ผลของขนาดอนุภาคอาหารต่อการเจริญเติบโตและลักษณะซากของไก่เนื้อ

(Effect of Feed Particle Size on Growth and Carcass Characteristics of Broiler Chickens)

จิรวัฒน์ พุ่มแก้ว

Jirawat Phumkaew

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของขนาดอนุภาคอาหารต่อการเจริญเติบโตและลักษณะซากของไก่เนื้อ โดยทำการรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2565 โดยมีการให้อาหารที่มีขนาดอนุภาค 1- 8 มม. พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารขนาดอนุภาค 3- 5 มม. มีปริมาณการกินได้และอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าขนาดอนุภาค 1-2 มม. ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์ซากไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าอาหารไก่เนื้อที่มีขนาดอนุภาค 3-5 มม. มีความเหมาะสมสำหรับไก่เนื้อ

คำสำคัญ: ขนาดอนุภาคอาหาร, การเจริญเติบโต, ลักษณะซาก, ไก่เนื้อ

บทนำ

การผลิตไก่เนื้อเป็นหนึ่งในภาคการเกษตรที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เมื่อพันธุกรรมของไก่เนื้อได้รับการพัฒนาให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จึงได้มีการพัฒนาด้านการจัดการและอาหารเพื่อให้พันธุกรรมแสดงศักยภาพได้อย่างเต็มที่ โดยให้ได้น้ำหนักก่อนฆ่าตามเป้าหมายภายในระยะเวลาน้อยที่สุด ซึ่งมีการพัฒนาด้านการจัดการอาหารของไก่เนื้อเพื่อให้สามารถย่อยและนำโภชนะไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยรูปแบบของอาหารและขนาดอนุภาคอาหารก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการย่อยได้ของอาหาร และการใช้ขนาดอาหารที่ไม่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่เนื้อจะส่งผลต่อการกินและการย่อยได้ (Suthama and Wibawa, 2018) อย่างไรก็ตาม Amerah et al. (2007) ได้ทำการศึกษาการใช้อาหารที่มีขนาดอนุภาค 3 และ 7 มม. ในไก่ช่วงอายุ 1-21 วัน พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 3 และ 7 มม. มีปริมาณการกินได้เท่ากัน แต่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 7 มม. มีอัตราการเจริญเติมโตมากกว่า (681 กรัม/ตัว) และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (1.575) ต่ำกว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 3 มม. (643 กรัม/ตัว และ1.621) ขณะที่ Zang et al. (2009) พบว่าไก่ช่วงอายุ 0-42 วัน ที่ได้รับอาหารขนาดอนุภาค 3 และ 5 มม. มีอัตราการเจริญเติมโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่เท่ากัน แต่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 5 มม. มีปริมาณการกินได้ (100.3 กรัม/ตัว) สูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารขนาดอนุภาค 3 มม. (93.9 กรัม/ตัว) อย่างไรก็ตามขนาดอนุภาคอาหารที่เหมาะสมสำหรับไก่เนื้อยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของขนาดอนุภาคอาหารต่อการเจริญเติบโตและลักษณะซากของไก่เนื้อ

ผลของขนาดอนุภาคอาหารต่อปริมาณการกินได้ (Feed intake)

Kareem et al. (2022) ทำการทดลองในไก่เนื้อ 450 ตัว แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 3, 4 และ 5 มม. พบว่า ในช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 5 มม. มีปริมาณการกินได้มากกว่า 4 และ 3 มม. ตามลำดับ และในช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 5 มม. 3, 4 และ มีปริมาณการกินได้ที่เท่ากัน (Table 1) ซึ่งไปในทิศทางเดียวกันกับ Nabi et al. (2017): Lv et al. (2015) ที่ได้ทำการทดลองในไก่เนื้อ 1,152 ตัว วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลมี 2 ปัจจัยคือรูปแบบอาหาร (เม็ดและบด) และขนาดอนุภาค (2, 5 และ 8 มม.) ดังนั้นจึงมีทั้งหมด 6 กลุ่มการทดลอง คือกลุ่มที่มีอาหารอัดเม็ดขนาดอนุภาค 2, 5 และ 8 มม. และกลุ่มที่มีอาหารบดขนาดอนุภาค 2 ,5 และ 8 มม. พบว่าในช่วงอายุ 1-21, 22-32, 33-40 และ 1-40 วัน มีอิทธิพลร่วมกันของรูปแบบอาหารและขนาดอนุภาคอาหารต่อปริมาณการกินได้ โดยไก่ที่ได้รับอาหารเม็ดที่ขนาดอนุภาค 2 ,5 และ 8 มม. มีปริมาณการกินได้เท่ากันทุกกลุ่มการทดลอง ตลอดช่วงอายุการทดลอง 1-40 วัน และไก่ที่ได้รับอาหารบดมีปริมาณการกินได้ในช่วงอายุ 1-21, 22-32, และ 1-40 วัน พบว่ามีปริมาณการกินได้ของไก่ที่ได้รับอาหารขนาดอนุภาค 5 และ 8 มม. ที่เท่ากันแต่ทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณการกินได้มากกว่าไก่ที่ได้รับอาหารขนาด 2 มม. อย่างไรก็ตามในช่วงอายุ 33-40 วัน ไก่ที่ได้รับอาหารขนาดอนุภาค 2, 5 และ 8 มม. มีปริมาณการกินได้ที่เท่ากัน ทั้งกลุ่มอาหารอัดเม็ดและอาหารบด (Table 2) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไก่จะมีความสนใจขนาดอาหารที่ใหญ่กว่าขนาดที่เล็กโดยไก่จะกินอาหารที่ใหญ่ขึ้น

ตามจะงอยปาก ซึ่งไก่จะเริ่มสนใจอาหารที่มีขนาด 2.0 มม. ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับ Abdollahi et al., (2013) รายงานว่าไก่ที่รับอาหารขนาดอนุภาค 4 มม. มีปริมาณการกินได้มากกว่า 3.5 และ 3 มม. ตามลำดับ

Table1 effects of and particle sizes on growth performance of broiler chickens.

	Particle sizes (mm)				
Parameters	3	4	5	SEM	P-value
Starter phase (3-4 wk)					
BWG (g/b)	378.66^{ab}	397.34^{a}	348.85^{b}	12.55	0.0107
TFI (g/b)	852.62^{c}	872.28^{b}	916.58^{a}	5.01	0.0001
FCR	2.28^{b}	2.20^{b}	2.65^{a}	0.08	0.0003
Finisher phase (5-8 wk)					
BWG (g/b)	1248.14	1320.05	1262.42	45.47	0.6008
TFI (g/b)	2071.48^{b}	2071.77^{b}	2212.67^{a}	11.55	0.0001
FCR	1.66	1.57	1.79	0.07	0.1824

^{a,b,c}; Means with different superscript along the same row are significantly different ($p<0.05$)

SEM: Standard Error of Mean

Source: Kareem et al. (2022)

ผลของขนาดอนุภาคอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Body weight gain)

Nabi et al. (2017) ทำการทดลองในไก่เนื้อ 150 ตัว แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ควบคุมคือให้อาหารบด กลุ่มที่ 2 คือไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 1, 2 และ 3 มม. ระยะเริ่มต้น, ระยะกลาง และระยะสุดท้าย ตามลำดับ กลุ่มที่3 คือไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 1.5, 2.5 และ 3.5 มม. ระยะเริ่มต้น, ระยะกลาง และระยะสุดท้าย ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ในช่วงอายุ 0-5 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับทั้ง 3 กลุ่มการทดลองมีน้ำตัวที่เพิ่มขึ้นเท่ากัน แต่ในส่วนช่วงอายุ 6 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ 3 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม 2 และกลุ่ม 1 ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานของ Lv et al. (2015) พบว่าในช่วงอายุ 1-21 วัน และ 1-40 วัน มีอิทธิพลร่วมกันของรูปแบบอาหารและขนาดอนุภาคอาหารต่อมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น โดยไก่ที่ได้รับอาหารอัดเม็ดขนาดอนุภาค 2, 5 และ 8 มม. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเท่ากัน อย่างก็ตามไก่ที่ได้รับอาหารบดขนาดอนุภาค 5 และ 8 มม. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเท่ากัน แต่ทั้ง 2 กลุ่ม มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่าไก่ที่ได้รับอาหารขนาด 2 มม. ส่วนในช่วงอายุ 22-32 และ 33-40 วัน ไม่มีอิทธิพลร่วมกันของรูปแบบอาหารและขนาดอนุภาคอาหารต่อมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่าไก่ที่ได้อาหารขนาดอนุภาค 2, 5 และ 8 มม. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเท่ากัน (Table2) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับขนาดอนุภาคที่ไก่มีปริมาณการกินได้ที่

สูง ซึ่งขัดแย้งกับงานของ Kareem et al. (2022) พบว่า ในช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 4 มม. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 3 มม. แต่ทั้ง2 กลุ่มมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากกว่าไก่ที่ได้รับอาหารขนาดอนุภาค 5 มม. ในส่วนของช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารขนาดอนุภาค 3, 4 และ5 มม. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเท่ากันทุกกลุ่มการทดลอง (Table 1) โดยทั้งนี้ ขนาดอนุภาดอาหารที่ใหญ่ทำให้มีปริมาณการกินอาหารได้มากขึ้น แต่อาจทำให้อัตราการย่ายและดูดซึมช้ากว่าขนาดเล็ก (Dozier et al., 2010; Oliveira et al., 2011)

ผลของขนาดอนุภาคอารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio)

ในงานของ Kareem et al. (2022) พบว่า ในช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีขนาดอนุภาค 5 มม. มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมากกว่า 3 มม. และ 4 มม. ตามลำดับ และในช่วงอายุ 5-8 สัปดาห์ พบว่ามีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเท่ากันทุกกลุ่มการทดลอง (Table 1) อาจเป็นเพราะอาหารไก่ที่เลี้ยงด้วยขนาดอนุภาคที่ใหญ่อาจส่งผลให้การระบบย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารของลูกไก่ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Douglas et al. (1990) รายว่าไก่เนื้อที่ได้รับขนาดอนุภาคอาหารในระยะเริ่มต้มที่ขนาดอนุภาคเล็กมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและมีปริมาณการกินอาหารลดลง และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารต่ำกว่าไก่ที่ได้รับขนาดอนุภาคใหญ่ ซึ่งขัดแย้งกันกับงานของ Lv et al. (2015) พบว่าช่วงอายุ 1-21, 22-32, 33-40และ1-40 วัน ไม่มีอิทธิพลร่วมกันของรูปแบบอาหารและขนาดอนุภาคอาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว แต่ในส่วนของช่วงอายุ 1-21, 33-40 และ 1-40 วัน พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารอัดเม็ดและอาหารบดที่ขนาดอนุภาค 2, 5 และ 8 มม. มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเท่ากัน ขณะที่ช่วงอายุ 22-32 วัน พบว่าไก่เนื้อที่รับอาหารบดและอาหารอัดเม็ดที่ขนาดอนุภาค 5 และ 8 มม. มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเท่ากัน แต่ทั้ง 2 กลุ่ม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมากกว่าไก่ที่ได้รับอาหารขนาด 2 มม. (Table 3) ทั้งนี้เป็นเพราะขนาดอนุภาคใหญ่หรือเล็ก ไม่ส่งผลต่อการระบบย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารและไม่มีความแตกต่างต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Amerah et al., 2007)

ผลของอนุภาคของอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ซากและอวัยวะภายในของไก่เนื้อ

Kareem et al. (2022) และ Lv et al. (2015) พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารทุกขนาดอนุภาคมีเปอร์เซ็นต์ซาก และอวัยวะอื่นๆที่เท่ากัน ซึ่งขัดแย้งกันกับ Nabi et al. (2017) พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับขนาดอนุภาคอาหาร 3-3.5 มม. มีเปอร์เซ็นต์ซากที่เท่ากันแต่มากกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไก่ที่ได้รับอาหารทุกขนาดอนุภาคไม่ส่งผลต่อการระบบย่อยอาหารและการดูดซึมสารอาหารและไม่มีความแตกต่างต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและคุณภาพซากและอวัยวะภายใน

Table 2 Effects of feed particle size and feed form on growth performance of broiler in each and whole period.

Item	Starter (d 1 to 21)			Grower (d 22 to 32)			Finisher (d 33 to 40)			Whole period (d1to40)				
	ADG, g/d	F:G	ADFI, g/d	ADG, g/d	F:G	ADFI, g/d	ADG, g/d	F:G	ADFI, g/d	BW, g	ADG, g/d	F:G	ADFI, g/d	Survival rate, %
Crumble-pellet														
Fine(2 mm)	40.9[a]	1.361[ab]	55.6[a]	90.8[a]	1.678[c]	152.3[a]	86.5	2.055	177.6	2550[a]	63.8[a]	1.672	106.6[a]	96.9
Medium(5 mm)	40.9[a]	1.346[b]	55.0[a]	87.9[a]	1.707[abc]	149.8[a]	86.6	2.037	175.9	2520[a]	63.0[a]	1.672	105.3[a]	96.4
Coarse(8 mm)	40.9[a]	1.360[ab]	55.7[a]	88.1[a]	1.727[a]	152.0[a]	84.6	2.011	169.2	2505[a]	62.6[a]	1.675	104.9[a]	97.4
Mash														
Fine(2 mm)	36.4[c]	1.384[a]	50.3[c]	79.7[b]	1.683[bc]	134.0[c]	82.3	2.023	166.4	2298[c]	57.5[c]	99.0	96.5[c]	99.0
Medium(5 mm)	38.9[b]	1.372[ab]	53.4[b]	81.8[b]	1.717[ab]	140.4[b]	84.4	2.015	170.0	2396[b]	59.9[b]	1.680	100.6[b]	97.9
Coarse(8 mm)	38.6[b]	1.386[a]	53.4[b]	81.5[b]	1.746[a]	142.3[b]	88.4	1.969	173.9	2415[b]	60.4[b]	1.689	102.0[b]	99.0
Pooled SEM	0.3	0.004	0.34	0.84	0.006	1.32	0.98	0.01	1.3	18.71	0.47	0.003	0.69	0.44
Main effect														
Particle size														
Fine(2 mm)	38.6[b]	1.372	53.0[b]	85.2	1.680[b]	143.2	84.4	2.039	172.0	2424	60.6	1.676	101.6	97.9
Medium(5 mm)	39.9[a]	1.359	54.2[a]	84.8	1.712[a]	145.1	85.5	2.026	172.9	2458	61.5	1.676	102.9	97.1
Coarse(8 mm)	39.7[a]	1.373	54.5[a]	84.8	1.736[a]	147.1	86.5	1.99	171.5	2460	61.5	1.682	103.4	98.2
Feed form														
Crumble-pellet	40.9[a]	1.356[b]	55.4[a]	88.9[a]	1.704	151.4[a]	85.9	2.034	174.2	2525[a]	63.1[a]	1.673	105.6[a]	96.9
Mash	37.9[b]	1.380[a]	52.4[b]	81.0[b]	1.715	138.9[b]	85.0	2.002	170.1	2370[b]	59.2[b]	1.683	99.7[b]	98.6
Probability														
Particle size	**	NS	**	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Feed form	**	**	**	**	NS	**	NS	NS	NS	**	**	NS	**	NS[2]
Particle size * Feed form	**	NS	**	NS	NS	*	NS	NS	*	*	*	NS	*	NS

[a–c] Means in the a column not sharing a common online are different ($P < 0.05$).

NS = Not significant,*$P < 0.05$, **$P < 0.01$. ADG = average daily gain; ADFI = average daily feed intake;

BW = body weight; F:G = feed :gain SEM = standard error of the means.

Source: Lv et al. (2015)

Table 3 Average live body weight of broiler fed different particle sizes of feed (g/b/wk)

Age (wk)	**T1**	**T2**	**T3**
0	37.710	38.250	38.970
1	135.30	153.83	164.14
2	285.26	351.56	369.58
3	600.12	725.68	766.86
4	1128.42	1288.3	1345.5
5	1624.02	1751.2	1785.6
6	1977.54 [c]	2110.66 [b]	2248.04 [a]

[abc] Means followed by different letters. [abc] in the rows is significantly different (P<0.05)

T1: were fed with mash as control, T2: pre starter 1 mm, starter 2 mm, finisher 3 mm. ration respectively, T3: pre starter 1.5 mm, starter 2.5 mm, finisher 3.5 mm. ration respectively

Source: Nabi et al. (2017)

Table 4 effects of and particle sizes on carcass characteristics of broiler chickens.

	Particle sizes (mm)				
Parameters	3	4	5	SEM	P-value
Live weight (g)	1748.89	1826.67	1754.22	35.36	0.3363
Defeathered (%)	94.62	93.36	92.18	0.77	0.2042
Eviscerated (%)	74.62	74.59	73.45	1.30	0.7897
Dressed (%)	69.27	67.73	66.95	1.02	0.3356

[a,b]; Means with different superscript along the same row are significantly different (p<0.05)

SEM: Standard Error of Mean

Source: Kareem et al. (2022)

สรุป

จากการทบทวนเอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของขนาดอนุภาคอาหารอาหารต่อสมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อ จำนวน 3 ฉบับ ที่มีการให้ขนาดอนุภาคอาหาร 1- 8 มม. สามารถสรุปได้ว่าขนาดอนุภาคอาหารของไก่เนื้อที่ควรใช้คือ 3-5 มม. เพราะส่งผลให้มีปริมาณการกินและน้ำหนักตัวที่ดีกว่าขนาดอนุภาค 1-2 มม. ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์ซากไม่มีความแตกต่างกัน

Table 5 Average live weight, carcass, dressing %age, liver heart, gizzard and intestine weights (gm) of broiler fed different particle sizes of feed at an early period (4th wk).

Groups	Live weight(g)	Carcass(g)	Dressing (%)	Liver(g)	Heart(%)	Gizzard(g)	Intestine(g)
T1	1024 [b]	557.20 [b]	54.16 [b]	37.60 [b]	7.80 [a]	31.20 [b]	68.40 [a]
T2	1346 [a]	789.20 [a]	58.63 [a]	38.0 [ab]	9.80 [a]	34.60 [a]	88.60 [a]
T3	1363 [a]	815.60 [a]	59.86 [a]	42.60 [a]	10.80 [a]	38.00 [a]	90.00 [a]

[a,b] Means followed by different letter in the column are significantly different (P<0.05)

T1: were fed with mash as control, T2: pre starter 1 mm., starter 2 mm., finisher 3 mm. ration respectively, T3: pre starter 1.5 mm., starter 2.5 mm., finisher 3.5 mm. ration respectively

Source: Nabi et al. (2017)

Table 6 Effects of feed particle size and feed form on carcass traits of broiler at 41 days of age

Item	Carcass yield(%)	Breast(%)	Thigh(%)	Abdominal fat(%)
Crumble-pellet				
Fine(2 mm)	75.89	19.44	24.91	2.28
Medium(5 mm)	75.33	19.04	24.86	2.11
Coarse(8 mm)	75.02	18.98	24.69	2.41
Mash				
Fine(2 mm)	75.25	18.63	25.11	2.07
Medium(5 mm)	74.19	19.02	23.79	2.08
Coarse(8 mm)	75.04	19.24	24.40	2.20
Pooled SEM	0.19	0.17	0.14	0.05
Probability				
Particle size	NS	NS	NS	NS
Feed form	NS	NS	NS	NS
Particle size * Feed form	NS	NS	NS	NS

NS = Not significant; SEM = standard error of the means.

Source: Lv et al. (2015)

เอกสารอ้างอิง

Amerah, A. M., V. Ravindran, R.G. Lentle and D.G. Thomas. 2007. “Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters”. **Poult. Sci**. 86:2615-2623.

Abdollahi, M.R., Ravindran, V., and Svihus, B., 2013 “Influence of grain type and feed form on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of nitrogen, starch, fat, calcium and phosphorus in broiler starters.” **Animal Feed Science and Technology.** 186(3-4):193-203.

Dozier, W.A., Behnke, K.C., Gehring, C.K., and Branton, S.L., 2010 “Effects of feed form on growth performance and processing yields of broiler chickens during a 42-day production period” **Appl Poult Res**. 19:219-226

Douglas, J.H., Sullivan, T.W., Bond, P.L., Struwe, F.J., Baier, J.G., and Robeson, L.G., 1990. “Influence of grinding, rolling, and pelleting on the nutritional-value of grain sorghums and yellow corn for broilers”. **Poult. Sci**. 69, 2150–2156.

Kareem, D.U., Amos, A.T., Adepeju Idowu, O.P., EgbeyaLe, L.T., Sobayo, R.A., Adeniran, A.D., Akinlade, A.I., Olebode, Z.A., Olaniyi, S.I., Iyaomolere, A.O., Abdulsalam, K.A., and Idowu Obafemi, O.M. 2022. “Impacts of particle size and multienzyme supplementation on growth,cost-benefit, carcass characteristics, and nutrient digestibility of broilers”. **Livestock Science**. 266:105-105.

Kim, J.S., Hosseindoust, A.R., Shim, Y.H., Lee, S.H., Choi, Y.H., and Kim, M.J., 2018 “Processing diets containing corn distillers' dried grains with solubles in growing broiler chickens: effects on performance, pellet quality, ileal amino acids digestibility, and intestinal microbiota.” **Poultry. Sci.** 97(7):2411-8.

Lv, M., Yan, L., Wang, Z., An, S., Wn, M., and Lv, Z. 2015 “Effects of feed form and feed particle size on growth performance,carcass characteristics and digestive tract development of broilers”. **Animal Nutrition**. 1(2): 252-256.

Nabi, F., Rind, M.I., Li, J., Zulqarnain, M., Ahmed, N., Iqbal, M.K., and Rehman, M.U. 2017 “lnfluence of different feed forms and particle size on efficiency of broiler production”. **Online Journal of Animal and Feed Research.** 2:24-28.

Oliveira, A.A., Gomes, A.V.C., Oliveira, G.R., Lima, M.F., Dias G.E.A., and Agostinho T.S.P. 2011 "Performance and carcass characteristics of broilers fed diets of diferente physical forms." **Revista Brasileira de Zootecnia.** 11:2450-5.

Suthama, N. and Wibawa, P. J. 2018. "Amino acids digestibility of pelleted microparticle protein of fish meal and soybean meal in broiler chickens".**JITAA.** 43(2):169-176.

Zang, J.J., Piao, X.S., Huang, D. S., Wang, J. J., Ma, X., and Ma, Y.X. 2009 "Effects of Feed Particle Size and Feed Form on Growth Performance, Nutrient Metabolizability and IntestinalMorphology in Broiler Chickens". **Asian-Aust. J. Anim.** 1:107-112.