และ 22.17 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และมีอัตราการแลกเปลี่ยนอาหาร เท่ากับ 2.05, 2.18, 2.40, 2.62 และ 2.71 ตามลำดับ

ชุมนุม ภูนิคม (2531: บทคัดย่อ) ได้ทำการทดลองใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารนกกระทารุ่น โดยใช้สูตรอาหารในการทดลองดังนี้ สูตรที่ 1 เป็นสูตรเปรียบเทียบใช้ข้าวโพด ปลาป่น และกากถั่วเหลือง เป็นวัตถุดิบหลัก สูตรที่ 2 เป็นสูตรอาหารที่ใช้มันเส้น ปลาป่น และกากถั่วเหลือง เป็นวัตถุดิบหลัก สูตรที่ 3, 4, 5 และ 6 เป็นสูตรอาหารที่ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนข้าวโพดในสูตรเปรียบเทียบร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ในสูตรอาหาร ตามลำดับ นกกระทาที่ใช้ในการทดลองอายุ 2 – 6 สัปดาห์ ผลการทดลอง ปรากฏว่า นกกระทาที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ปริมาณอาหารที่กินไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน ($P < 0.01$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารมีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) ต้นทุนที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$)

อรทัย ไตรวุฒานนท์ (2536: บทคัดย่อ) ได้ทำการทดลองปรับสูตรอาหารนกกระทาที่เหมาะสมกับการเลี้ยงนกกระทาญี่ปุ่นระดับเกษตรกรรายย่อย โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้อาหารนกกระทาผสมเองกับอาหารไก่เล็ก เพิ่มโปรตีนด้วยแหล่งโปรตีนชนิดต่าง ๆ ให้มีโปรตีนร้อยละ 28 และ 24 ในอาหารนกกระทาเล็กและนกกระทาไข่ ตามลำดับ ปรากฏว่า นกกระทาระยะเล็กและนกกระทาระยะไข่ ผลที่ได้ไม่แตกต่างกัน ส่วนนกกระทาขุน นกกระทาทุกกลุ่มให้ผลไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

การทดลองที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยลดระดับโปรตีนเป็นโปรตีนร้อยละ 24 และ 23 ในระยะนกกระทาเล็กและนกกระทาไข่ ตามลำดับ และในทั้ง 2 การทดลอง พบว่า ระดับโปรตีนในการทดลองที่ 2 เพียงพอกับนกกระทาทั้งในระยะเจริญเติบโตและการให้ไข่ และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ

นวรัตน์ พรสวัสดิ์ชัย (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาหาระดับที่เหมาะสมในการใช้กากส่าเหล้าแห้งผสมในอาหารนกกระทาเนื้อ โดยใช้อาหารทดลองที่ผสมกากส่าเหล้าแห้งที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ผลการทดลอง ปรากฏว่า นกกระทาเพศผู้ที่ได้รับอาหารทดลองทุกสูตรมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน อัตราการแลกเปลี่ยนอาหาร อัตราการตาย และคุณภาพซาก ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และน้ำหนักเครื่องในแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองผสมกากส่าเหล้าแห้งร้อยละ 20 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่ำกว่ากลุ่มอื่น

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นสามารถใช้ผลพลอยได้จากโรงงาน (By Product) เป็นแหล่งวัตถุดิบทดแทนแหล่งพลังงานและโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ ดังนั้น การทดลองนี้จึงใช้กากตะกอนนมแห้งเป็นแหล่งโปรตีน ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารนกกระทาเนื้อ ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 โดยเน้นด้านประสิทธิภาพการผลิต ลักษณะซาก และคุณภาพซากของนกกระทาเนื้อ

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการศึกษา

3.1 การเตรียมกากตะกอนนมแห้ง

กากตะกอนนมที่ใช้ในการทดลอง เป็นของเหลือที่ได้จากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นม ของโรงงาน บริษัท เนสท์เล่ ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด (โรงงานนวนคร) ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี นำมาเตรียมเป็นกากตะกอนแห้งโดยสูบมาจากบ่อตกตะกอนและนำมาตากแห้งโดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ และมีการเกลี่ยพลิกกากตะกอนเป็นระยะ ๆ ระหว่างที่ทำการตาก ซึ่งจะใช้เวลาตากประมาณ 4 – 5 วัน เพื่อให้ได้กากตะกอนแห้งที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 จากนั้นนำกากตะกอนที่ได้มาบดให้มีขนาดเล็กลงและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร

3.2 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของกากตะกอนนมแห้ง

นำกากตะกอนนมแห้งส่งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะที่ฝ่ายบริการทดสอบ สถาบันอาหาร กรุงเทพมหานคร

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ
คาร์โบไฮเดรต	สถอ.T 943 Base on Method of Analysis for Nutrition Labeling 1993, P.8
ความชื้น	สถอ.T 923 Base on AOAC (2000), 930.15
เถ้า	สถอ.T 924 Base on AOAC (1995), 942.05
โปรตีน	สถอ.T 927 Base on AOAC (2000), 991.20
ไขมัน	สถอ.T 966 Base on AOAC (1995), 954.02
กาก	สถอ.T 942 Base on AOAC (2000), 978.10

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน

วิเคราะห์ที่หน่วยเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร

3.4 สัตว์ทดลอง อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.4.1 สัตว์ทดลอง

นกกระทาพันธุ์ญี่ปุ่นเพศผู้ อายุ 33 วัน จำนวน 400 ตัว

3.4.2 วัสดุและอุปกรณ์การเลี้ยงนกกระทา

3.4.2.1 โรงเรือนนกกระทา ขนาดกว้าง 3 เมตร × ยาว 4 เมตร × สูง 2 เมตร หลังคามุงกระเบื้อง พื้นโรงเรือนลาดปูนซีเมนต์

3.4.2.2 กรงเลี้ยงนกกระทา ขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร × ยาว 45 เซนติเมตร × สูง 20 เซนติเมตร พร้อมถาดรองรับมูลนกใต้กรงนก โดยกรงสูงจากพื้นโรงเรือนประมาณ 30 เซนติเมตร จำนวน 20 กรง บรรจุนกกรงละ 20 ตัว

3.4.2.3 หลอดไฟฟ้า ขนาด 60 วัตต์ จำนวน 2 หลอด

3.4.2.4 รางอาหาร

3.4.2.5 รางน้ำ

3.4.2.6 ถังใส่อาหารทดลอง

3.4.2.7 กรงสำหรับชั่งนกกระทา

3.4.2.8 เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 2 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม สำหรับชั่งน้ำหนักนกกระทา และอาหาร

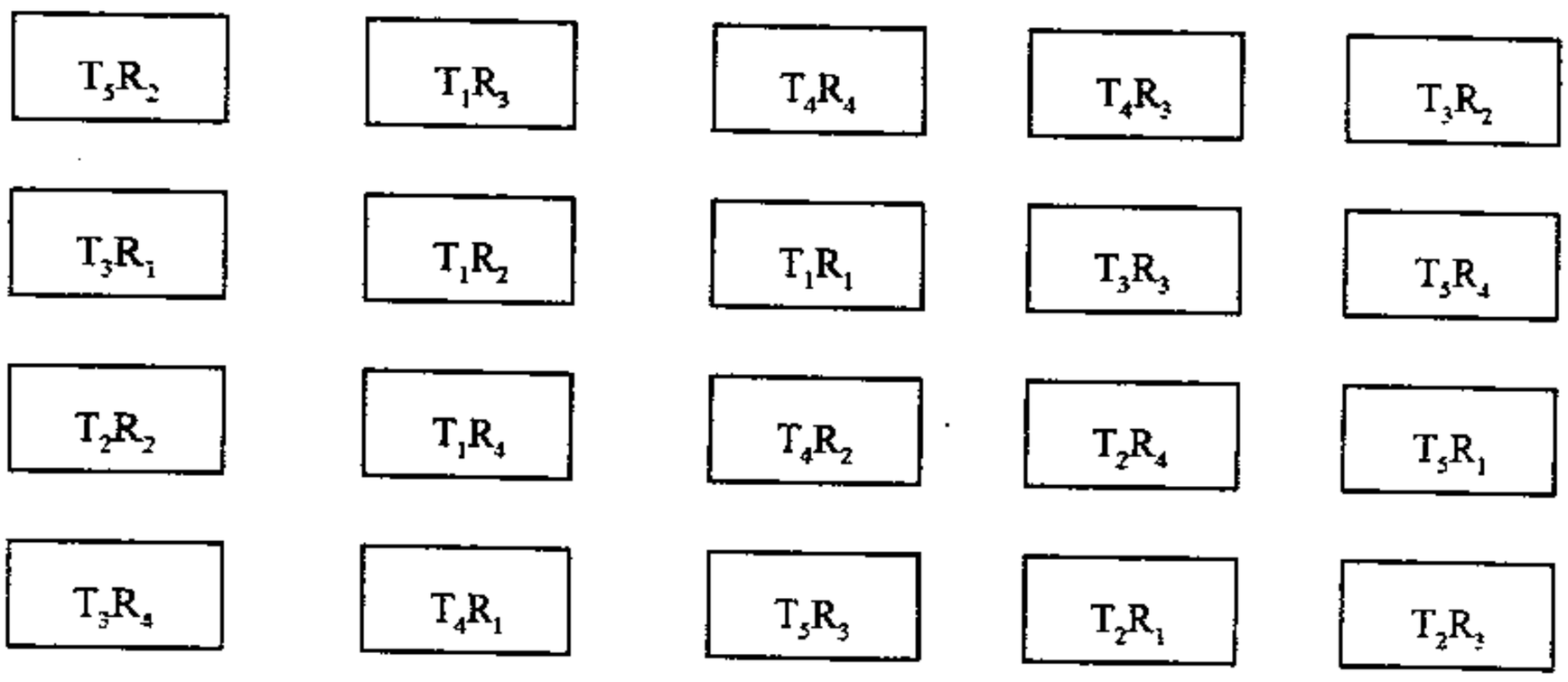
3.4.2.9 วิตามินเสริม และยาปฏิชีวนะ

3.4.3 วิธีการทดลอง

เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้กากตะกอนนมแห้งผสมในอาหารนกกระทาเนื้อ โดยใช้นกกระทาเนื้อพันธุ์ญี่ปุ่นเพศผู้ อายุ 33 วัน จำนวน 400 ตัว โดยผสมอาหารที่ใช้ในการทดลองกับสูตรปกติในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งเป็นสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง ร้อยละ 100 โดยผสมปริมาณอาหาร ดังนี้

อาหารปกติ (ร้อยละ)	อาหารทดลอง (ร้อยละ)
100	0
75	25
50	50
25	75
0	100

ดังนั้น เพื่อให้นกกระทาสามารถปรับตัว และทำความคุ้นเคยกับอาหารสูตรใหม่ก่อน จึงให้เวลาในการปรับตัวของนกกระทา 7 วัน โดยใช้นกกระทาเริ่มต้นที่อายุ 33 วัน ทำการทดลอง และเก็บข้อมูลนกกระทาจนถึงอายุ 75 วัน ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design: CRD) โดยมีการจัดทรีตเมนต์ ดังภาพที่ 3.1



T = จำนวน Treatment R = จำนวนซ้ำ

ภาพที่ 3.1 แผนผังการทดลองเพื่อศึกษาผลของการใช้กากตะกอนนมแห้งในอาหารนกกระทาเนื้อ

โดยนกกระทาแต่ละกลุ่ม จะได้รับอาหารที่แตกต่างกันตามสูตรอาหารที่ผสมด้วยกากตะกอนนมแห้ง รวม 5 สูตร ดังนี้ คือ

กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารที่ไม่ได้ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 เป็นสูตรควบคุม
กลุ่มที่ 2 ได้รับสูตรอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 ของน้ำหนักอาหาร

กลุ่มที่ 3 ได้รับสูตรอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10 ของน้ำหนักอาหาร
กลุ่มที่ 4 ได้รับสูตรอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักอาหาร
กลุ่มที่ 5 ได้รับสูตรอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 ของน้ำหนักอาหาร

สำหรับการให้อาหารนกกระทาจะให้อาหารแบบเต็มที่ และมีน้ำกินตลอดเวลา (*Ad Libitum*) ใช้หลอดไฟขนาด 60 วัตต์จำนวน 2 หลอด เพื่อให้แสงสว่างช่วงเวลากลางคืนเพิ่ม 2 – 3 ชั่วโมง อาหารทดลองจะคำนวณสูตรอาหารโดยใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารสำเร็จรูป Feed Live Program เพื่อให้มีสมดุลทางโภชนะและมีต้นทุนต่ำสุด (Least Cost) ที่ระดับโปรตีนร้อยละ 22 และพลังงาน 2,800 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

ตารางที่ 3.1 สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง

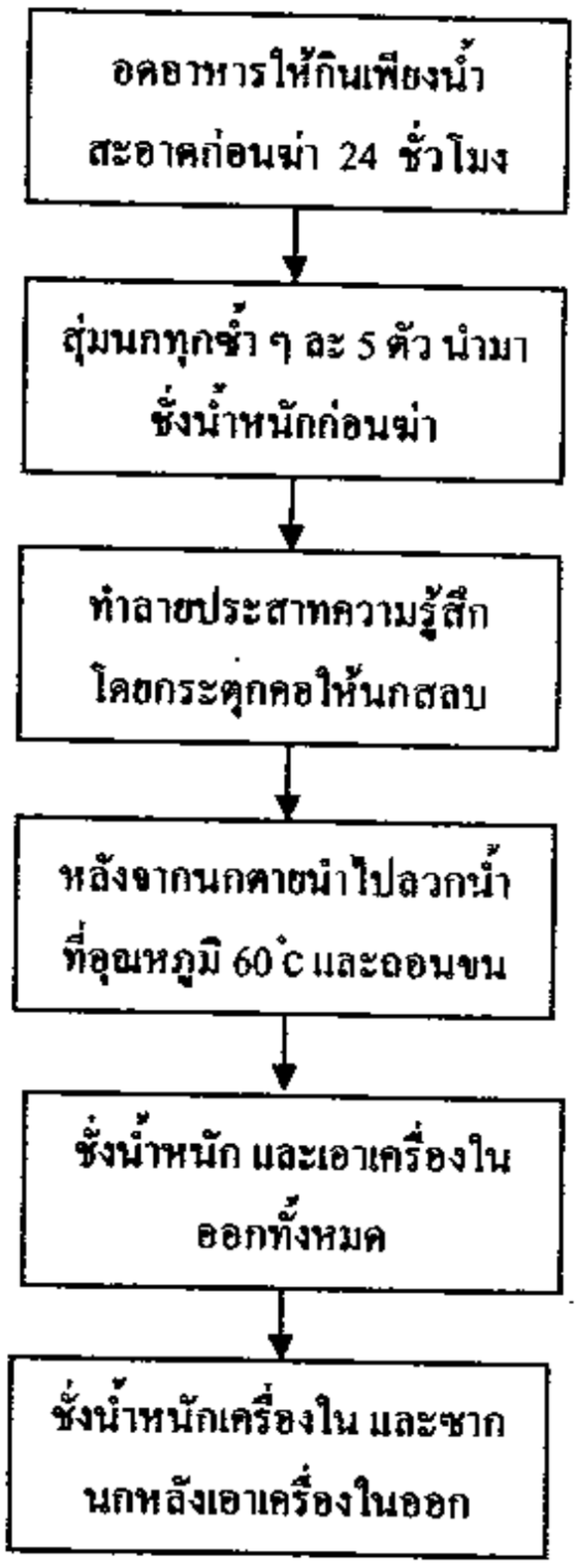
วัตถุดิบ	ร้อยละกากตะกอนนมแห้ง*				
	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4
ข้าวโพด	33.60	30.77	27.94	26.89	26.07
รำละเอียด	25.80	27.79	29.78	30.00	30.00
กากถั่วเหลือง	36.85	32.63	28.41	24.34	20.30
น้ำมันรำ	1.75	1.81	1.88	1.77	1.64
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
เกลือป่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
พรีมิกซ์**	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
กากตะกอนนมแห้ง	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00
คุณค่าทางโภชนะจากการคำนวณ					
พลังงาน (Kcal/Kg)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
โปรตีน	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
เถ้า	4.95	5.68	6.35	6.92	7.47
ไขมัน	7.31	7.63	7.95	7.89	7.78
เยื่อใย	6.00	6.00	6.00	5.88	5.74
ราคา	9.55	8.99	8.43	7.88	7.33

หมายเหตุ: * ราคากากตะกอนนม เท่ากับ 0.50 บาทต่อกิโลกรัม

** พรีมิกซ์ ประกอบด้วย วิตามิน เอ 2,400,000 หน่วยสากล วิตามิน ดี – 3 480,000 หน่วยสากล วิตามิน อี 3,200 หน่วยสากล วิตามิน เค 0.48 กรัม วิตามิน บี – 1 0.20 กรัม วิตามิน บี – 2 0.60 กรัม วิตามิน บี – 6 0.40 กรัม วิตามิน บี – 12 0.004 กรัม กรดแพนโททีนิค 2.4 กรัม กรดนิโคทินิค 3 กรัม สารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์ 0.08 กรัม ทองแดง 36 กรัม แมงกานีส 6 กรัม เหล็ก 22 กรัม สังกะสี 20 กรัม โคบอลต์ 0.1 กรัม ไอโอดีน 0.2 กรัม ซิลิเนียม 0.004 กรัม กรดโฟลิค 0.1 กรัม ไบโอดีน 0.01 กรัม โคลีน 60 กรัม สื่อเติมจนครบ 1 กิโลกรัม

3.4.4 วิธีการชำแหละซาก

เมื่อสิ้นสุดการทดลองจะทำการสุ่มนกกระทาทดลองเพื่อนำมาศึกษาลักษณะซาก โดยการฆ่าและชำแหละ มีวิธีปฏิบัติดังนี้ ก่อนการฆ่า นกจะต้องอดอาหารประมาณ 24 ชั่วโมง ให้เพียงแต่น้ำสะอาดเท่านั้น ทำการสุ่มนกกระทาทุกซ้ำ ๆ ละ 5 ตัว หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักนกกระทาที่มีชีวิตก่อนฆ่า ทำลายประสาทความรู้สึกของนกกระทาโดยใช้วิธีการกระตุกคอให้เส้นประสาทที่สั่งการจากสมองขาดจากลำตัว เพื่อทำให้นกไม่มีความรู้สึกและตายในเวลาต่อมา ถอนขนและชั่งน้ำหนักนกหลังถอนขน ผ่าท้องนกเอาเครื่องในทั้งหมดออก ชั่งน้ำหนักเครื่องใน และน้ำหนักซากนกหลังจากเอาเครื่องในออก จากนั้นชั่งน้ำหนักลักษณะซากนกกระทาแต่ละลักษณะ



ภาพที่ 3.2 วิธีการชำแหละซาก

3.5 การบันทึกข้อมูล

ทำการเก็บบันทึกข้อมูลระหว่างการทดลอง โดยเก็บรายละเอียด ดังนี้

3.5.1 น้ำหนักของนกกระทาเมื่อเริ่มต้นทดลอง

3.5.2 น้ำหนักของนกกระทาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

3.5.3 ปริมาณอาหารที่ใช้ในแต่ละวัน

3.5.4 ปริมาณอาหารที่เหลือในแต่ละวัน

3.5.5 บันทึกจำนวนนก วันที่ และน้ำหนักของนกที่ตาย (ชั่งน้ำหนักทีละตัว)

3.5.6 ต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการทดลอง

3.5.7 ชำแหละซากและเก็บข้อมูลคุณลักษณะซาก โดยบันทึกค่าต่าง ๆ ดังนี้

3.5.7.1 น้ำหนักตัวนกกระทาที่มีชีวิตก่อนฆ่า

3.5.7.2 น้ำหนักตัวนกกระทาหลังฆ่าและถอนขน

3.5.7.3 น้ำหนักตัวนกกระทาหลังฆ่าและเอาเครื่องในออก

3.5.7.4 น้ำหนักเครื่องในที่กินได้

3.5.7.5 น้ำหนักปีกทั้ง 2 ข้าง

3.5.7.6 น้ำหนักน่องและสะโพก

3.5.7.7 น้ำหนักเนื้อหน้าอก เทียบกับน้ำหนักซากเย็น

3.5.7.8 น้ำหนักซี่โครง

3.5.8 เก็บข้อมูลคุณภาพซากเนื้อนกกระทา

3.5.8.1 pH โดยใช้เครื่อง pH Meter

3.5.8.2 สี โดยใช้เครื่อง Minolta CR – 300 Colorimeter

3.5.8.3 Shear Value โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer Model TA/XT Plus Version 2.0.7.0

3.5.8.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ประกอบด้วย

1) Drip Losses

(1) เตรียมตัวอย่างเนื้อหน้าอก โดยการตัดเอาไขมัน เศษเนื้อ และหนังออกจากเนื้อหน้าอกออกให้หมด

(2) ชั่งตัวอย่างเนื้อ (W_1)

(3) ห่อตัวอย่างเนื้อด้วยผ้ากอซ ขนาด 4 × 4 นิ้ว มัดด้วยเชือกไนล่อน

(4) นำตัวอย่างที่ห่อด้วยผ้ากอซบรรจุลงในถุงพลาสติก แล้วจึงซีลให้สนิทโดยให้ตัวอย่างเนื้อที่ห่อด้วยผ้ากอซแขวนอยู่กึ่งกลางถุง

(5) แช่ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

(6) แกะผ้ากอซแล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อ (W_2)

(7) คำนวณ % Drip Losses ดังนี้

$$\% \text{ Drip Losses} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

2) Freez Losses

(1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อหน้าอกที่ผ่านการหา Drip Losses (W_1)

(2) ซีลในถุงพลาสติก แล้วแช่ในช่องแช่แข็งตู้เย็น (-18) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

(3) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อหน้าอก (W_2)

(4) คำนวณ % Freez Losses ดังนี้

$$\% \text{ Freez Losses} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

3) Thaw Losses

(1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อหน้าอกที่ผ่านการหา Freez Losses (W_1)

(2) ซีลในถุงพลาสติก แล้วแช่ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

(3) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อหน้าอก (W_2)

(4) คำนวณ % Thaw Losses ดังนี้

$$\% \text{ Thaw Losses} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

4) Cook Losses

(1) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อหน้าอกที่ผ่านการหา Thaw Losses (W_1)

(2) ซีลในถุงพลาสติก แล้วต้มในน้ำร้อนให้อุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

(3) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อหน้าอก (W_2)

(4) คำนวณ % Cook Losses ดังนี้

$$\% \text{ Cook Losses} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

3.5.9 นำข้อมูลที่เก็บบันทึกไว้มาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

3.5.9.1 น้ำหนักเพิ่ม (Weight Gain)

3.5.9.2 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (Average Daily Gain)

3.5.9.3 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (Feed Intake/Head/Day)

3.5.9.4 อัตราการตาย (Mortality Rate)

3.5.9.5 ลักษณะซาก (Carcass Characteristics)

3.9.5.6 คุณภาพเนื้อนกกระทา (Carcass Quality)

3.9.5.7 ต้นทุนการบำบัดกากตะกอนนมเป็นวัตถุดิบอาหาร

3.9.5.8 โลหะหนักตกค้างในเนื้อหน้าอกของนกกระทา

3.6 การวิเคราะห์ทางเคมี

เก็บตัวอย่างอาหารทดลองทุกสูตร ส่งวิเคราะห์ที่ฝ่ายบริการทดสอบ สถาบันอาหาร กรุงเทพมหานคร หน่วยเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร และศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะต่าง ๆ

ทั้งนี้ ได้มีการวิเคราะห์เพิ่มเติม ได้แก่

1. วิเคราะห์กรดอะมิโนและโลหะหนัก 3 ชนิด คือ แคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในกากตะกอนนม

2. วิเคราะห์โลหะหนัก 3 ชนิด คือ แคดเมียม ตะกั่ว และปรอทในอาหารทดลอง

3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะในอาหาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) แล้วทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมทางสถิติสำเร็จรูป SPSS Version 10.1

3.8 ระยะเวลาและสถานที่ที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเวลา 10 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 โดยทำการศึกษาในโรงเรือนทดลองที่สร้างขึ้นในอำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองศึกษาผลการใช้กากตะกอนนมแห้งทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารนกกระทาเนื้อ พันธุ์ญี่ปุ่นเพศผู้ อายุ 33 วัน จำนวน 400 ตัว โดยใช้อาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ สูตรที่ 1 เป็นอาหารกลุ่มควบคุมไม่ผสมกากตะกอนนมแห้ง สูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 เป็นอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งในอัตราส่วนร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ในสูตรอาหารตามลำดับ

4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะและปริมาณกรดอะมิโนในกากตะกอนนมแห้ง

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะในกากตะกอนนมแห้ง พบว่า กากตะกอนนมแห้งมีส่วนประกอบของความชื้น 15.78 โปรตีน 43.84 ไขมัน 2.17 เยื่อใย 3.98 เถ้า 19.15 และคาร์โบไฮเดรต 30.86 กรัมต่อ 100 กรัม ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบทางโภชนะของกากตะกอนนมแห้ง และแหล่งโปรตีนคุณภาพดี

รายการ	คุณค่าทางโภชนะ * (ร้อยละ)			
	กากตะกอนนมแห้ง	หางนมผง **	ปลาป่น **	กากถั่วเหลือง **
ความชื้น	15.78	7.00	8.00	11.00
โปรตีน	43.84	36.10	60.05	44.00
ไขมัน	2.17	1.00	9.40	0.80
เยื่อใย	3.98	0.20	0.70	7.00
เถ้า	19.15	–	–	–
คาร์โบไฮเดรต	30.86	–	–	–

หมายเหตุ: * ร้อยละของน้ำหนักแห้ง

** National Research Council, 1982 quoted in National Research Council, 1994: 61 – 65.

ส่วนปริมาณกรดอะมิโน พบว่า กากตะกอนนมแห้งมี Lysine 1.50 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัม ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพอาหารของนกกระทาเนื้อ และมีกรดอะมิโนที่จำเป็น ได้แก่ Histidine, Arginine, Threonine, Tyrosine, Valine, Lysine, Isoleucine, Leucine และ Phenylalanine ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณกรดอะมิโนต่าง ๆ ในกากตะกอนนมแห้ง เปรียบเทียบกับหางนมผง ปลาป่น และกากถั่วเหลือง

กรดอะมิโน	ปริมาณกรดอะมิโน (mg/100 mg)			
	กากตะกอนนมแห้ง	หางนมผง *	ปลาป่น *	กากถั่วเหลือง *
Aspartic Acid	3.29	–	–	–
Serine	1.63	2.05	2.75	2.29
Glutamic Acid	4.08	–	–	–
Glycine	2.01	0.73	4.30	1.90
Histidine	0.60	1.03	1.74	1.17
Arginine	1.83	1.21	4.21	3.14
Threonine	1.86	1.59	3.07	1.72
Alanine	2.95	–	–	–
Proline	1.63	–	–	–
Tyrosine	1.00	1.83	2.25	1.91
Valine	2.05	2.28	3.90	2.07
Lysine	1.50	2.80	5.47	2.69
Isoleucine	1.51	1.83	3.23	1.96
Leucine	2.51	3.59	5.46	3.39
Phenylalanine	1.46	1.75	2.82	2.16

หมายเหตุ: * National Research Council, 1982 quoted in National Research Council, 1994: 66 – 68.

4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนะในสูตรอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะโดยวิธี Proximate Analysis ในสูตรอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งในระดับต่าง ๆ พบว่า อาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งทั้ง 5 สูตร โดยเฉพาะโปรตีนจะมีปริมาณเท่ากับ.27.50, 25.30, 25.30, 25.16 และ 24.06 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 โภชนะในอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งทั้ง 5 สูตรที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	ร้อยละกากตะกอนนมแห้ง				
	0	5	10	15	20
ความชื้น	8.62	9.47	6.85	6.94	7.37
โปรตีน	27.50	25.30	25.30	25.16	24.05
ไขมัน	6.18	6.04	13.75	7.80	7.71
เยื่อใย	5.65	5.36	5.95	3.92	3.49
เถ้า	7.12	8.28	10.31	9.94	10.73
คาร์โบไฮเดรต	53.55	55.02	44.69	53.18	54.02

ปริมาณตะกั่วทั้งหมดที่ได้รับ

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีปริมาณตะกั่วทั้งหมดที่ได้รับเท่ากับ 0, 0.75, 1.50, 2.25 และ 3.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ ปริมาณแคดเมียม และปรอท มีค่าน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากล จึงให้ความสนใจโลหะตะกั่วอย่างเดียว เพราะมีปริมาณตกค้างในกากตะกอนนมแห้งค่อนข้างสูง ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณตะกั่วที่สะสมในอาหารทดลองและนกกระทา

รายการ	ร้อยละกากตะกอนนมแห้ง				
	0	**5**	**10**	**15**	**20**
ปริมาณตะกั่วในอาหาร (คำนวณ; มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0	1.20	2.40	3.60	4.80
ปริมาณตะกั่วทั้งหมดที่ได้รับ (คำนวณ; มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0	0.75	1.50	2.25	3.00
ปริมาณตะกั่วในอาหาร (ส่งวิเคราะห์; มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008	< 0.0008

หมายเหตุ: 1. กากตะกอนนมแห้งมีปริมาณตะกั่ว เท่ากับ 24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม < 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปรอท < 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ส่งวิเคราะห์)

2. มาตรฐานปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ที่สามารถผสมอยู่ในอาหาร เท่ากับ 30, 0.5 และ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Association of American Feed Control Officials Incorporated, 1992: 335)

4.3 ประสิทธิภาพการผลิตนกกระทาเนื้อ

ศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้กากตะกอนนมแห้งทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารนกกระทาเนื้อในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ในสูตรอาหาร โดยใช้นกกระทาเพศผู้อายุ 33 วัน จำนวน 400 ตัว และทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่อายุ 40 วัน เป็นเวลา 35 วัน ทำการวิเคราะห์ และแปรผล ปรากฏผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

4.3.1 น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง อายุ 75 วัน (Final Weight)

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง อายุ 75 วัน เท่ากับ 161.05, 156.40, 153.95, 150.10 และ 143.95 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง อายุ 75 วันของนกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5 และ 10 ($P < 0.05$) แต่ไม่มี

ความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งที่ระดับร้อยละ 15 ($P > 0.05$) นกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 20 ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.5

4.3.2 น้ำหนักเพิ่มต่อตัว (Weight Gain)

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีน้ำหนักเพิ่มต่อตัว เท่ากับ 11.05, 6.40, 3.95, 0.10 และ (- 6.05) กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำหนักเพิ่มต่อตัวของนกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5 และ 10 ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งที่ระดับร้อยละ 15 ($P > 0.05$) นกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 20 ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.5

4.3.3 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (Average Daily Gain)

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน เท่ากับ 0.26, 0.15, 0.09, 0.01 และ (- 0.14) กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันในนกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5 และ 10 ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งที่ระดับร้อยละ 15 ($P > 0.05$) นกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งที่ระดับร้อยละ 5, 10 และ 20 ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.5

4.3.4 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (Feed Intake/Head/Day)

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน เท่ากับ 17.75 กรัม โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เนื่องจากทุกสูตรอาหารให้นกกระทากินในปริมาณที่เท่ากันตลอดระยะเวลาการทดลอง ดังตารางที่ 4.5

4.3.5 อัตราการตาย (Mortality Rate)

จากการทดลอง พบว่า อาหารทดลองสูตรที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10 มีอัตราการตายร้อยละ 0.75 อาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 มีอัตราการตายร้อยละ 0.25 ส่วนอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5 และ 20 ไม่มีนกตายตลอดระยะเวลาการทดลอง และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการผลิตนกกระทาเนื้อที่เลี้ยงด้วยกากตะกอนนมในระดับต่างกัน

รายการ	ร้อยละกากตะกอนนมแห้ง				
	0	5	10	15	20
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองอายุ 75 วัน	161.05^{a}	156.40^{ab}	153.95^{ab}	150.10^{bc}	143.95^{c}
น้ำหนักเพิ่มต่อตัว	11.05^{a}	6.40^{ab}	3.95^{ab}	0.10^{bc}	-6.05^{c}
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน	0.26^{a}	0.15^{ab}	0.09^{ab}	0.01^{bc}	-0.14^{c}
ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน	17.75	17.75	17.75	17.75	17.75
อัตราการตาย (ร้อยละ)	0	0	0.75	0.25	0

หมายเหตุ : ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$)

4.4 ลักษณะซาก

ผลการชำแหละซากนกกระทาเนื้อ หลังสิ้นสุดการทดลอง โดยแสดงค่าเป็นร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต ผลปรากฏว่า นกกระทาเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ในสูตรอาหาร มีดังนี้

4.4.1 ร้อยละขนและเลือด

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของขนและเลือด เท่ากับ 12.48, 13.24, 12.27, 13.14 และ 13.85 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.6

4.4.2 ร้อยละเครื่องในรวม

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของเครื่องในรวม เท่ากับ 11.30, 10.12, 11.12, 10.94 และ 10.35 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.6

4.4.3 ร้อยละหัวใจ

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของหัวใจ เท่ากับ 0.77, 0.80, 0.85, 0.88 และ 0.83 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.6

4.4.4 ร้อยละตับ

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของตับ เท่ากับ 1.59, 1.59, 1.83, 1.77 และ 1.53 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.6

4.4.5 ร้อยละกึ๋น

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของกึ๋น เท่ากับ 1.50, 1.56, 1.74, 1.68 และ 1.71 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.6

4.4.6 ร้อยละหัว

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของหัว เท่ากับ 8.47, 7.94, 8.30, 8.33 และ 7.47 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.6

4.4.7 ร้อยละซากไม่รวมหัว

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของซาก เท่ากับ 62.56, 58.44, 62.68, 57.68, 54.47 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.6

ตาราง 4.6 ผลการวิเคราะห์ลักษณะซากหลังจากฆ่าและชำแหละซาก

รายการ	ร้อยละกากตะกอนนมแห้ง				
	0	5	10	15	20
ร้อยละขนและเลือด	12.48	13.24	12.27	13.14	13.85
ร้อยละเครื่องในรวม	11.30	10.12	11.12	10.94	10.35
ร้อยหัวใจ	0.77	0.80	0.85	0.88	0.83
ร้อยตับ	1.59	1.59	1.83	1.77	1.53
ร้อยละกึ๋น	1.50	1.56	1.74	1.68	1.71
ร้อยละหัว	8.47	7.94	8.30	8.33	7.47
ร้อยละซากไม่รวมหัว	62.56	58.44	62.68	57.68	54.47

จากนั้น ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะซากสัดส่วนที่กินได้ เช่น ปีก น่องและสะโพก เนื้อหน้าอกและเนื้อสันอกเพิ่มเติม หลังจากฆ่าและชำแหละแล้ว โดยการเปรียบเทียบกับน้ำหนักซากเย็น และทำการวิเคราะห์และแปรผล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.8 น้ำหนักซากเย็น

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีน้ำหนักซากเย็น เท่ากับ 100.07, 99.91, 100.09, 100.25 และ 100.01 กรัม ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

4.4.9 ร้อยละสัดส่วนปีก

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละสัดส่วนปีก เท่ากับ 10.27, 10.17, 9.69, 10.57 และ 10.18 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

4.4.10 ร้อยละสัดส่วนน่องและสะโพก

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของน่องและสะโพก เท่ากับ 23.85, 23.39, 23.81, 23.72 และ 23.81 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

4.4.11 ร้อยละสัดส่วนเนื้อหน้าอกและเนื้อสันอก

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของเนื้อหน้าอกและเนื้อสันอก เท่ากับ 31.53, 31.61, 32.68, 31.11 และ 31.49 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

4.4.12 ร้อยละสัดส่วนหน้าแข้งและเท้า

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของหน้าแข้งและเท้า เท่ากับ 2.22, 2.31, 2.15, 2.33 และ 2.38 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

4.4.13 ร้อยละสัดส่วนกระดูกซี่โครง

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละของกระดูกซี่โครง เท่ากับ 32.21, 32.68, 32.24, 32.52 และ 32.15 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

ตาราง 4.7 ผลการวิเคราะห์ลักษณะซากจากสัดส่วนที่กินได้

รายการ	ร้อยละกากตะกอนนมแห้ง				
	0	5	10	15	20
น้ำหนักซากเย็น (กรัม)	100.07	99.91	100.09	100.25	100.01
ร้อยละสัดส่วนปีก	10.27	10.17	9.69	10.57	10.18
ร้อยละสัดส่วนน่องและสะโพก	23.85	23.39	23.81	23.72	23.81
ร้อยละสัดส่วนเนื้อหน้าอกและเนื้อสันอก	31.53	31.61	32.68	31.11	31.49
ร้อยละสัดส่วนหน้าแข้งและเท้า	2.22	2.31	2.15	2.33	2.38
ร้อยละสัดส่วนกระดูกซี่โครง	32.21	32.68	32.24	32.52	32.15

4.5 คุณภาพซาก

ลักษณะร่วมกันทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ทำการวิเคราะห์และแปรผล ปรากฏผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

4.5.1 ค่า pH ที่ 45 นาที

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 สามารถวัดค่า pH ที่ 45 นาที ได้เท่ากับ 5.70, 5.73, 5.66, 5.67 และ 5.66 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.2 ค่า pH ที่ 24 ชั่วโมง

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 สามารถวัดค่า pH ที่ 24 ชั่วโมง ได้เท่ากับ 5.64, 5.70, 5.58, 5.59 และ 5.60 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่า pH ในเนื้อนกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10 จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 และ 5 ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งที่ระดับร้อยละ 15 และ 20 ($P > 0.05$) เนื้อนกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารกลุ่มควบคุม จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 และ 10 ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งที่ระดับร้อยละ 15 และ 20 ($P > 0.05$) เนื้อนกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.3 ค่าแรงตัดเฉือนสูงสุด (Max Shear's Force)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่าแรงตัดเฉือนสูงสุด เท่ากับ 13.90, 14.96, 13.75, 15.39 และ 17.62 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.4 ค่างานที่ได้จากแรงตัดเฉือน (Work of Shear's Force)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่างานที่ได้จากแรงตัดเฉือน เท่ากับ 101.74, 104.84, 99.13, 108.50 และ 136.36 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ค่างานที่ได้จากแรงตัดเฉือนในนกกระทาที่ลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 ในสูตรอาหารจะแตกต่างจากกลุ่มที่ลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.5 ค่าความสว่างของสี (Color L*)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่าความสว่างของสี เท่ากับ 39.78, 39.04, 38.54, 38.40 และ 41.35 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.6 ค่าแกนของสีเขียวไปถึงสีแดง (Color a*)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่าแกนของสีเขียวไปถึงสีแดง เท่ากับ 18.34, 18.83, 18.77, 18.67 และ 18.62 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.7 ค่าแกนของสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง (Color b*)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่าแกนของสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง เท่ากับ 1.57, 1.34, 2.04, 2.04 และ 3.74 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.8 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยวิธีการแขวนให้น้ำซึมออกมาจากก้อนเนื้อ (Drip Losses)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (แช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง) เท่ากับ 10.16, 9.92, 9.78, 8.89 และ 10.70 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.9 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการแช่แข็งที่ (- 18) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Freeze Losses)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยแช่น้ำแข็งที่ (- 18) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 1.09, 1.33, 1.16, 1.09 และ 1.00 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.10 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการละลายน้ำแข็งที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Thaw Losses)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการละลายน้ำแข็งที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 2.57, 2.81, 1.34, 1.99 และ 1.78 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.11 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการปรุงให้สุกอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที (Cook Losses)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 สามารถวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (อุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที) ได้เท่ากับ 29.55, 27.67, 30.65, 30.17 และ 30.76 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำโดยการปรุงให้สุกอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ในเนื้อนกกระทาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 จะแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10, 15 และ 20 ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

4.5.12 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำทั้งหมด (Total Losses)

จากการทดลอง พบว่า เนื้อนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำทั้งหมด (Totally Losses) เท่ากับ 43.70, 41.17, 42.57, 41.78 และ 44.92 ตามลำดับ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพซาก

รายการ	ร้อยละกากตะกอนนมแห้ง				
	0	5	10	15	20
$pH_{45\ min.}$	5.70	5.73	5.66	5.67	5.66
$pH_{24\ hr.}$	5.64[b]	5.70[a]	5.58[c]	5.59[bc]	5.60[bc]
Max Shear's Force, N.	13.90	14.96	13.75	15.39	17.62
Work Of Shear's Force, mJ	101.74[b]	104.84[b]	99.13[b]	108.50[b]	136.36[a]
Color L*	39.78	39.04	38.54	38.40	41.35
a*	18.34	18.83	18.77	18.67	18.62
b*	1.57	1.34	2.04	2.04	3.74
Water Holding Capacity (%)					
Drip Losses	10.16	9.92	9.78	8.89	10.70
Freeze Losses	1.09	1.33	1.16	1.09	1.00
Thaw Losses	2.57	2.81	1.34	1.99	1.78
Cook Losses	29.55[ab]	27.67[b]	30.65[a]	30.17[a]	30.76[a]
Total Losses[#]	43.70	41.17	42.57	41.78	44.92

หมายเหตุ : [abc] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$)

[#] Total Losses = Drip Losses + Freeze Losses + Thaw Losses + Cook Losses

บทที่ 5

อภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะและปริมาณกรดอะมิโนที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 – 4.2 พบว่า คุณค่าทางโภชนะของกากตะกอนนมแห้งมีโปรตีนเท่ากับ 43.84 ซึ่งมีปริมาณที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหางนมผง แต่ต่ำกว่ากากถั่วเหลือง และปลาป่น ส่วนปริมาณไขมันจะมีค่าเท่ากับ 2.17 ซึ่งสูงกว่าหางนมผงและกากถั่วเหลือง แต่ต่ำกว่าปลาป่น ปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 3.98 ซึ่งสูงกว่าหางนมผงและปลาป่น แต่ต่ำกว่ากากถั่วเหลือง ทั้งนี้ จะเห็นว่ากากตะกอนนมแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าหางนมผง และมีปริมาณที่ใกล้เคียงกับกากถั่วเหลือง (National Research Council, 1994: 9) ซึ่งหมายถึงมีแนวโน้มที่จะสามารถนำกากตะกอนนมแห้ง มาทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารนกกระทาเนื้อได้ แต่ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน พบว่า กากตะกอนนมแห้งมีปริมาณ Lysine เท่ากับ 1.50 ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพอาหารของนกกระทาเนื้อในระยะขุน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับหางนมผง ปลาป่น และกากถั่วเหลือง พบว่า กากตะกอนนมแห้งมีส่วนประกอบของกรดอะมิโน Lysine ต่ำกว่าวัตถุดิบเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามสามารถเสริมกรดอะมิโนไลซีนสังเคราะห์ลงในสูตรอาหารได้ (พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, 2535: 207, 2539: 3– 6)

จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 พบว่า ปริมาณโปรตีนในแต่ละสูตรอาหารทดลองมีแนวโน้มลดลง อาจมีสาเหตุมาจากช่วงเวลาที่ไม่แน่นอนของการนำกากตะกอนนมแห้งมาผสมในอาหารนกกระทาเนื้อ หรือเกิดจากการสุ่มตัวอย่างอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้ง แล้วนำส่งวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ

ผลจากการศึกษา พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 และ 10 มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง อายุ 75 วัน น้ำหนักเพิ่มต่อตัว และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน ไม่แตกต่างกับกลุ่มอาหารสูตรควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Temim et al. (2000: Abstract) รายงานไว้ว่า ถึงแม้อุณหภูมิในการเลี้ยงจะสูงถึง 32 องศาเซลเซียส และโปรตีนที่อยู่ในอาหารนั้นจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 20 – 33 ของสูตรอาหาร การกินอาหารในแต่ละสูตร และน้ำหนักเพิ่มของไก่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ ในตารางที่ 4.4 ปริมาณตะกั่วในอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้ง ทั้ง 5 สูตรที่ใช้ในการทดลองเมื่อวิเคราะห์โดยการคำนวณ พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีปริมาณตะกั่วสูงที่สุด คือ 4.48 ppm. และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 มีปริมาณตะกั่วต่ำที่สุด คือ 0 ppm. และจากการส่งวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร มีปริมาณตะกั่วน้อยกว่า 0.0008 ppm. จะเห็นว่า เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานตะกั่วที่สามารถผสมอยู่ในอาหารสัตว์ เท่ากับ 30 ppm. ปริมาณตะกั่วในอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีค่าเท่ากับ 4.48 ppm. อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานสามารถเป็นที่ยอมรับได้ตามระบบสากล (พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, 2539: 346; Association of American Feed Control Officials Incorporated, 1992: 335)

ทั้งนี้ กากตะกอนนมแห้งมีปริมาณตะกั่วเท่ากับ 24 ppm. แคดเมียมมีค่าต่ำกว่า 0.1 ppm. และปรอทมีค่าต่ำกว่า 0.1 ppm. เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานสากลซึ่งจะมีค่าตะกั่วเท่ากับ 30 ppm. แคดเมียม 0.5 ppm. และปรอทเท่ากับ 2 ppm. (พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, 2539: 346; Association of American Feed Control Officials Incorporated, 1992: 335) พบว่า อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากล และจากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วทั้งหมดที่ได้รับ พบว่า นกกระทามีปริมาณตะกั่วที่ได้รับ เท่ากับ 3.00 ppm. จากการกินสูตรอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 ซึ่งไม่เป็นอันตรายเพราะปริมาณตะกั่วที่นกได้รับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานค่อนข้างมาก ซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jeng et al. (1997: Abstract) ที่ให้เป็ดเนื้อกินตะกั่วทุกวัน ๆ ละ 20 ppm. ตลอดระยะเวลาการทดลองเป็นเวลา 3 เดือน ผลปรากฏว่า น้ำหนักตัวเป็ดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตะกั่วจะสะสมมากที่สุดในไต 3.80 ไมโครกรัมต่อไต 1.00 กรัม ตับ 1.60 ไมโครกรัมต่อตับ 1.00 กรัม กึ๋น 0.17 ไมโครกรัมต่อกึ๋น 1.00 กรัม และกล้ามเนื้อน่อง 0.16 ไมโครกรัมต่อกล้ามเนื้อน่อง 1.00 กรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณตะกั่วที่สะสมอยู่ในซากนั้นต่ำกว่ามาตรฐาน (Association of American Feed Control Officials Incorporated, 1992: 335)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วที่ผสมอยู่ในอาหารสัตว์กับค่ามาตรฐานตามระบบสากล พบว่า ปริมาณตะกั่วในอาหารทดลองทั้ง 5 สูตร ก่อนทำการทดลองมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ดังนั้น หลังการทดลองจึงไม่ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักตกค้างในเนื้อหน้าอกของนกกระทา

จากผลการทดลองที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 ประสิทธิภาพการผลิตนกกระทาเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองอายุ 75 วัน น้ำหนักเพิ่มต่อตัว และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน แตกต่างกัน

5.1.1 น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองอายุ 75 วัน

พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองสูงที่สุด คือ 161.05 กรัม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองต่ำที่สุด คือ 143.95 กรัม จะเห็นว่า เมื่อใช้กากตะกอนนมแห้งในระดับที่สูงขึ้น มีแนวโน้มที่น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมกิจ อนะวัชกุล (2532: บทคัดย่อ) ที่ใช้ใบกระถินแช่น้ำในสูตรอาหารลูกนกกระทาในระดับร้อยละ 10, 15 และ 20 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของลูกนกกระทาที่กินอาหารที่เสริมด้วยใบกระถินแช่น้ำ ทั้ง 3 ระดับ ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ชุมนุม ภูนิคม (2531: บทคัดย่อ) ที่ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารนกกระทารุ่น พบว่า นกกระทาที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน แต่กากตะกอนนมแห้งที่ผสมเป็นอาหารนกกระทาเนื้อร้อยละ 5 และ 10 ไม่แตกต่างทางสถิติกับอาหารสูตรควบคุม และมีประสิทธิภาพการผลิตดีกว่าอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 และ 20 แสดงให้เห็นว่า อาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งในระดับไม่เกินร้อยละ 10 สามารถนำมาเลี้ยงนกกระทาได้

5.1.2 น้ำหนักเพิ่มต่อตัว

พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 มีน้ำหนักเพิ่มต่อตัวสูงที่สุด คือ 11.05 กรัม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีน้ำหนักเพิ่มต่อตัวต่ำที่สุด คือ (- 6.05) กรัม จะเห็นว่า เมื่อใช้กากตะกอนนมแห้งในระดับที่สูงขึ้น มีแนวโน้มที่น้ำหนักเพิ่มต่อตัวลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมกิจ อนะวัชกุล (2532: บทคัดย่อ) ที่ใช้ใบกระถินแช่น้ำในสูตรอาหารลูกนกกระทาในระดับร้อยละ 10, 15 และ 20 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของลูกนกกระทาที่กินอาหารที่เสริมด้วยใบกระถินแช่น้ำ ทั้ง 3 ระดับ ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ชุมนุม ภูนิคม (2531: บทคัดย่อ) ที่ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารนกกระทารุ่น

พบว่า นกกระทาที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ ผลสืบเนื่องมาจากอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยมีผลต่อน้ำหนักเพิ่มต่อตัวโดยตรง

5.1.3 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน

พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด คือ 0.26 กรัม และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ (- 0.14) กรัม จะเห็นว่า เมื่อใช้กากตะกอนนมแห้งในระดับที่สูงขึ้น มีแนวโน้มที่อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมกิจ อนะวัชกุล (2532: บทคัดย่อ) ที่ใช้ใบกระถินแช่น้ำในสูตรอาหารลูกนกกระทาในระดับร้อยละ 10, 15 และ 20 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของลูกนกกระทาที่กินอาหารที่เสริมด้วยใบกระถินแช่น้ำ ทั้ง 3 ระดับ ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม และงานวิจัยของ ชุมนุม ภูนิคม (2531: บทคัดย่อ) ที่ใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารนกกระทารุ่น พบว่า นกกระทาที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเหมือนกัน

จากผลข้อ 5.1.1– 5.1.3 อัตราการเพิ่มน้ำหนักลดลงตามปริมาณการเพิ่มกากตะกอนนมแห้ง เพราะฉะนั้น อาจจะมีผลมาจากความสมดุลของโปรตีน (พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, 2539: 98 – 100) เป็นวิธีการเปรียบเทียบระหว่างกรดอะมิโนที่ประกอบอยู่ในวัตถุดิบที่ต้องการทดสอบกับอาหารที่มีได้แก่ ข้าวโพด รำละเอียด และกากถั่วเหลือง ดังนี้

ตารางที่ 5.1 กรดอะมิโนที่ประกอบอยู่ในวัตถุดิบที่ต้องการทดสอบกับอาหารมาตรฐานที่มีคุณภาพโปรตีนสูง

รายการ	ร้อยละกากตะกอนนมแห้ง					ความต้องการโภชนะขั้นต่ำ
	0	5	10	15	20	(Requirement)
Lysine	1.23	1.12	1.01	0.9	0.8	1.40
Methionine	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.47
Cystine	0.37	0.36	0.32	0.29	0.26	0.93

แหล่งที่มา: National Research Council, 1994: 44.

จะเห็นว่าปริมาณกรดอะมิโนที่อยู่ในอาหารทดลองแต่ละสูตรนั้น มีปริมาณต่ำกว่าค่าความต้องการ คือ Lysine มีค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.40 ค่า Methionine มีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.47 และ Cystine มีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.93 (National Research Council, 1994: 44) จึงส่งผลให้นกกระทามีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยลดลง ดังนั้น อาจเป็นไปได้ที่จะมีการเพิ่มปริมาณกรดอะมิโนสังเคราะห์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของนกในส่วนที่ไม่เพียงพอ ได้แก่ Lysine, Methionine และ Cystine ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานซึ่งจะทำให้นกเจริญเติบโตได้ตามปกติ

5.1.4 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน

การทดลองครั้งนี้จะควบคุมการให้ปริมาณอาหารที่ 17.75 กรัม เท่ากันทุกสูตร เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ และควบคุมอาหารที่ใช้ในการทดลองโดยให้นกกระทากินในปริมาณที่เท่ากัน แต่จะแตกต่างกันในเรื่องของปริมาณกากตะกอนนมแห้งในแต่ละสูตรอาหารทั้ง 5 สูตร

5.1.5 อัตราการตาย

ตลอดระยะเวลาการทดลอง พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10 มีอัตราการตายร้อยละ 0.75 และอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 มีอัตราการตายร้อยละ 0.25 ส่วนอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5 และ 20 ไม่มีนกตาย ดังนั้น การทดลองครั้งนี้ มีอัตราการตายรวมทั้งสิ้น คิดเป็นร้อยละ 1 เนื่องจากนกมีสุขภาพแข็งแรง และอยู่ในช่วงโตเต็มวัยจึงมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมและโรคภัยได้สูง

ผลการวิเคราะห์ลักษณะซากหลังจากฆ่า และชำแหละซากนกกระทาเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีร้อยละขนและเลือด ร้อยละเครื่องในรวม ร้อยละหัวใจ ร้อยละตับ ร้อยละกึ๋น ร้อยละหัว และร้อยละซากไม่รวมหัว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.6) ผลการวิเคราะห์ลักษณะซากสัดส่วนที่กินได้เปรียบเทียบกับน้ำหนักซากเย็น เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีน้ำหนักซากเย็น ร้อยละสัดส่วนปีก ร้อยละสัดส่วนน่องและสะโพก ร้อยละสัดส่วนเนื้อหน้าอกและเนื้อสันอก ร้อยละสัดส่วนหน้าแข้งและเท้า และร้อยละสัดส่วนกระดูกซี่โครง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.7) สรุปได้ว่า การใช้กากตะกอนนมแห้งทดแทนแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารนกกระทาเนื้อ ไม่มีผลต่อลักษณะซากของนกกระทาเนื้อ โดยปริมาณโปรตีนในทุกสูตรอาหารจะมีค่าอยู่ระหว่าง 24 – 28 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nahashon et al. (2005: Abstract) รายงานว่า จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนะและร้อยละซากเพื่อดูลักษณะซากของไก่รุ่น อาหารทดลอง

แต่ละสูตรที่นำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ จะมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกัน แต่ร้อยละซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ และที่ระดับโปรตีนร้อยละ 23 และ 25 พบว่า ร้อยละน่องและสะโพก ร้อยละปีก ร้อยละคอ ร้อยละหัวใจ ร้อยละตับ และร้อยละกึ๋น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพซากนกกระทาเนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่า pH ที่ 24 ชั่วโมง ค่างานที่ได้จากแรงตัดเฉือน และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการปรุงให้สุกอุณหภูมิกลางใจเนื้อ 70 องศาเซลเซียส 5 นาที แตกต่างกัน แต่มีค่า pH ที่ 45 นาที ค่าแรงตัดเฉือนสูงสุด ค่าความสว่างของสี (L*) ค่าแกนของสีเขียวไปถึงสีแดง (a*) ค่าแกนของสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง (b*) ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำโดยการแขวน ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำโดยการแช่แข็งที่ 0 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำโดยการละลายน้ำแข็งที่ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำทั้งหมด ไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษา พบว่า นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 มีค่า pH ที่ 24 ชั่วโมง สูงที่สุด คือ 5.70 และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10 มีค่า pH ที่ 24 ชั่วโมง ต่ำที่สุด คือ 5.58 จะเห็นว่า ค่า pH ที่ 24 ชั่วโมง จะมีค่าต่ำกว่า pH 6.00 แสดงให้เห็นว่าเนื้อมีสภาพปกติ (สัญชัย จตุรสิทธา, 2543: 103) แต่เนื่องจาก นกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีค่าความสว่างของสี (L*) สูงที่สุด คือ 41.35 และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 มีค่าความสว่างของสี (L*) ต่ำที่สุด คือ 38.40 ส่งผลให้เนื้อมีสีค่อนข้างเข้ม เนื่องจาก ค่า (L*) มีค่าต่ำกว่า 50 (Garrido et al., 1994: 411 – 420; Hofmann, 1994: 73 – 82) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Woelfel et al. (2002: Abstract) พบว่า เนื้อที่มีค่า pH ต่ำ วัดที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง จะมีสีซีดโดยเฉพาะค่าความสว่างของสี (L*) ส่งผลให้เนื้อมีค่าการสูญเสียน้ำสูง และงานวิจัยของ Qiao et al. (2001: Abstract) รายงานว่า สีของเนื้อสามารถแบ่งเกรดตามค่าความสว่างของสี (L*) ได้ 3 เกรด คือ ถ้า (L*) มีค่ามากกว่า 53 เนื้อจะมีสีอ่อน (L*) มีค่าอยู่ระหว่าง 48 – 53 เนื้อจะมีสีปกติ และ (L*) มีค่าน้อยกว่า 46 เนื้อจะมีสีเข้ม ทั้งนี้ได้รายงานเพิ่มอีกว่า ค่า (L*) จะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า pH และค่าแกนของสีเขียวไปถึงสีแดง (a*) ส่วนค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity) จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า pH และค่าแกนของสีเขียวไปถึงสีแดง (a*) ดังนั้น เนื้อที่มีค่าความสว่างของสี (L*) สูง แสดงว่าเนื้อนั้นมีค่า pH ต่ำ และมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity) ต่ำด้วย ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมาของ Fletcher, Qiao and Smith (2000: Abstract) เคยรายงานไว้ว่า สีของเนื้อสามารถแบ่งเกรดตามค่าความสว่างของสี (L*) ได้ 3 เกรด คือ ถ้า (L*) มีค่ามากกว่า 50 เนื้อจะมีสีอ่อน (L*) มีค่าอยู่ระหว่าง 47 – 49 เนื้อจะมีสีปกติ และ (L*) มีค่าน้อยกว่า 46

เนื้อจะมีสีเข้ม ทั้งนี้ได้รายงานเพิ่มอีกว่า ค่า (L*) จะมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า pH ซึ่งการวัดค่าความสว่างของสี (L*) จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Minolta Chroma Meter CR – 300 Colorimeter และค่า pH จะใช้ pH meter เป็นเครื่องมือในการวัด ทั้งนี้ งานวิจัยของ Musa et al. (2006: Abstract) รายงานว่า พันธุกรรมจะมีผลต่อความเข้มของสี ค่า pH และความนุ่มของเนื้อ แต่ไม่มีผลกับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ และเพศจะไม่มีผลต่อความเข้มของสี ค่า pH และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ โดยเพศผู้จะมี Shear Value สูงกว่า เพศเมีย แสดงว่า เนื้อของเพศผู้จะนุ่มน้อยกว่าเพศเมีย

5.2 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้กากตะกอนนมแห้งผสมเป็นอาหารนกกระทาเนื้อ โดยนำมาเลี้ยงนกกระทาเพศผู้ อายุ 33 วัน จำนวน 400 ตัว ด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ในสูตรอาหาร จากผลการทดลองที่ได้ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.2.1 กากตะกอนนมซึ่งเป็นของที่เหลือจากกระบวนการผลิตนม ซึ่งเมื่อนำเอามาทำให้แห้งโดยการตากแดดแล้ว และนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ พบว่า กากตะกอนนมแห้งมีคุณค่าทางโภชนะเพียงพอที่จะใช้ผสมเป็นอาหารนกกระทาเนื้อได้เมื่อเทียบกับกากถั่วเหลือง

5.2.2 เนื่องจากการใช้กากตะกอนนมแห้งผสมเป็นอาหารในระดับร้อยละ 5 และ 10 สามารถนำมาเลี้ยงนกกระทา และให้สมรรถนะการผลิตดีกว่าอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งในระดับ ร้อยละ 15 และ 20 ดังนั้น กากตะกอนนมแห้งสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ และเป็นการลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของกากตะกอนนมแห้งให้สูงขึ้น ซึ่งช่วยลดต้นทุนวัตถุดิบแหล่งโปรตีนในการผสมอาหารสัตว์ที่ต้องนำเข้าและมีราคาสูง และสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกากตะกอนนมได้ แต่ต้องใช้ในอัตราส่วนที่เหมาะสม

5.2.3 นกกระทาสามารถกินอาหารทดลองได้ทุกสูตรตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยการตายไม่ได้เกิดจากสาเหตุของอาหารทดลอง แสดงให้เห็นว่า อาหารทดลองไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ที่นำมาทดลอง

5.2.4 อาหารทดลองที่ใช้ทั้ง 5 สูตรนั้น มีระดับปริมาณกรดอะมิโน Lysine, Methionine และ Cystine ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จึงทำให้นกมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยแนวโน้มลดลง ดังนั้นอาจเป็นไปได้หากเพิ่มปริมาณกรดอะมิโนให้พอเพียงจะทำให้นกเจริญเติบโตได้

5.2.5 ปริมาณตะกั่วที่อยู่ในอาหารทดลองทุกสูตร และปริมาณตะกั่วทั้งหมดที่นกได้รับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สามารถนำนกกระทามารับประทานได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

5.2.6 สามารถลดต้นทุนให้กับโรงงานได้ เนื่องจากโรงงานมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากตะกอนนมประมาณ 1,200 – 1,400 บาทต่อตัน และค่าขนส่ง 4,000 บาทต่อครั้ง ครั้งละ 8 – 10 ตัน หากคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อสัปดาห์ จะได้เท่ากับ 13,600 – 18,000 บาท ซึ่งโรงงานจะมีค่าใช้จ่ายรวมเท่ากับ 54,400 – 72,000 บาทต่อเดือน (บริษัท เนสท์เล่ ฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด, 2549)

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาการใช้กากตะกอนนมแห้งผสมในอาหารนกกระทาเนื้อ มีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการใช้กากตะกอนนมแห้งผสมในอาหารนกกระทาเนื้อ และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมบางประการเพื่อสำหรับการศึกษาในครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 การเลี้ยงนกกระทาเพศผู้อายุ 33 วัน โดยใช้อาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งในระดับต่าง ๆ กันนั้น ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ การศึกษาครั้งต่อไปควรทำการศึกษาตั้งแต่อายุนกแรกเกิด เพราะจะมีช่วงการเจริญเติบโตจะได้สามารถเปรียบเทียบระหว่างการใช้อาหารควบคุมกับอาหารทดลอง

5.3.2 ควรมีการศึกษาความสามารถในการย่อยกากตะกอนนมแห้งในสัตว์เพื่อหาปริมาณกากตะกอนนมแห้งที่สัตว์สามารถย่อยและนำไปใช้งานได้จริง

5.3.3 ควรทำการศึกษาการนำกากตะกอนนมแห้งในการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรหรือในด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น นำไปเลี้ยงสัตว์ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ นกกระทาไข่ หรือนำไปทำเป็นปุ๋ยเป็นต้น เนื่องจาก กากตะกอนนมแห้งมีคุณค่าทางโภชนะอยู่ในเกณฑ์ระดับปกติที่ใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารเลี้ยงสัตว์ อีกทั้งยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้

5.3.4 ปริมาณโปรตีนที่อยู่ในอาหารทดลอง สามารถเพิ่มเติมให้เพียงพอต่อความต้องการโภชนะขั้นต่ำได้ โดยการเติมกรดอะมิโนสังเคราะห์ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของนก ได้แก่ Lysine, Methionine และ Cystine

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงนกกระทา

การคำนวนค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงนกกระทา

<u>รายจ่าย ประกอบด้วย</u>

1. ค่านกกระทา

เพศผู้ ตัวละ	6.50	บาท
ซื้อนกมาจำนวน	400.00	ตัว
รวมเป็นเงินค่านกกระทา	**2,600.00**	บาท

2. ค่าอาหารนกกระทา (ช่วงปรับอาหาร)

อาหารนกกระทากระสอบละ	270.00	บาท
ใช้จำนวนทั้งหมด	8.00	กระสอบ
รวมเป็นเงินค่าอาหาร	**2,160.00**	บาท

3. ค่าจัดเตรียมกากตะกอนนมแห้ง

ค่าขนส่งกากตะกอนนม	1,500.00	
ค่าแรงงานตากกากตะกอนนม	1,200.00	
รวมค่าจัดเตรียมกากตะกอนนมแห้ง	**2,700.00**	

4. ค่าขนส่งนก (ค่าน้ำมันในการเดินทาง) **200.00** บาท

5. ค่าน้ำ - ค่าไฟ

ค่าไฟ : ใช้หลอดไฟขนาด 60 วัตต์ จำนวน 2 หลอด เปิดไฟวันละ 12 ชั่วโมง

ใช้ไฟวันละ	2,880.00	วัตต์
จำนวนที่ใช้	42.00	วัน
ใช้ไฟจำนวนทั้งสิ้น	120,960.00	วัตต์
	120.96	กิโลวัตต์
ค่าไฟยูนิตละ	3.00	บาท
ค่าไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น	**362.88**	บาท
ค่าน้ำ		
ใช้น้ำวันละประมาณ	150.00	ลิตร
จำนวนวันที่ใช้	42.00	วัน
ใช้น้ำรวมทั้งสิ้น	6,300.00	ลิตร
น้ำราคายูนิตละ	7.00	บาท

ค่าน้ำรวมทั้งสิ้น	**44.10**	บาท
6. ค่ายาและค่าวิตะมิน ราคาประมาณ	**150.00**	บาท
ค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงนกกระทารวมทั้งสิ้น	**8,216.98**	บาท

<u>รายรับ ประกอบด้วย</u>

รายได้จากการขายนกกระทา		
นกกระทาขายได้ตัวละ	6.50	บาท
ขายไปได้จำนวน	300.00	ตัว
ขายนกได้เงินทั้งสิ้น	1,950.00	บาท
รวมรายรับทั้งสิ้น	**1,950.00**	บาท
การเลี้ยงนกกระทามีผลต่างของรายรับ- จ่ายทั้งสิ้น	**<u>(-6,266.98)</u>**	บาท

ภาคผนวก ข

แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการเลี้ยงนกกระทาทดลอง

แบบฟอร์ม : บันทึกข้อมูลการเลี้ยงนกกระทาทดลอง

จำนวนวันที่ทดลอง _____ วัน วันที่เริ่มต้น _____ วันสุดท้ายที่ทดลอง _____ เวลาที่บันทึก _____ แผนที่ _____

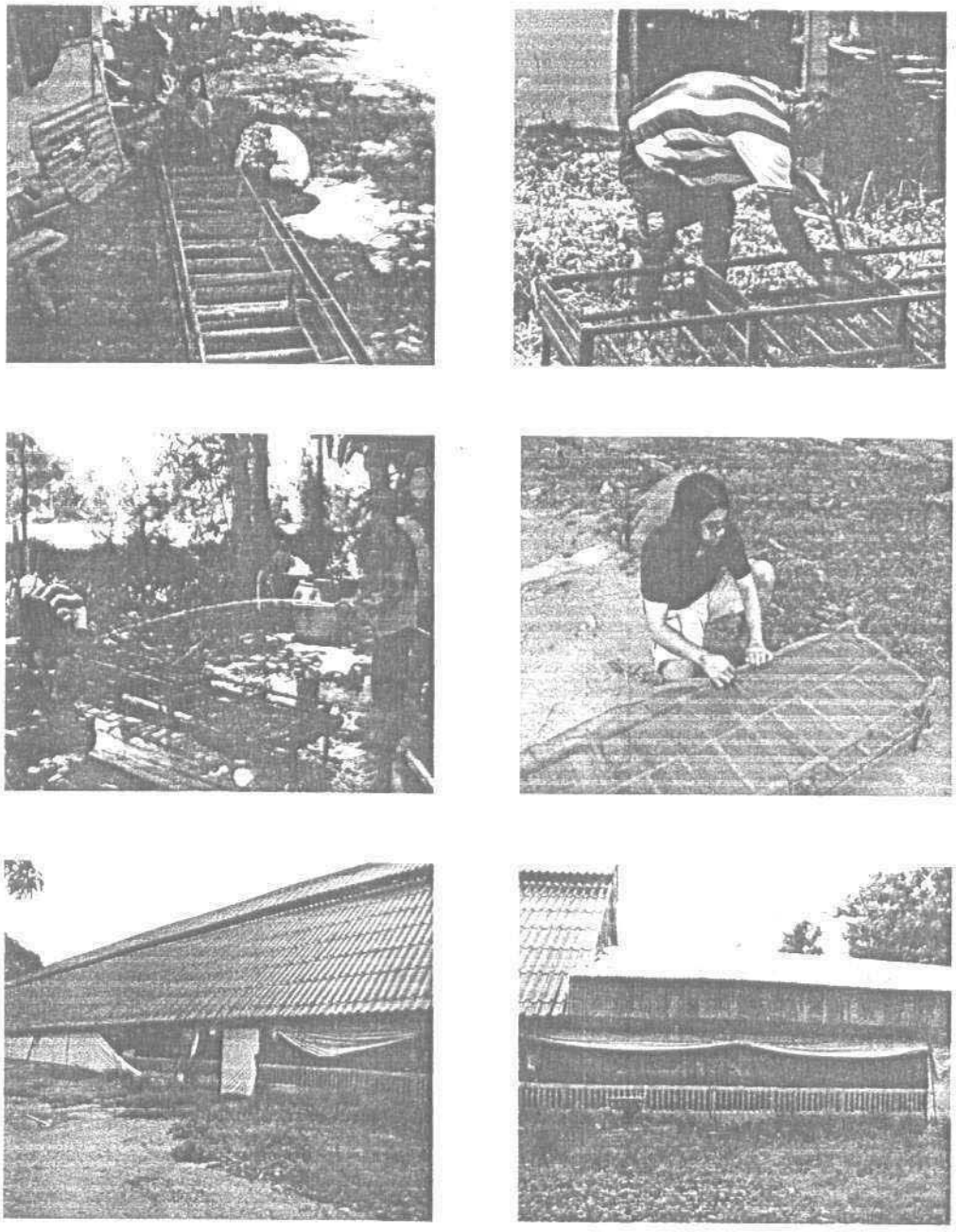
พันธุ์นกกระทาที่เลี้ยง _____ จำนวนนกกระทาที่ทดลอง เริ่มต้น _____ ตัว

น้ำหนักนกกระทาเริ่มต้น _____ Kg. น้ำหนักเฉลี่ย / ตัว _____Kg. น้ำหนักสุดท้าย _____Kg. น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย _____ Kg./ตัว

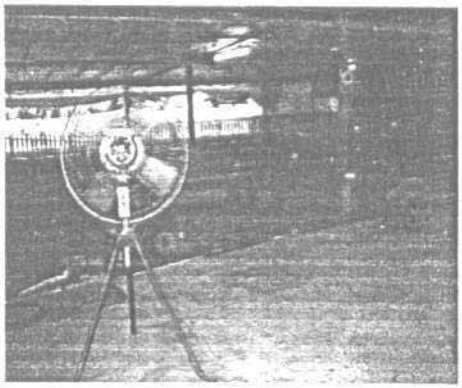
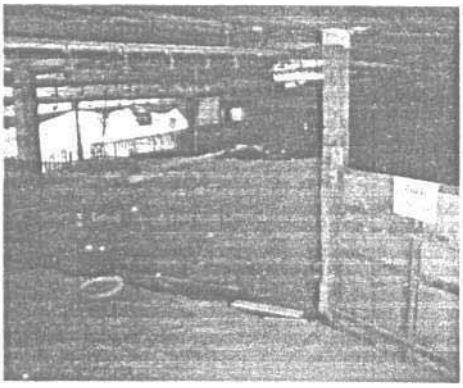
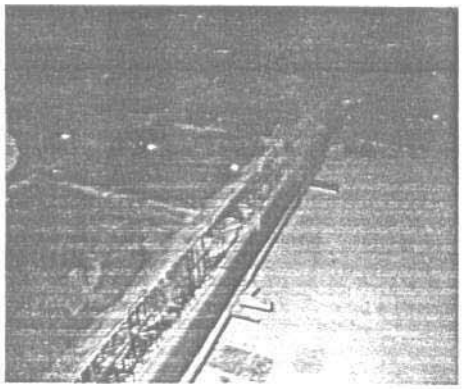
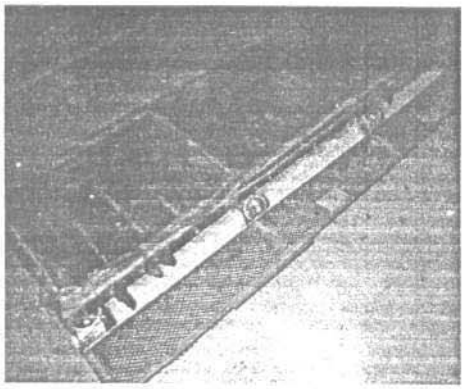
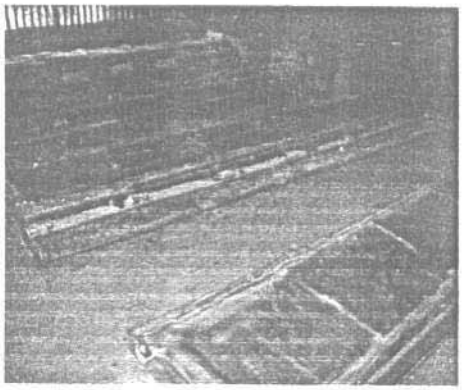
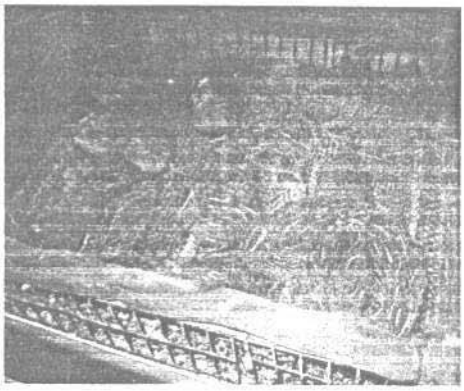
อายุนกกระทา สัปดาห์ที่	สูตรอาหารที่ใช้	แถวที่	น้ำหนักนกกระทาต่อตัว (กิโลกรัม)		ปริมาณอาหารที่ให้ (กก .)	ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กก.)	ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กก.)	จำนวนนกกระทาตาย	วันที่นกตาย	น้ำหนักนกที่ตาย (กก.)
			น้ำหนักจริง	เฉลี่ย						
1	0	1								
		2								
		3								
		4								
2	1	1								
		2								
		3								
		4								
3	2	1								
		2								
		3								
		4								
4	3	1								
		2								
		3								
		4								
5	4	1								
		2								
		3								
		4								
6	5	1								
		2								
		3								
		4								

ภาคผนวก ค

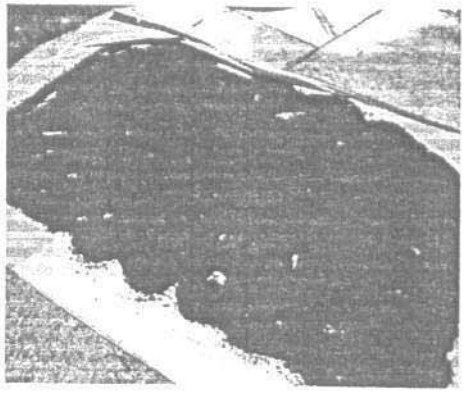
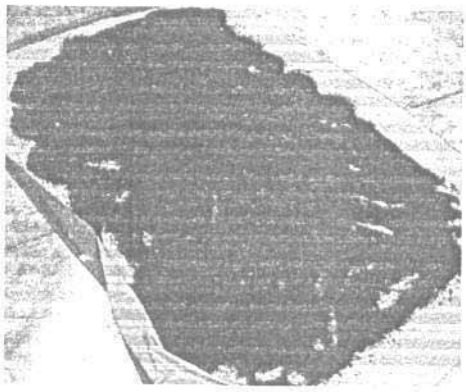
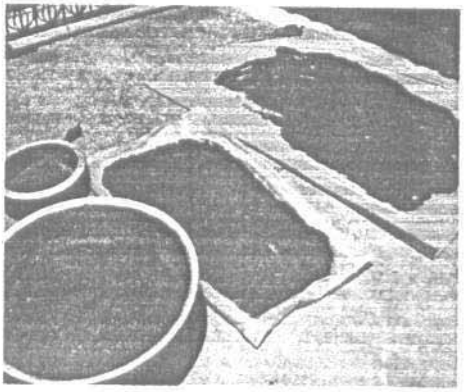
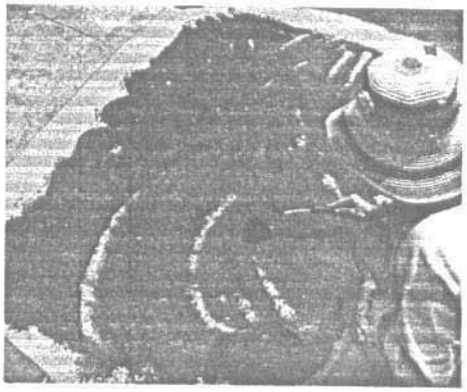
ภาพถ่ายกระบวนการศึกษาวิจัย

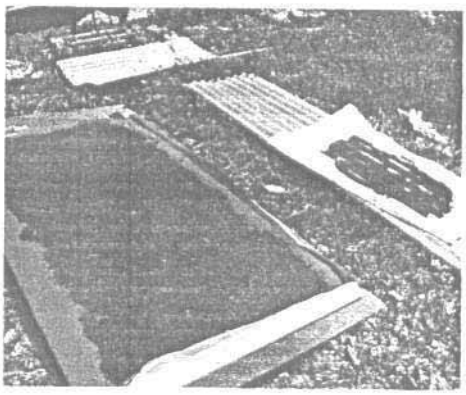


ภาพที่ ก1 ภาพการจัดเตรียมกรงเลี้ยงนกและโรงเรือน

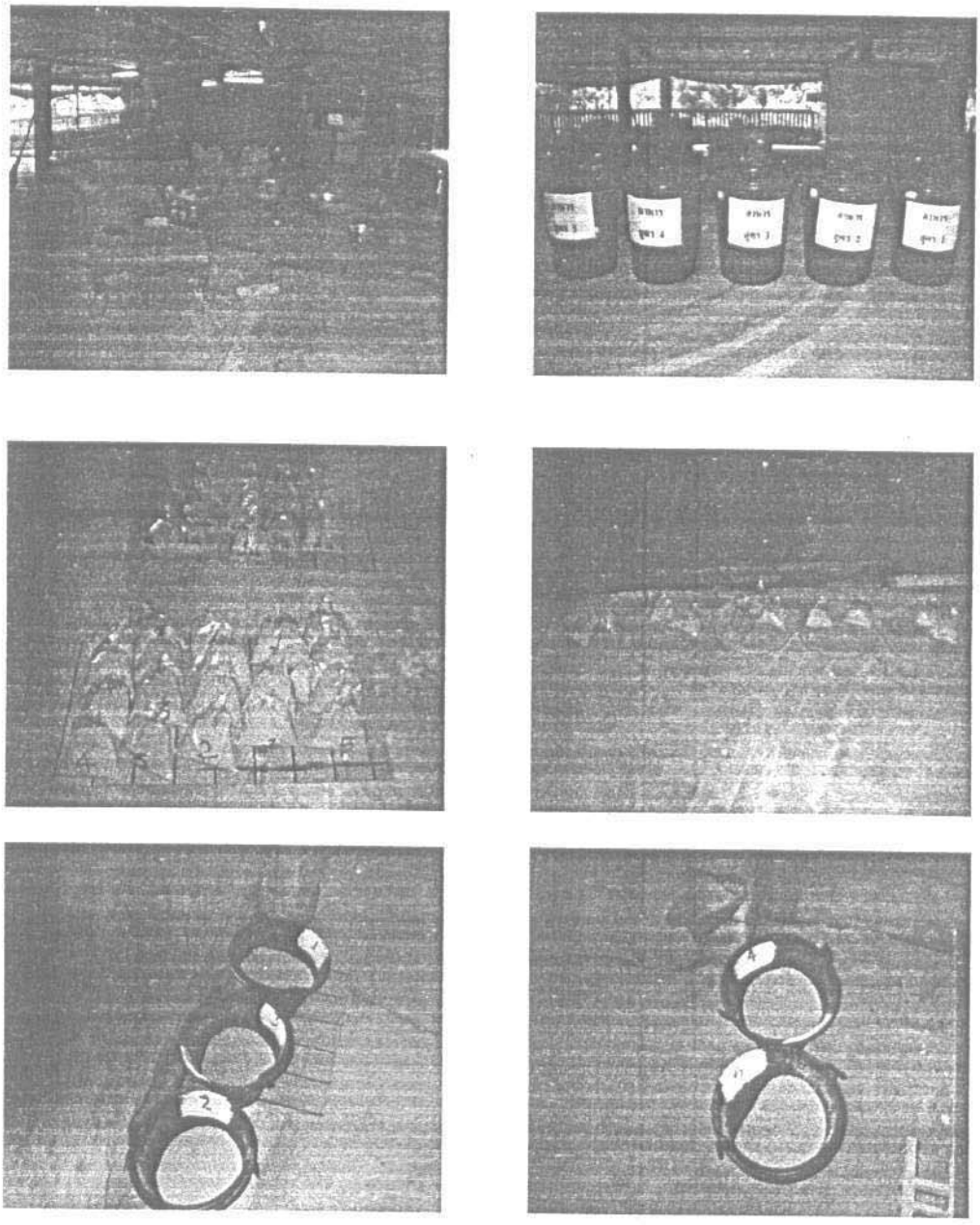







ภาพ ค2 ภาพภายในโรงเรือนและการจัดวางกรงเลี้ยงนก

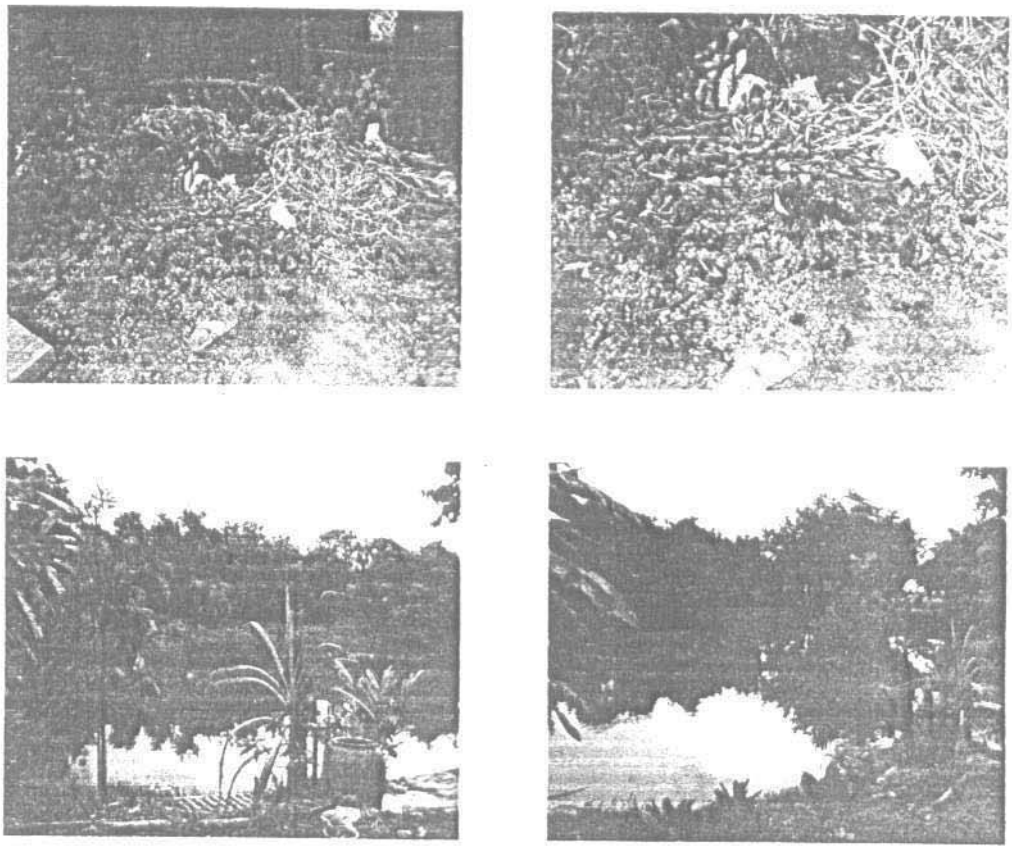







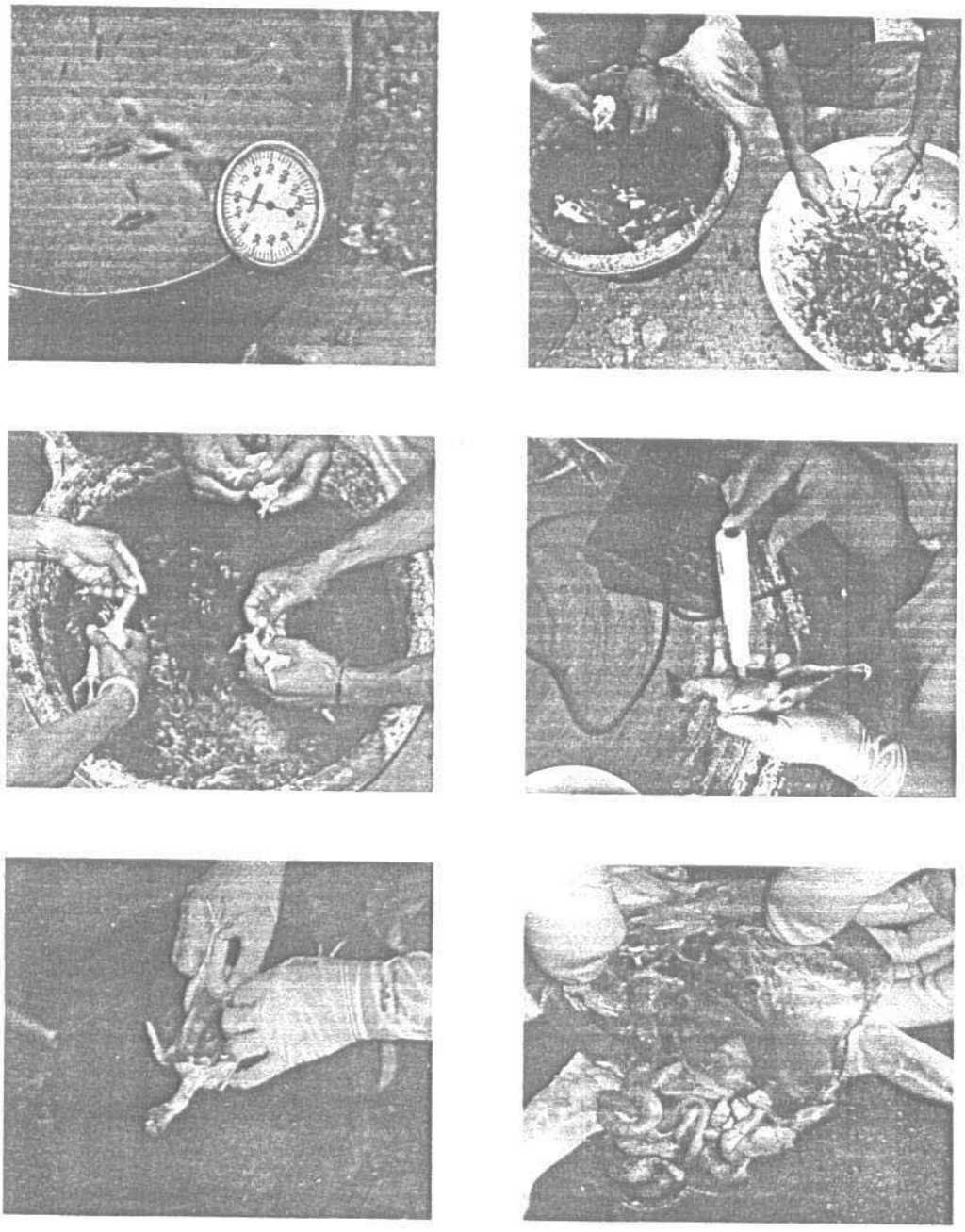
ภาพที่ ค3 ภาพการตากกากตะกอนนม



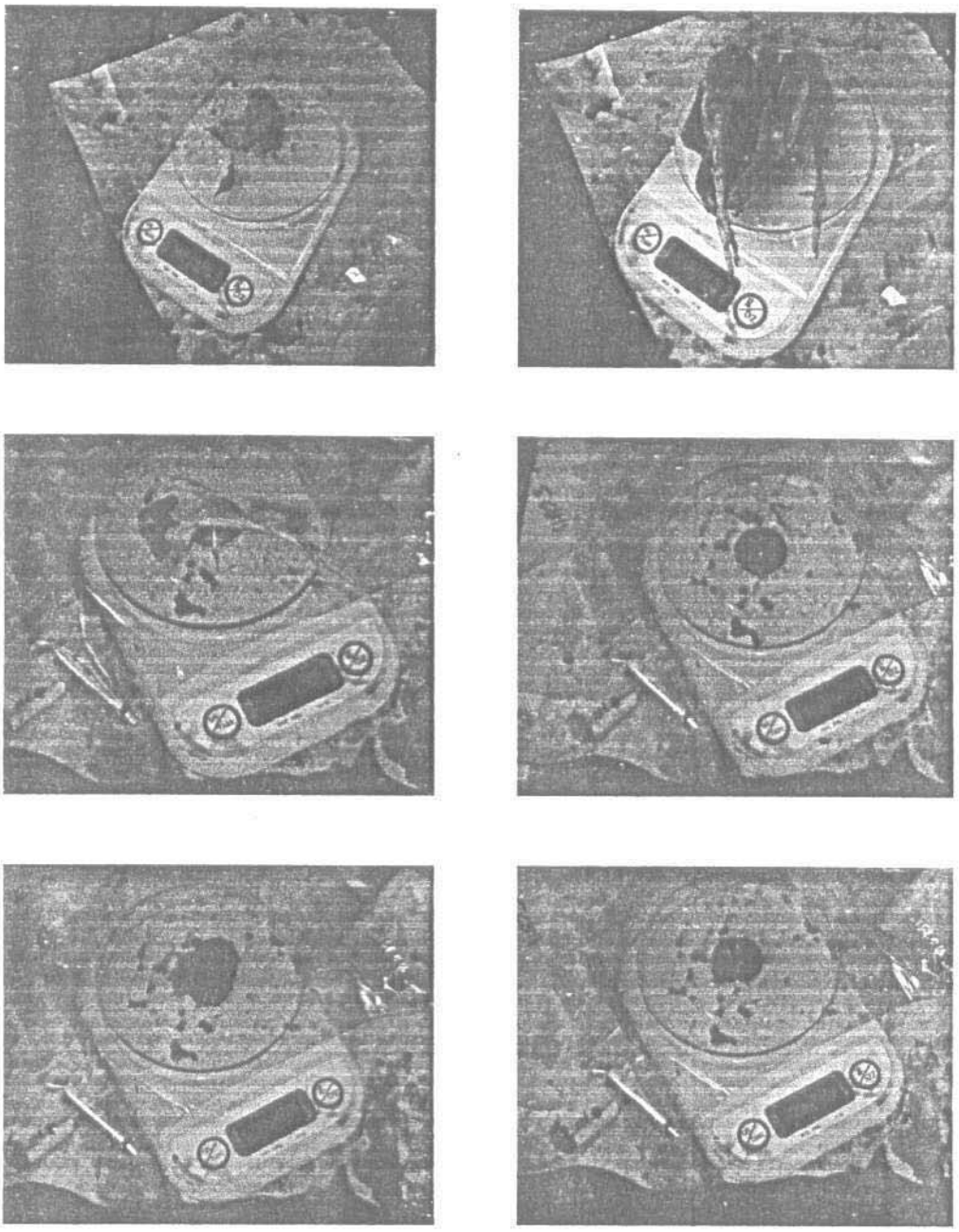
ภาพที่ ค4 ภาพการจัดเตรียมอาหารทดลองที่เลี้ยงนก



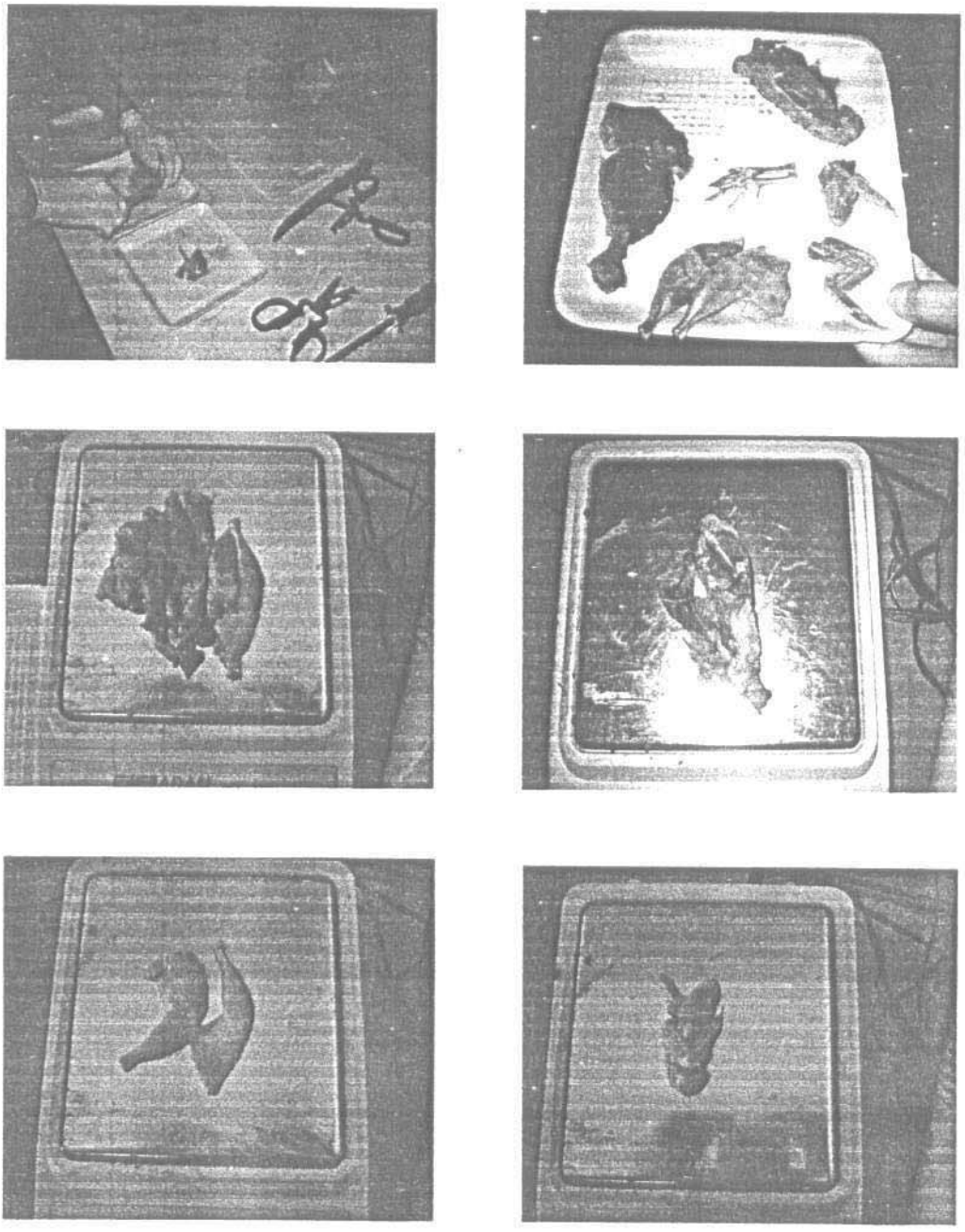
ภาพที่ ค5 ภาพบริเวณที่นำขึ้นกมาใช้ประโยชน์โดยทำเป็นปุ๋ยและอาหารสัตว์น้ำ



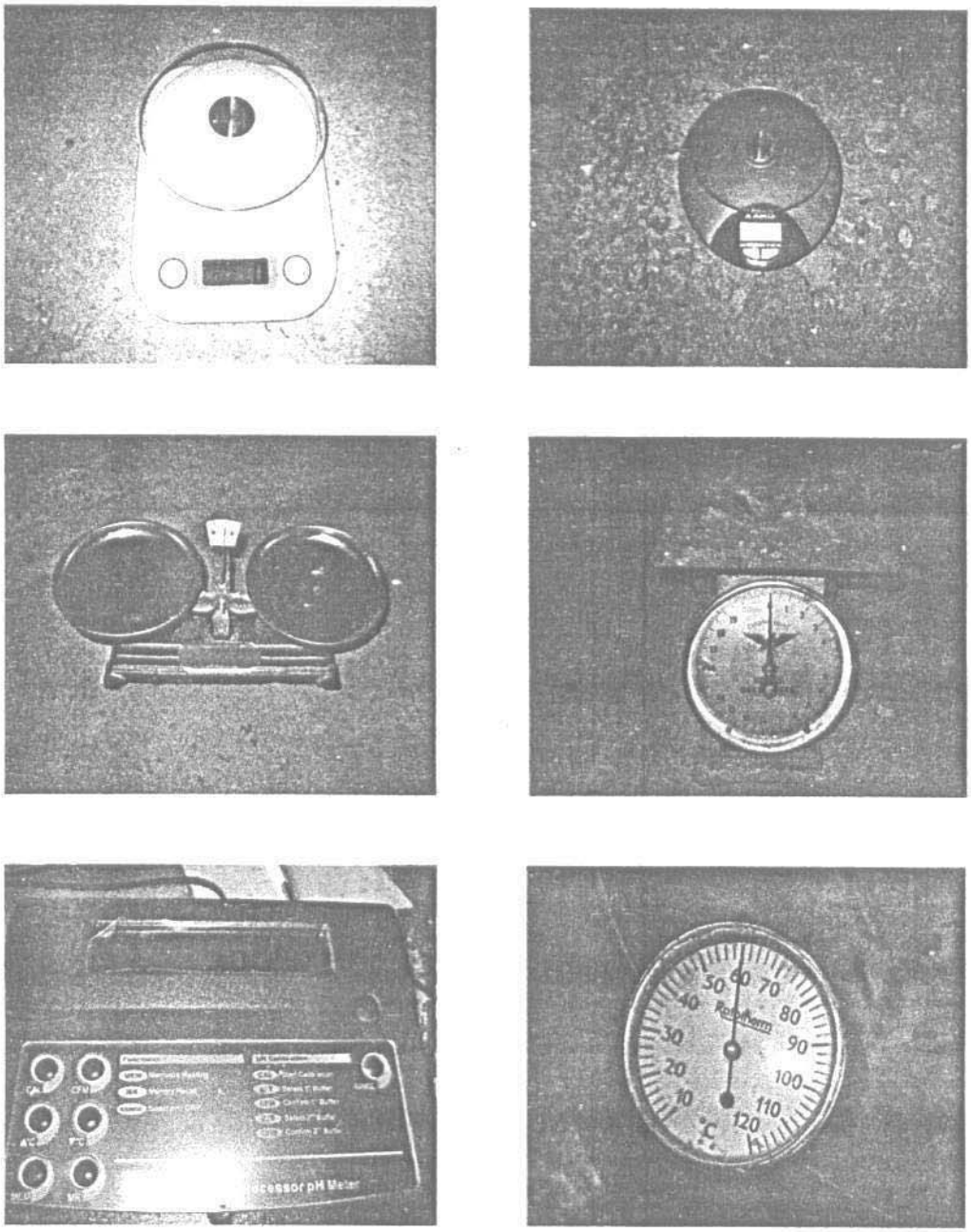
ภาพที่ ค6 ภาพการถอนขน การตรวจวัดค่า pH และชำแหละซาก



ภาพที่ ค7 ภาพการชั่งน้ำหนักซากนก



ภาพที่ ค8 ภาพการชำแหละซากและชั่งน้ำหนักซาก



ภาพที่ ค9 ภาพเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางที่ ง1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง · อายุ 75 วันของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

FNWT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	670.148	4	167.537	4.804	.011
Within Groups	523.090	15	34.873		
Total	1193.238	19			

FNWT

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Control	4			161.0500
5% Dried Milk Sludge	4		156.4000	156.4000
10% Dried Milk sludge	4		153.9500	153.9500
15% Dried Milk Sludge	4	150.1000	150.1000	
20% Dried Milk sludge	4	143.9500		
Sig.		.161	.172	.127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ของค่าน้ำหนักเพิ่มต่อตัวของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

WG

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	670.148	4	167.537	4.804	.011
Within Groups	523.090	15	34.873		
Total	1193.238	19			

WG

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Control	4			11.0500
5% Dried Milk Sludge	4		6.4000	6.4000
10% Dried Milk sludge	4		3.9500	3.9500
15% Dried Milk Sludge	4	.1000	.1000	
20% Dried Milk sludge	4	-6.0500		
Sig.		.161	.172	.127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

ADG

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.380	4	.095	4.804	.011
Within Groups	.297	15	.020		
Total	.676	19			

ADG

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Control	4			.2631
5% Dried Milk Sludge	4		.1524	.1524
10% Dried Milk sludge	4		.0940	.0940
15% Dried Milk Sludge	4	.0024	.0024	
20% Dried Milk sludge	4	-.1440		
Sig.		.161	.172	.127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละขนและเลือดของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

FEABLOOD

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6.382	4	1.596	1.087	.398
Within Groups	22.024	15	1.468		
Total	28.407	19			

FEABLOOD

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	4	12.4775
5% Dried Milk Sludge	4	13.2400
10% Dried Milk sludge	4	12.2700
15% Dried Milk Sludge	4	13.1350
20% Dried Milk sludge	4	13.8450
Sig.		.116

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละเครื่องในรวมของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

OFFAL

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.104	4	1.026	1.225	.342
Within Groups	12.561	15	.837		
Total	16.665	19			

OFFAL

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
Control	4	11.2950
5% Dried Milk Sludge	4	10.1175
10% Dried Milk sludge	4	11.1175
15% Dried Milk Sludge	4	10.9425
20% Dried Milk sludge	4	10.3525
Sig.		.119

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละหัวใจของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

HEART

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.034	4	.009	.546	.705
Within Groups	.235	15	.016		
Total	.269	19			

HEART

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	4	.7650
5% Dried Milk Sludge	4	.7950
10% Dried Milk sludge	4	.8525
15% Dried Milk Sludge	4	.8825
20% Dried Milk sludge	4	.8250
Sig.		.248

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละตับของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

LIVER

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.264	4	.066	1.749	.192
Within Groups	.566	15	.038		
Total	.829	19			

LIVER

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	4	1.5900
5% Dried Milk Sludge	4	1.5875
10% Dried Milk sludge	4	1.8250
15% Dried Milk Sludge	4	1.7650
20% Dried Milk sludge	4	1.5275
Sig.		.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละกึ๋นของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

GIBLET

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.163	4	.041	1.166	.365
Within Groups	.524	15	.035		
Total	.687	19			

GIBLET

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
Control	4	1.5000
5% Dried Milk Sludge	4	1.5575
10% Dried Milk sludge	4	1.7350
15% Dried Milk Sludge	4	1.6750
20% Dried Milk sludge	4	1.7050
Sig.		.128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละหัวของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

HEAD

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.605	4	.651	1.596	.227
Within Groups	6.119	15	.408		
Total	8.724	19			

HEAD

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	4	8.4700
5% Dried Milk Sludge	4	7.9400
10% Dried Milk sludge	4	8.2950
15% Dried Milk Sludge	4	8.3250
20% Dried Milk sludge	4	7.4675
Sig.		.062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละซากไม่รวมหัวของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

DRESSING

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	194.401	4	48.600	2.598	.079
Within Groups	280.631	15	18.709		
Total	475.032	19			

DRESSING

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	4		62.5600
5% Dried Milk Sludge	4	58.4425	58.4425
10% Dried Milk sludge	4		62.6750
15% Dried Milk Sludge	4	57.6775	57.6775
20% Dried Milk sludge	4	54.4725	
Sig.		.237	.152

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าน้ำหนักซากเย็นของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

COLDWT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.222	4	.305	1.457	.222
Within Groups	18.871	90	.210		
Total	20.093	94			

COLDWT

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	20	100.0700	100.0700
5% Dried Milk Sludge	19	99.9079	
10% Dried Milk sludge	16	100.0944	100.0944
15% Dried Milk Sludge	20		100.2495
20% Dried Milk sludge	20	100.0110	100.0110
Sig.		.261	.149

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 18.859.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนปีกของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Wings, %

	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.095	4	1.774	2.013	.099
Within Groups	80.174	91	.881		
Total	87.270	95			

Wings, %

Duncan

Treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Control	20	10.2665	10.2665
5% Dried Milk Sludge	20	10.1650	10.1650
10% Dried Milk sludge	16	9.6875	
15% Dried Milk Sludge	20		10.5725
20% Dried Milk sludge	20	10.1810	10.1810
Sig.		.085	.228

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 19.048.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนน่องและสะโพกของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Thigh & drum, %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.857	4	.714	.471	.757
Within Groups	144.106	95	1.517		
Total	146.963	99			

Thigh & drum, %

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	20	23.8475
5% Dried Milk Sludge	20	23.3865
10% Dried Milk sludge	20	23.8060
15% Dried Milk Sludge	20	23.7185
20% Dried Milk sludge	20	23.8105
Sig.		.301

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

ตารางที่ ง14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนเนื้อหน้าอก และเนื้อสันนอกของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Breast & fillet, %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	27.553	4	6.888	1.175	.327
Within Groups	551.281	94	5.865		
Total	578.834	98			

Breast & fillet, %

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	20	31.5340
5% Dried Milk Sludge	19	31.6058
10% Dried Milk sludge	20	32.6745
15% Dried Milk Sludge	20	31.1080
20% Dried Milk sludge	20	31.4930
Sig.		.072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 19.792.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนหน้าแข้งและเท้าของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

shank & feet, %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.671	4	.168	1.022	.400
Within Groups	15.582	95	.164		
Total	16.253	99			

shank & feet, %

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	20	2.2170
5% Dried Milk Sludge	20	2.3115
10% Dried Milk sludge	20	2.1540
15% Dried Milk Sludge	20	2.3310
20% Dried Milk sludge	20	2.3805
Sig.		.119

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

ตารางที่ ง16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าร้อยละสัดส่วนกระดูกซี่โครงของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Skeletal, %

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.201	4	1.050	.268	.898
Within Groups	372.220	95	3.918		
Total	376.421	99			

Skeletal, %

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	20	32.2050
5% Dried Milk Sludge	20	32.6750
10% Dried Milk sludge	20	32.2350
15% Dried Milk Sludge	20	32.5195
20% Dried Milk sludge	20	32.1460
Sig.		.461

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

ตารางที่ ง17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า pH ที่ 45 นาทีของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

pH45

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.016	4	.004	1.397	.283
Within Groups	.044	15	.003		
Total	.061	19			

pH45

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	4	5.6955
5% Dried Milk Sludge	4	5.7335
10% Dried Milk sludge	4	5.6560
15% Dried Milk Sludge	4	5.6700
20% Dried Milk sludge	4	5.6605
Sig.		.086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

ตารางที่ ง18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า pH ที่ 24 ชั่วโมงของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.190	4	.048	6.698	.000
Within Groups	.661	93	.007		
Total	.852	97			

pH

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
control	20		5.6420	
5% Dried Milk Sludge	20			5.7010
10% Dried Milk sludge	19	5.5784		
15% Dried Milk Sludge	19	5.5947	5.5947	
20% Dried Milk sludge	20	5.6020	5.6020	
Sig.		.415	.100	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 19.588.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าแรงตัดเฉือนสูงสุดของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Max Shear's force, N

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	112.919	4	28.230	1.973	.110
Within Groups	844.299	59	14.310		
Total	957.219	63			

Max Shear's force, N

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	15	13.8962	
5% Dried Milk Sludge	14	14.9634	14.9634
10% Dried Milk sludge	11	13.7539	
15% Dried Milk Sludge	13	15.3876	15.3876
20% Dried Milk sludge	11		17.6241
Sig.		.331	.100

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 12.600.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่างานที่ได้จากแรงตัดเฉือนของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Work of Sheare's Force, mJ

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8239.142	4	2059.786	7.218	.000
Within Groups	12270.443	43	285.359		
Total	20509.585	47			

Work of Sheare's Force, mJ

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	11	101.7384	
5% Dried Milk Sludge	10	104.8350	
10% Dried Milk sludge	8	99.1285	
15% Dried Milk Sludge	10	108.5001	
20% Dried Milk sludge	9		136.3621
Sig.		.279	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.487.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

ตารางที่ ง21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสว่างของสี (L*) ของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

color, L*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38.132	4	9.533	2.042	.113
Within Groups	144.717	31	4.668		
Total	182.848	35			

color, L*

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Control	8	39.7800	39.7800
5% Dried Milk Sludge	7	39.0414	39.0414
10% Dried Milk sludge	6	38.5417	
15% Dried Milk Sludge	9	38.4033	
20% Dried Milk sludge	6		41.3500
Sig.		.286	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.019.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าแกนของสีเขียวไปถึงสีแดง (a*) ของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

color, a*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.911	4	.228	.415	.797
Within Groups	15.380	28	.549		
Total	16.291	32			

color, a*

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	6	18.3400
5% Dried Milk Sludge	8	18.8250
10% Dried Milk sludge	6	18.7683
15% Dried Milk Sludge	8	18.6725
20% Dried Milk sludge	5	18.6220
Sig.		.306

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.383.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าแกนของสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง (b*) ของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

color, b*

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16.430	4	4.108	2.447	.074
Within Groups	40.281	24	1.678		
Total	56.712	28			

color, b*

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	7	1.5657	
5% Dried Milk Sludge	7	1.3429	
10% Dried Milk sludge	6	2.0350	
15% Dried Milk Sludge	5	2.0380	
20% Dried Milk sludge	4		3.7375
Sig.		.424	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.541.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการแขวนของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Dripping losses, %

	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34.119	4	8.530	2.045	.095
Within Groups	379.484	91	4.170		
Total	413.603	95			

Dripping losses, %

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	19	10.1579	10.1579
5% Dried Milk Sludge	19	9.9153	9.9153
10% Dried Milk sludge	19	9.7779	9.7779
15% Dried Milk Sludge	20	8.8920	10.5725
20% Dried Milk sludge	19		10.7042
Sig.		.082	.206

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 19.192.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

ตารางที่ ง25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการแช่แข็งที่ 0 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมงของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Freezing losses, %

	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.088	4	.272	.897	.470
Within Groups	26.391	87	.303		
Total	27.479	91			

Freezing losses, %

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	19	1.0911
5% Dried Milk Sludge	17	1.3300
10% Dried Milk sludge	18	1.1594
15% Dried Milk Sludge	19	1.0926
20% Dried Milk sludge	19	.9968
Sig.		.106

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 18.364.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการละลายน้ำแข็งที่ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมงของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Thawing losses, %

	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22.186	4	5.547	1.514	.206
Within Groups	282.030	77	3.663		
Total	87.270	81			

Thawing losses, %

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05
		1
control	16	2.5700
5% Dried Milk Sludge	16	2.8094
10% Dried Milk sludge	15	1.3447
15% Dried Milk Sludge	17	1.9918
20% Dried Milk sludge	18	1.7800
Sig.		.053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 16.337.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยการปรุงให้สุกอุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 องศาเซลเซียส 5 นาที ของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Cooking losses, %

	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	120.353	4	30.088	3.012	.022
Within Groups	859.068	86	9.989		
Total	979.421	90			

Cooking losses, %

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Control	19	29.5542	29.5542
5% Dried Milk Sludge	20	27.6700	
10% Dried Milk sludge	17		30.6512
15% Dried Milk Sludge	19		30.1674
20% Dried Milk sludge	16		30.7613
Sig.		.077	.303

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 18.078.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ตารางที่ ง28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำทั้งหมดของนกกระทาเพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้ง ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20

ANOVA

Totally losses, %

	Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	130.626	4	32.657	2.028	.100
Within Groups	1078.823	67	16.102		
Total	1209.449	71			

Totally losses, %

Duncan

treatment	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
control	16	43.6962	43.6962
5% Dried Milk Sludge	13	41.1662	
10% Dried Milk sludge	13	42.5731	42.5731
15% Dried Milk Sludge	15	41.7753	41.7753
20% Dried Milk sludge	15		44.9173
Sig.		.129	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 14.299.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

บรรณานุกรม

ชัยณรงค์ ค้นธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

ชุมนุม ภูนิคม. 2531. **การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในสูตรอาหารนกกระทารุ่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ไชยา อุ้ยสูงเนิน. 2541. **นกกระทา. พิมพ์ครั้งที่ 4.** นนทบุรี: ฐานเกษตรกรรม.

นวรัตน์ พรสวัสดิ์ชัย. 2543. **การใช้กากส่าเหล้าแห้งผสมในอาหารนกกระทาเนื้อ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2527. **เคมีนมและผลิตภัณฑ์นม.** เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บริษัท เนสท์เล่ ฟู้ดส์ (ประเทศไทย). 2549. **ข้อมูลโรงงานเนสท์เล่ ฟู้ดส์ (ประเทศไทย).** ค้นวันที่ 30 ตุลาคม 2549 จาก http://www.nestle.co.th/corporate/thai/contact/.

บวรศักดิ์ หัสดิน ณ อยุธยา. ม.ป.ป. **คู่มือการเลี้ยงนกกระทาเชิงธุรกิจ ลงทุนน้อย กำไรงาม.** กรุงเทพมหานคร: เพชรกะรัต สติวดิโอ.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2535. **หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2539. **หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 2 .** กรุงเทพมหานคร: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์. 2533. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์.** เชียงใหม่: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วีระพงษ์ ค้นธชา. 2524. **การผสมพันธุ์ข้ามไก่บ้านและนกกระทาญี่ปุ่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมกิจ อนะวัชกุล. 2532. **ผลของการใช้ใบกระถินแช่น้ำเป็นอาหารนกกระทาญี่ปุ่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2534. **การจัดการเนื้อสัตว์. เชียงใหม่:** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์.** เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2547. **การจัดการเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 3.** เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรัตน์ชัย เตียงนิล. 2536. **การปรับปรุงโภชนะของกากเมล็ดลินสีดในอาหารนกกระทาก่ำลังเติบโตและไก่กระทง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2530. **นกกระทา. พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับปรับปรุงใหม่.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภิชัย รัตนวราหะ. 2541. **การเลี้ยงนกกระทา.** กรุงเทพมหานคร: รั้วเขียว.

อรทัย ไตรวุฒานนท์. 2536. **การปรับสูตรอาหารนกกระทาที่เหมาะสมกับการเลี้ยงนกกระทาญี่ปุ่นระดับเกษตรกรรายย่อย.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาวุธ ตันโช. 2538. **การผลิตสัตว์ปีก.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

Association of American Feed Control Officials Incorporated. 1992. **Official Publication.** Atlanta:AAFCO.

Fletcher, D.L.; Qiao, M. and Smith, D.P. 2000. The Relationship of Raw Broiler Breast Meat Color and pH to Cooked Meat Color and pH. **Journal of Poultry Science.** 79 (January): 784–788.

Garrido M.D. et al. 1994. Objective Assessment of Pork Quality. **Journal of Meat Science.** 37 (May): 411–420.

Hofmann, K. 1994. What is Quality ? Definition, Measurement and Evaluation of Meat Quality. **Journal of Meat Science.** 37 (May): 73–82.

Jeng, S. L. et al. 1997. Effect of Lead Ingestion on Concentrations of Lead in Tissues and Eggs of Laying Tsaiya Ducks in Taiwan. **Journal of Poultry Science.** 76 (September): 13–16.

Mehaffey, J.M. et al. 2006. Meat Quality Evaluation of Minimally Aged Broiler Breast Fillets from Five Commercial Genetic Strains. **Journal of Poultry Science.** 85 (December): 902–908.

Musa, H.H. et al. 2006. Breed and Sex Effect on Meat Quality of Chicken. **Journal of Poultry Science.** 85 (June): 565–568.

Nahachon, S.N. et al. 2005. Effect of Dietary Metabolizable Energy and Crude Protein Concentrations on Growth Performance and Carcass Characteristics of French Guinea Broilers. **Journal of Poultry Science.** 84 (October): 337–334.

National Research Council. 1982. Quoted in National Research Council. 1994. **Nutrient ReQuirements of Poultry.** 9th ed. Washington, D.C.: National Academy Press.

National Research Council. 1994. **Nutrient ReQuirements of Poultry.** 9th ed. Washington, D.C.: National Academy Press.

Qiao, M. et al. 2001. The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water – Holding Capacity and Emulsification Capacity. **Journal of Poultry Science.** 80 (May): 676–680.

Temim, S. et al. 2000. Does Excess Dietary Protein Improve Growth Performance and Carcass Characteristics in Heat – Exposed Chickens ?. **Journal of Poultry Science.** 79 (September): 312–317.

Woelfel, R.L. et al. 2002. The Characterization and Incidence of Pale, Soft and Exudative Broiler Meat in a Commercial Processing Plant. **Journal of Poultry Science.** 81 (October): 579–584.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล	นายนโยบาย ทองเย็น
ภูมิลำเนา	307 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 11 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	บริหารธุรกิจบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม ปีการศึกษา 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	307 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 11 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร 10600 โทรศัพท์ 02 – 4112860