

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของเป็ดเนื้อ

Effect of Protein Levels in the Diet on Growth Performance and Carcass Quality of Meat Ducks

สุรชัย วงศ์ใหญ่

Surachai Wongyai

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

เป็ดเนื้อเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญในอุตสาหกรรมการเกษตร เป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โปรตีนในอาหารถือเป็นหัวใจสำคัญในการผลิตเป็ดอย่างมีประสิทธิภาพทั้งปริมาณและคุณภาพ สัมมนาจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของเป็ดเนื้อ โดยการทบทวนเอกสารงานวิจัย 3 ฉบับที่ศึกษาช่วงปี ค.ศ. 2015 - 2020 ซึ่งใช้อาหารที่มีโปรตีน 13-19% พบว่าระดับโปรตีนสูงช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต โดยอาหารที่มีโปรตีน 17% ทำให้น้ำหนักตัวเป็ดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับอาหารโปรตีน 15% แต่ไม่แตกต่างจากโปรตีน 19% อาหารโปรตีนต่ำ (14.5%) ทำให้การเจริญเติบโตลดลงแต่ไม่กระทบเปอร์เซ็นต์ซาก ระดับโปรตีน 17% ยังช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ซากและเนื้อหนังอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่แตกต่างจากโปรตีน 19% ในขณะที่อาหารโปรตีนต่ำ (15%) ทำให้เนื้อหนังลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนระดับโปรตีน 17.5% ส่งผลให้เนื้อตันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สรุปได้ว่า ระดับโปรตีน 17% ในอาหารเพียงพอสำหรับเป็ดเนื้อ เพราะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซาก

คำสำคัญ: โปรตีน เป็ดเนื้อ การเจริญเติบโต คุณภาพซาก

บทนำ

เป็ดเนื้อ หมายถึง เป็ดที่ถูกสร้างมาเพื่อผลิตเนื้อโดยเฉพาะ เช่น เป็ดพันธุ์ปักกิ่ง (Pekin) และเป็ดเทศ (Muscovy) ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาพันธุ์เป็ดเพื่อให้ผลผลิตเนื้อมากขึ้น เช่น เป็ดบัวฉาย เป็ดเทศพันธุ์ท่าพระ เป็นต้น (กรมปศุสัตว์, 2559) ซึ่งเป็ดเนื้อ ถือเป็นสัตว์เศรษฐกิจ ที่เป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพ มีกรดอะมิโนจำเป็นที่ร่างกายต้องการ ช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อและการเจริญเติบโต มีปริมาณไขมันที่แตกต่างจากเนื้อสัตว์อื่น ๆ โดยมีไขมันไม่อิ่มตัวที่ดีต่อสุขภาพ จึงเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับผู้ที่ต้องการบริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง การเลี้ยงเป็ดเนื้อช่วยสร้างรายได้และส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจในชุมชน ทำให้เกษตรกรมีทางเลือกมากขึ้นในการประกอบอาชีพ

โปรตีนเป็นส่วนสำคัญของเซลล์ในร่างกายสัตว์ ทุกเซลล์ประกอบด้วยโปรตีน (David, 2023) โปรตีนจากอาหารจำเป็นต่อการซ่อมแซมและสร้างเซลล์ใหม่ ช่วยในการเจริญเติบโต โปรตีนหรือกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบหลักในอาหารสัตว์ที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาคุณภาพซากของเป็ดเนื้อ โดยเฉพาะในช่วงการเจริญเติบโตและการสร้างกล้ามเนื้อ การใช้โปรตีนในระดับที่เหมาะสมในอาหารจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตของเป็ดเนื้อ อย่างไรก็ตาม ระดับโปรตีนที่เหมาะสมอาจแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ช่วงอายุและสภาพแวดล้อมในการเลี้ยง Wang et al. (2020) รายงานว่า การเพิ่มระดับโปรตีน 16.5-17.5% ในอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของเป็ดเนื้อ นอกจากนี้ Xie et al. (2017) พบว่าอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำ 13% ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูง แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะซากอย่างมีนัยสำคัญ Zeng et al. (2015) พบว่าระดับโปรตีนในอาหาร 19% มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าอาหารโปรตีน 15% และ 17% อีกทั้ง ส่งผลให้น้ำหนักตัวมากกว่าในกลุ่มอาหารที่มีโปรตีน 15% อย่างมีนัยสำคัญ ความต้องการโปรตีนในอาหารของเป็ดปักกิ่งแตกต่างกันตามช่วงอายุ โดยเป็ดเนื้อระยะแรก (อายุ 0-14 วัน) ควรได้รับโปรตีน 22% เป็ดเนื้อระยะรุ่น (อายุ 14-28 วัน) ควรได้รับโปรตีน 18.00 % และเป็ดเนื้อระยะขุน (อายุ 28-49 วัน) ควรได้รับโปรตีน 16.00 % (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2559) อย่างไรก็ตาม ระดับโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับเป็ดปักกิ่งในช่วงอายุ 14-49 วันยังคงไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด ดังนั้น สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของเป็ดเนื้อ

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อปริมาณการกินได้ (Feed Intake)

Xie et al. (2017) ใช้เป็ดปักกิ่งช่วงอายุ 14-35 วัน ทดสอบอาหารที่มีโปรตีนระดับ 13, 14, 15, 16, 17 และ 18% พบว่า มีปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกัน (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Zeng et al. (2015) ใช้เป็ดปักกิ่งช่วงอายุ 15 ถึง 35 วัน ทดสอบอาหารที่มีโปรตีน 15, 17 และ 19% พบว่าปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกัน (Table 2) อย่างไรก็ตาม Wang et al. (2020) ใช้เป็ดปักกิ่งช่วงอายุ 14 ถึง 49 วัน ทดสอบอาหารที่มีโปรตีน 13.5, 14.5, 15.5, 16.5 และ 17.5% พบว่า อาหารที่มีระดับโปรตีน 16.5-17.5% มีปริมาณการกินได้ของเป็ดเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังแสดงใน Table 3 โปรตีนในอาหารมีผลต่อความน่ากินของอาหาร เนื่องจากช่วยกระตุ้นความอยากอาหาร การควบคุมระดับโปรตีนในอาหารให้เหมาะสมกับความต้องการของสัตว์จึงเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการการกินของสัตว์ หากระดับโปรตีนในอาหารสูงเกินความจำเป็น อาจทำให้สัตว์รู้สึกอิ่มเร็วขึ้นและลดปริมาณการกินลง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินอาหารโดยรวม (Adret-Hausberger, 1985 อ้างโดย Forbes, 1994)

Table 1. Effects of low-protein diets on growth performance of White Pekin ducks from 14 to 35 d of age.

Dietary CP (%)	Growth performance		
	WG (g)	FI (g)	FCR
18.0	1,126	2,202	1.96 ^b
17.0	1,139	2,248	1.97 ^b
16.0	1,120	2,207	1.97 ^b
15.0	1,104	2,182	1.98 ^b
14.0	1,132	2,244	1.98 ^b
13.0	1,103	2,244	2.04 ^a
SEM	1.36	0.71	0.007
P-value	0.64	0.62	0.01

^{a-b} Values within a column with no common superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

Source: Xie et al. (2017)

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อน้ำหนักสุดท้ายและน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Final Body Weight and Body Weight Gain)

Xie et al., (2017) รายงานว่า อาหารโปรตีน 13.0-18.0% ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของเป็ดเนื้อ (Table 1) Zeng et al. (2015) รายงานว่า การเพิ่มโปรตีนในอาหารเป็ดปักกิ่งจาก 17 เป็น 19% ทำให้น้ำหนักตัวสุดท้ายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับอาหารที่มีโปรตีนระดับ 15% (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับ Wang et al. (2020) รายงานว่า เป็ดกลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนสูง (16.5-17.5%) ทำให้น้ำหนักตัวสุดท้ายเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มโปรตีนในอาหารระดับ 13.5-15.5% (Table 3) โปรตีนระดับสูงในอาหารสามารถปรับปรุงการเจริญเติบโตและน้ำหนักตัวของเป็ดเนื้อ เนื่องจากโปรตีนมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์เนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อและโปรตีนสำคัญอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ ปริมาณโปรตีนที่เพียงพอช่วยให้เป็ดเนื้อได้รับกรดอะมิโนที่จำเป็น ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีนของกล้ามเนื้อ (Wilson et al., 1975) โปรตีนในอาหารระดับสูงทำให้เป็ดเนื้อมีการกินได้มากขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากโปรตีนช่วยเสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ ทำให้เป็ดเนื้อมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว แต่โปรตีนต้องอยู่ในระดับที่เหมาะสมถ้ามากเกินไปความต้องการ เป็ดไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Harvard, 2024)

ผลของระดับโปรตีนต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed Conversion Ratio: FCR)

Wang et al. (2020) รายงานว่า โปรตีนในอาหารที่ระดับ 14.5-17.5% ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวลดลง (Table 3) สอดคล้องกับ Zeng et al. (2015) รายงานว่า ระดับโปรตีนในอาหาร 19% มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวลดลง (Table 2) ในทำนองเดียวกัน Xie et al. (2017) พบว่า อาหารโปรตีน

สูงที่ระดับ 18.0% มีแนวโน้มทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของเป็ดลดลง ($P = 0.01$) ระดับโปรตีนในอาหารที่สูงขึ้นอาจบ่งชี้ว่ามีกรดอะมิโนที่จำเป็นเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโต เพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโต สนับสนุนประสิทธิภาพการเผาผลาญ และอัตราการสังเคราะห์โปรตีนของกล้ามเนื้อที่สูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโตเร็วขึ้นและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมากขึ้น และส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวลดลง เนื่องจากต้องใช้อาหารน้อยลงในการเพิ่มน้ำหนักตัว โปรตีนเป็นแหล่งกรดอะมิโนสำคัญที่ช่วยสร้างและซ่อมแซมกล้ามเนื้อ ทำให้เป็ดเติบโตและเพิ่มน้ำหนักได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อโปรตีนสูงต้องคำนึงถึงต้นทุนด้วย และอายุน้อยระยะการเลี้ยงสั้นทำให้การเลี้ยงด้วยโปรตีนสูงส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวลดลงได้ (Wang et al., 2020)

Table 2. The effect of dietary CP concentration on growth performance of ducks

Dietary CP (%)	Growth performance			
	FBW (g)	BWG (g)	FI (g)	FCR
15	2,970 ^a	2,160 ^a	3,890	1.80 ^a
17	3,080 ^b	2,280 ^b	3,880	1.71 ^b
19	3,150 ^b	2,330 ^b	3,850	1.65 ^c
P-value	<0.0001	<0.0001	0.64	<0.0001

^{a-c} Means within a column and under each main effect with no common superscripts differ at $P < 0.01$

Source: Zeng et al. (2015)

Table 3. Effects of dietary protein levels on growth performance of ducks from 15 to 49 d of age

Dietary CP (%)	Growth performance			
	FBW (g)	BWG (g)	FI (g)	FCR
13.5	2,075 ^d	1,328 ^d	3,926 ^d	3.01 ^a
14.5	2,626 ^c	1,881 ^c	4,997 ^c	2.69 ^b
15.5	2,930 ^b	2,182 ^b	5,747 ^b	2.66 ^b
16.5	3,512 ^a	2,708 ^a	6,837 ^a	2.54 ^b
17.5	3,596 ^a	2,850 ^a	7,000 ^a	2.47 ^b
SEM	85.42	124.8	218.7	0.11
P-value	<0.05	< 0.05	<0.05	<0.05

^{a-d} Values within a column with no common superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

Source: Wang et al. (2020)

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อเปอร์เซ็นต์ซาก (Carcass)

Xie et al. (2017) รายงานว่า โปรตีนในอาหาร ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก สอดคล้องกับ Zeng et al. (2015) รายงานว่า การเพิ่มโปรตีนในอาหารไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก แต่ในทางกลับกัน Wang et al. (2020) รายงานว่า การเพิ่มโปรตีนในอาหารที่ระดับ 14.5-17.5% ทำให้เปอร์เซ็นต์ซากของเป็ดเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเป็ดเนื้อได้รับโปรตีนในระดับสูง แต่หาร่างกายของเป็ดไม่สามารถใช้โปรตีนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้มีการสะสมของโปรตีนส่วนเกิน ซึ่งอาจไม่ถูกนำไปใช้ในการสร้างกล้ามเนื้อแต่กลับถูกขับออกจากร่างกาย อีกทั้งยังมีผลจากวิธีการจัดการซากหรือการคำนวณที่อาจแตกต่างจากมาตรฐานทั่วไป หากมีการคำนวณน้ำหนักซากรวมบางส่วนเครื่องในหรือไขมันสะสมในร่างกาย เช่น ไขมันในช่องท้อง ซึ่งปกติไม่นับเป็นน้ำหนักซาก ก็อาจทำให้เปอร์เซ็นต์ซากสูงขึ้นอย่างผิดปกติ (van der Meer et al., 2020)

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อเนื้อหน้าอก (Breast meat)

Xie et al. (2017) รายงานว่าการเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารที่ระดับ 13.0-18.0% ไม่มีผลต่อเนื้อหน้าอก Zeng et al. (2015) รายงานว่า การใช้ระดับโปรตีนจาก 17 เป็น 19% ทำให้เนื้ออกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับโปรตีนในอาหารที่ระดับ 15% นอกจากนี้ Wang et al. (2020) รายงานว่า การใช้อาหารโปรตีนในระดับ 16.5-17.5% เพิ่มเนื้ออกอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แตกต่างจากอาหารโปรตีนในระดับ 13.5-15.5% การเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารจะช่วยเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีนในกล้ามเนื้อ ซึ่งส่งผลให้มีการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อและปริมาณเนื้อหน้าอกที่มากขึ้น (Emmert et al., 1997)

ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อเนื้อต้นขา (Leg muscle)

Xie et al. (2017) รายงานว่าการเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารที่ระดับ 13.0-18.0% ทำให้เนื้อต้นขาไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P=0.17$) (Table 6) แต่ Wang et al. (2020) รายงานว่า การเพิ่มโปรตีนในอาหารที่ระดับ 16.5-17.5% ส่งผลให้เนื้อต้นขาลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มอาหารโปรตีนที่ระดับ 13.5-15.5% (Table 4) ระดับโปรตีนสูงขึ้นแต่กลับทำให้เนื้อต้นขาลดลง เพราะร่างกายเป็ดจะจัดสรรโปรตีนไปใช้ในส่วนที่สำคัญที่สุดก่อน ดังนั้นเมื่อได้รับโปรตีนสูง กล้ามเนื้ออกซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตจะได้รับการพัฒนาให้แข็งแรงก่อน ทำให้กล้ามเนื้อขาอาจได้รับโปรตีนไม่เพียงพอและเจริญเติบโตได้น้อยลง นอกจากนี้ การสังเคราะห์โปรตีนมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อต้นขามีการสังเคราะห์โปรตีนสูงกว่ากล้ามเนื้อหน้าอก (Saneyasu et al., 2019)

Table 4. Effects of dietary protein levels on carcass traits of ducks at 49 days of age

Carcass traits	Dietary CP (%)					SEM	P-value
	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5		
Carcass (%)	90.1 ^a	88.5 ^b	88.5 ^b	88.6 ^b	88.1 ^b	0.43	<0.05
Breast Muscle (%)	7.05 ^d	9.22 ^c	11.8 ^b	14.9 ^a	15.5 ^a	0.55	<0.05
Leg muscle (%)	11.2 ^a	10.8 ^a	10.2 ^a	9.18 ^b	8.98 ^b	0.35	<0.05

^{a-d} Values within a row with no common superscripts differ significantly ($P < 0.05$). Values are the means of 6 ducks per dietary treatment.

Source: Wang et al. (2020)

Table 5. Effect of dietary energy and protein content on the percentage of eviscerated carcass and breast meat 35 days of age

Carcass traits	Dietary CP (%)			P-value
	15	17	19	
Carcass (%)	64.81	65.08	65.48	0.17
Breast meat (%)	17.93 ^a	19.23 ^b	20.10 ^b	<0.0001

^{a-b} Means within a row and under each main effect with no common superscripts differ at $P < 0.01$

Source: Zeng et al. (2015)

Table 6. Effects of low-protein diets on carcass traits of White Pekin ducks at 35 days of age.

Carcass traits	Dietary CP (%)						SEM	P-value
	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0		
Carcass (%)	71.4	74.7	73.6	74.4	71.7	73.7	0.58	0.45
Breast meat (%)	10.2	10.1	10.5	9.4	9.9	9.7	0.12	0.20
Leg meat (%)	9.7	10.0	9.9	10.0	9.7	9.4	0.08	0.17

Source: Xie et al. (2017)

สรุป

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของเป็ดเนื้อ จำนวน 3 ฉบับ ตีพิมพ์ช่วงปี ค.ศ. 2015 - 2020 ที่มีการใช้โปรตีนระดับ 13-19% ในอาหาร เป็ดปักกิ่ง สรุปได้ว่าระดับโปรตีนในอาหารเป็ดเนื้อที่เหมาะสมคือ ระดับโปรตีน 17% ในอาหารเพียงพอแล้วสำหรับเป็ดเนื้อ เพราะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซาก

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. **คู่มือการเลี้ยงเป็ด**. นนทบุรี. :โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. **ความต้องการทางโภชนาของเป็ดเนื้อ**. <https://nutrition.dld.go.th/nutrition/index.php/2017-09-26-01-39-06?start=24>. 2 กันยายน 2567.
- David C, D. 2023. **Protein in food**. <https://medlineplus.gov/ency/article/002467.htm>. 8 July 2024.
- Emmert, J. L., and Baker, D. H. 1997. "Use of the Ideal Protein Concept for Precision Formulation of Amino Acid Levels in Broiler Diets¹". **Poultry Science**. 76(3): 403-410.
- Forbes, J.M., and Covasa, M. 1994. "Application of diet selection by poultry with particular respect to whole cereals". **World's Poultry Science Journal**. 50(2): 109-123.
- Harvard. 2023. **The Nutrition Source**. <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/what-should-you-eat/protein/>. 8 July 2024.
- Saneyasu, T., Nakano, Y., Tsuchii, N., Kitashiro, A., Tsuchihashi, T., Kimura, S., Honda K., and Kamisoyama, H. 2019. "Differential regulation of protein synthesis by skeletal muscle type in chickens". **General and Comparative Endocrinology**. 284:113246.
- van der Meer, Y., Jansman, A., J., M., and Gerrits, W., J., J. 2020. "Low sanitary conditions increase energy expenditure for maintenance and decrease incremental protein efficiency in growing pigs". **The Animal Consortium**. 14(9): 1811–1820.
- Wang, D, Q., Zhang, Y, K., Zhang, Y., Bai, P, S., Ding, M, X., Wang, P, J., Peng, W, H., Tian, G., Xuan, Y., Su, W, Z., and Zeng, F, Q. 2020. "Effects of dietary protein levels and protease supplementation on growth performance, carcass traits, meat quality, and standardized ileal digestibility of amino acid in Pekin ducks fed a complex diet". **Poultry Science**. 99: 3557–3566.
- Wilson, B. J. 1975. "The performance of male ducklings given starter diets with different concentrations of energy and protein". **British Poultry Science**. 16(6): 601-611.
- Xie, M., Jiang, Y., Tang, J., Wen, G, Z., Zhang, Q., Huang, W., and Hou, S, S. 2017. "Effects of low-protein diets on growth performance and carcass yield of growing White Pekin ducks". **Poultry Science**. 96: 1370-1375.
- Zeng, F, Q., Cherry, P., Doster, A., Murdoch, R., Adeola, O., and Applegate, J, T. 2015. "Effect of dietary energy and protein content on growth and carcass traits of Pekin ducks". **Poultry Science**. 94: 384–394.