บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาผลการใช้กากตะกอนนมแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารนกกระทาไข่ เป็นการวิจัยกับนกกระทาไข่อายุ 35 – 70 วัน การทดลองได้ผสมอาหารที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งที่มีปริมาณที่แตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ สูตรที่ 1 เป็นอาหารเปรียบเทียบไม่มีการผสมกากตะกอนนมแห้ง สูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 เป็นอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ในสูตรอาหารตามลำดับ

4.1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะต่าง ๆ และปริมาณกรดอะมิโนในกากตะกอนนมแห้ง

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะในกากตะกอนนมแห้ง พบว่า กากตะกอนนมแห้งมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 30.86 ความชื้นร้อยละ 15.78 เถ้าร้อยละ 19.15 โปรตีนร้อยละ 43.84 ไขมันร้อยละ 2.17 และเยื่อใยร้อยละ 3.98 ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบทางโภชนะของกากตะกอนนมแห้ง โดยเปรียบเทียบกับหางนมผง ปลาป่น และกากถั่วเหลือง

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 ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพอาหารของนกกระทาไข่ และส่วนประกอบต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณกรดอะมิโนในกากตะกอนนมแห้งเปรียบเทียบกับหางนมผง 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

แหล่งที่มา: หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2549: 1 – 2.

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

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะในสูตรอาหารทดลอง และความต้องการทางโภชนะของนกกระทาไข่

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะ (Proximate Analysis) ในสูตรอาหารที่ผสมกากตะกอนนมแห้งที่ระดับต่าง ๆ พบว่า อาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งทั้ง 5 สูตรนั้น 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
กาก	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 นกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีปริมาณตะกั่วทั้งหมดที่ได้รับเท่ากับ 0, 0.92, 1.85, 2.77 และ 3.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ ปริมาณแคดเมียม และปรอท มีค่าน้อยกว่า 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากล จึงให้ความสนใจโลหะตะกั่วอย่างเดียว เพราะมีปริมาณตกค้างในกากตะกอนนมแห้งค่อนข้างสูง ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณตะกั่วในอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งทั้ง 5 สูตรที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	ร้อยละกากตะกอนนมแห้ง				
	0	**5**	**10**	**15**	**20**
ปริมาณตะกั่วในอาหาร (คำนวณ) (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0	1.19	2.40	3.59	4.80
ปริมาณตะกั่วทั้งหมดที่ได้รับ (คำนวณ) (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0	0.92	1.85	2.77	3.70
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 America Feed Control Officials Incorporate (AAFCO), 1992: 335)

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบปริมาณโภชนะต่าง ๆ ที่นกกระทาไข่ต้องการ กับกากตะกอนนมแห้งและหางนมผง

รายการ	ปริมาณโภชนะ (mg/100 mg)		
	ค่ามาตรฐาน*	กากตะกอนนมแห้ง**	หางนมผง**
Amino Acids			
Arginine	1.26	1.83	3.18
Glycine + Serine	1.17	3.64	-
Histidine	0.42	0.60	1.11
Isoleucine	0.90	1.51	2.71
Leucine	1.42	2.51	3.39
Lysine	1.00	1.50	2.73
Methionine	0.45	-	0.59
Methionine + Cystine	0.70	-	1.26
Phenylalanine	0.78	1.46	-
Phenylalanine + Tyrosine	1.40	2.46	3.82
Threonine	0.74	1.86	1.72
Trytophan	0.19	-	0.59
Valine	0.92	2.05	2.24
Macrominerals			
Calcium	2.5	-	1.3
Chlorine	0.14	-	-
Magnesium	500 (mg)	-	-
Nonphytate phosphorus	0.35	-	1
Potassium	0.4	-	-
Sodium	0.15	-	-

หมายเหตุ: * National Research Council, 1982 Quoted in National Research Council, 1994: 45.

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

4.3 ประสิทธิภาพการผลิตของนกกระทาไข่

เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใช้กากตะกอนนมแห้งผสมเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารนกกระทาไข่ที่ระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ในสูตรอาหาร โดยใช้นกกระทาไข่ อายุ 4 สัปดาห์ จำนวน 400 ตัว และทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่อายุ 5 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์ และแปรผล ซึ่งปรากฏผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 ประสิทธิภาพการผลิตของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

ประสิทธิภาพการผลิต	ระดับกากตะกอนนมแห้ง (ร้อยละ)				
ของนกกระทาไข่	0	5	10	15	20
1. ปริมาณอาหารที่นกกระทาไข่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (Feed Intake/Head/Day)	22	22	22	22	22
2. อัตราการไข่ต่อวัน (ร้อยละ)	69.91^{B}	70.37^{AB}	72.31^{AB}	73.90^{AB}	75.68^{A}
3. อัตราการตาย	3.75^{B}	7.50^{A}	2.50^{B}	0.00^{C}	0.00^{C}
4. ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักไข่ 100 ฟอง	13.10^{A}	11.01^{B}	11.03^{B}	9.40^{C}	8.71^{D}

หมายเหตุ: ^{ABCD} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 4.7 คุณภาพไข่ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารผสมกากตะกอนนมแห้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

คุณภาพไข่	ระดับกากตะกอนนมแห้ง (ร้อยละ)				
	0	5	10	15	20
คุณภาพภายนอก					
1. ขนาดไข่					
1.1 ความกว้างไข่ต่อฟอง	24.99^{B}	25.01^{B}	25.08^{B}	25.59^{A}	25.64^{A}
1.2 ความสูงไข่ต่อฟอง	30.56^{C}	30.63^{C}	30.91^{B}	31.81^{A}	31.92^{A}
2. น้ำหนักไข่ต่อฟอง	9.94^{B}	10.94^{A}	10.06^{B}	10.96^{A}	10.96^{A}
3. ความหนาเปลือกไข่ต่อฟอง	0.20	0.20	0.21	0.21	0.21
4. Breaking Time ของเปลือกไข่	1.68^{B}	1.71^{B}	1.70^{B}	1.73^{AB}	1.79^{A}
5. Young's Modulus ของเปลือกไข่	1,330^{E}	1,388^{D}	1,522^{C}	1,554^{B}	1,714^{A}
6. Work (J) ของเปลือกไข่	513.33^{E}	529.64^{D}	594.38^{C}	629.37^{B}	740.28^{A}
7. Max Force (N) ของเปลือกไข่	5.93^{D}	6.16^{CD}	6.80^{CB}	7.07^{B}	8.05^{A}
8. Fracturability ของเปลือกไข่	0.1687^{AB}	0.1683^{B}	0.1703^{AB}	0.1735^{AB}	0.1792^{A}
9. Breaking Stress ของ เปลือกไข่	755.23^{D}	784.26^{CD}	866.58^{DC}	900.55^{B}	1,024.75^{A}
10. Stiffness ของเปลือกไข่	4,394.32^{D}	4,576.65^{CD}	5,003.32^{CB}	5,125.48^{AB}	5,649.63^{A}
11. Power (Watts) ของเปลือกไข่	301.55^{C}	309.54^{BC}	344.71^{B}	360.24^{B}	409.87^{A}
คุณภาพภายใน					
1. สีของไข่แดง	7.00^{E}	11.00^{D}	13.00^{C}	14.00^{B}	15.00^{A}
2. ความสูงของไข่แดงต่อฟอง	5.01^{D}	5.48^{C}	5.12^{C}	5.99^{B}	6.38^{A}

หมายเหตุ : ^{ABCDE} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.3.1 ปริมาณอาหารที่นกกระทากินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (Feed Intake/Head/Day)

จากการทดลอง พบว่า นกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่ผสมกากตะกอนนมแห้งในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวันเท่ากับ 22.00 กรัม โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เนื่องมาจากเป็นการควบคุมการให้อาหารในระดับที่เท่ากันทุกสูตร เพื่อวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของนกกระทาไข่ในแต่ละสูตรอาหารทดลอง ดังตารางที่ 4.6

4.3.2 อัตราการไข่ต่อวัน

อัตราการไข่ต่อวันของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีอัตราการไข่ร้อยละ 69.91, 70.37, 72.31, 73.90 และ 75.68 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า นกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีอัตราการไข่ต่อวันแตกต่างกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองสูตรควบคุม หรือไม่มีกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5, 10 และ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6

4.3.3 อัตราการตาย (Mortality Rate)

อัตราการตายของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีอัตราการตายร้อยละ 3.75, 7.50, 2.50, 0.00 และ 0.00 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า นกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 มีอัตราการตายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับอัตราการตายของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้ง ร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 ตามลำดับ และอัตราการตายของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับอัตราการตายของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 และ 20 แต่กากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6

4.3.4 ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักไข่ 100 ฟอง

ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักไข่ 100 ฟอง ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักไข่ 100 ฟองเท่ากับ 13.10, 11.01, 11.03, 9.40 และ 8.71 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักไข่ 100 ฟอง ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 และ 10 และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักไข่ 100 ฟอง ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 และ 10 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 และ 20 ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6

4.3.5 คุณภาพไข่

4.3.5.1 คุณภาพไข่ภายนอก

1) ขนาดไข่

(1) ความกว้างไข่ต่อฟอง

ความกว้างไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีความกว้างไข่ต่อฟอง เท่ากับ 24.99, 25.01, 25.08, 25.59 และ 25.64 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า ความกว้างไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 และ 20 มีความแตกต่างกับความกว้างไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5 และ 10 ในสูตรอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

(2) ความสูงไข่ต่อฟอง

ความสูงไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีความสูงไข่ต่อฟองเท่ากับ 30.56, 30.63, 30.91, 31.81 และ 31.92 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ความสูงไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับความสูงไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหาร

ทดลองผสมกากตะกอนแห้งร้อยละ 10 สำหรับความสูงไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนแห้งร้อยละ 0 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งเป็นความสูงไข่ต่อฟองน้อยที่สุด ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

2) น้ำหนักไข่ต่อฟอง

น้ำหนักไข่ต่อฟอง ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีน้ำหนักไข่ต่อฟองเท่ากับ 9.94, 10.94, 10.06, 10.96 และ 10.96 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า น้ำหนักไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5, 15 และ 20 แตกต่างกับน้ำหนักไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 และ 10 ในสูตรอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

3) ความหนาเปลือกไข่ต่อฟอง

ความหนาเปลือกไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีความหนาของเปลือกไข่ต่อฟองเท่ากับ 0.20, 0.20, 0.21, 0.21 และ 0.21 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ความหนาเปลือกไข่ต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

4) Breaking Time ของเปลือกไข่ (Breaking Time of Egg Shell)

Breaking Time ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่า Breaking Time ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่เท่ากับ 1.68, 1.71, 1.70, 1.73 และ 1.79 วินาที ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า Breaking Time ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ Breaking Time ของเปลือกไข่ ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5 และ 10 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับ Breaking Time ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

5) Young's Modulus ของเปลือกไข่ (Young's Modulus of Egg Shell)

Young's Modulus ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่า Young's Modulus

ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่เท่ากับ 1,330, 1,388, 1,522, 1,554 และ 1,714 นิวตันต่อตารางเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า Young's Modulus ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ Young's Modulus ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 และ Young's Modulus ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10, 5 และ 0 ตามลำดับ โดยทุกค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

6) Work ของเปลือกไข่ (Work of Egg Shell)

Work ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่า Work ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่เท่ากับ 513.33, 529.64, 594.38, 629.37 และ 740.28 จูลส์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า Work ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ Work ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 และ Work ของเปลือกไข่ ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10, 5 และ 0 ตามลำดับ โดยทุกค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

7) Max Force (N) ของเปลือกไข่ (Max Force of Egg Shell)

Max Force ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่า Max Force ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่เท่ากับ 5.93, 6.16, 6.80, 7.07 และ 8.05 นิวตัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า Max Force ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ Max Force ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 และ Max Force ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ Max Force ของเปลือกไข่ของ นกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 และ 5 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

8) Fracturability (mm.) ของเปลือกไข่ (Fracturability of Egg Shell)

Fracturability ของเปลือกไข่ ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่า Fracturability ของ

เปลือกไข่ของนกกระทาไข่เท่ากับ 0.1687, 0.1683, 0.1703, 0.1735 และ 0.1792 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า Fracturability ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ Fracturability ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับ Fracturability ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 10 และ 15 ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

9) Breaking Stress (N/m^2) (Breaking Stress of Egg Shell)

Breaking Stress ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่า Breaking Stress ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่เท่ากับ 755.23, 784.26, 866.58, 900.55 และ 1,024.75 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า Breaking Stress ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ Breaking Stress ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ขณะที่ Breaking Stress ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับ Breaking Stress ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ Breaking Stress ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 และ 5 ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

10) Stiffness ($N/m^2/mm$) (Stiffness of Egg Shell)

Stiffnessของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่า Stiffness ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่เท่ากับ 4,394.32, 4,576.65, 5,003.32, 5,125.48 และ 5,649.63 นิวตันต่อตารางเมตรต่อมิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า Stiffness ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับ Stiffness ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ Stiffness ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5 และ 10 และ Stiffness ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วย

อาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) กับ Stiffness ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 10 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) กับ Stiffness ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 และ 5 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

11) Power (Watts) (Power of Egg Shell)

Power ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีค่า Power ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่เท่ากับ 301.55, 309.54, 344.71, 360.24 และ 409.87 วัตต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า Power ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีความแตกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) กับ Power ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 แต่ Power ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) กับ Power ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 และ 10 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) กับ Power ของเปลือกไข่ของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

4.3.5.2 คุณภาพไข่ภายใน

1) สีของไข่แดง

สีของไข่แดงของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีสีของไข่แดงเท่ากับ 7.00, 11.00, 13.00, 14.00 และ 15.00 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า สีของไข่แดงของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีสีของไข่แดงสูงที่สุด รองลงมา คือ สีของไข่แดงของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15, 10, 5 และ 0 ตามลำดับ ซึ่งทุกค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

2) ความสูงของไข่แดง

ความสูงของไข่แดงต่อฟองของนกกระทาไข่ที่ได้รับอาหารทดลองที่มีปริมาณกากตะกอนนมแห้งผสมอยู่ในระดับร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 มีความสูงของไข่แดงต่อฟองเท่ากับ 5.01, 5.48, 5.12, 5.99 และ 6.38 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทาง

สถิติ พบว่า ความสูงของไข่แดงต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 20 มีความสูงของไข่แดงต่อฟองสูงที่สุด รองลงมา คือ ความสูงของไข่แดงต่อฟองของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 15 ส่วนความสูงของไข่แดงของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 5 และ 10 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับความสูงของไข่แดงของนกกระทาไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากตะกอนนมแห้งร้อยละ 0 ซึ่งมีความสูงน้อยที่สุด ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7