ผลของระดับการใช้จิ้งหรีดป่นทดแทนปลาป่นต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่นกกระทาญี่ปุ่น

Effects of dietary cricket meal levels as a replacement for fish meal on production performance and egg quality of Japanese quail

อารีรัตน์ ปิยะวงษ์

Areerat Piyawong

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

การใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนหลักในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นมีต้นทุนสูงและมีข้อจำกัดด้านความยั่งยืน จิ้งหรีดป่นซึ่งมีปริมาณโปรตีนและกรดอะมิโนจำเป็นสูงจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการใช้จิ้งหรีดป่น (Cricket meal) เพื่อทดแทนปลาป่นในอาหารนกกระทาญี่ปุ่น ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ จากการรวบรวมข้อมูลพบว่า การใช้จิ้งหรีดป่นที่ระดับ 2–8% ส่งผลต่อปริมาณการกินอาหารไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่การใช้ในระดับสูงที่ 15% สามารถช่วยกระตุ้นการกินได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ พบว่าการใช้จิ้งหรีดป่นที่ระดับ 6–15% สามารถรักษาหรือเพิ่มอัตราการให้ไข่และมวลไข่ สำหรับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ พบว่าการใช้จิ้งหรีดป่นที่ระดับ 10–15% ช่วยปรับปรุงให้ดีขึ้น การใช้จิ้งหรีดป่นที่ระดับ 6–8% ส่งผลดีต่อคุณภาพไข่ โดยเฉพาะความสูงของไข่ขาวและค่า Haugh unit ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงมีแนวโน้มช่วยเพิ่มความเข้มของสีไข่แดง โดยไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อคุณภาพเปลือกไข่ในภาพรวม สรุปได้ว่า สามารถใช้จิ้งหรีดป่นทดแทนปลาป่นในอาหารนกกระทาได้ที่ระดับ 15% โดยไม่กระทบการกินอาหาร ช่วยรักษาหรือเพิ่มอัตราการวางไข่ มวลไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และคุณภาพไข่ เช่น ความสูงไข่ขาว Haugh unit และน้ำหนักเปลือกไข่

คำสำคัญ : จิ้งหรีดป่น นกกระทาญี่ปุ่น สมรรถภาพการผลิต การทดแทนปลาป่น

บทนำ

นกกระทาญี่ปุ่น (*Coturnix japonica*) เป็นสัตว์ปีกเศรษฐกิจที่มีความสำคัญทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว ใช้พื้นที่เลี้ยงน้อย ทนทานต่อสภาพแวดล้อม และสามารถเริ่มให้ผลผลิตไข่ได้ตั้งแต่อายุประมาณ 6–7 สัปดาห์ ทำให้เป็นแหล่งผลิตไข่และเนื้อที่ให้ผลตอบแทนรวดเร็ว เหมาะสำหรับการเลี้ยงทั้งในระดับฟาร์มขนาดเล็กและเชิงพาณิชย์ (Alagawany et al., 2021; Raji et al., 2014) นอกจากนี้ ไข่นกกระทาญี่ปุ่นยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมด้วยโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุ ส่งผลให้มีความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในตลาดผู้บริโภคแม้ว่านกกระทาญี่ปุ่นจะเป็นสัตว์ที่มีศักยภาพในการผลิตสูง แต่อาหารสัตว์ยังคงเป็นต้นทุนหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อความคุ้มค่าของการเลี้ยง โดยเฉพาะปลาป่นซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนสำคัญในสูตรอาหารสัตว์ เนื่องจากมีโปรตีนสูงและกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน อย่างไรก็ตาม ปลาป่นมีราคาสูงและผันผวนตามปริมาณผลผลิตประมงและตลาดโลก (FAO, 2020) อีกทั้งยังมีข้อกังวลด้านความยั่งยืนของทรัพยากรทางทะเล รวมถึงปัญหาด้านคุณภาพ เช่น การปนเปื้อนจุลินทรีย์และการปลอมปนไนโตรเจน ส่งผลให้เกิดความจำเป็นในการหาแหล่งโปรตีนทดแทนที่เหมาะสม จิ้งหรีด (*Acheta domesticus* และ *Gryllus bimaculatus*) เป็นแมลงที่ได้รับความสนใจในฐานะแหล่งโปรตีนทางเลือก เนื่องจากมีโปรตีนสูงประมาณ 55–70% ของวัตถุแห้ง มีกรดอะมิโนจำเป็นใกล้เคียงปลาป่น (Payne et al, 2016) รวมถึงมีไขมันคุณภาพดี วิตามิน และแร่ธาตุที่สำคัญ อีกทั้งการผลิตจิ้งหรีดใช้พื้นที่และน้ำน้อย และปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ อย่างไรก็ตาม จิ้งหรีดป่นยังมีข้อจำกัด เช่น การมีไคตินซึ่งสัตว์ปีกย่อยได้จำกัด หากใช้ในระดับสูงอาจส่งผลต่อการกินอาหารและการย่อยได้จากรายงานการศึกษาหลายฉบับพบว่า การใช้จิ้งหรีดป่นในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นสามารถรักษาหรือปรับปรุงปริมาณการกินอาหาร สมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ได้ โดยเฉพาะเมื่อใช้ในระดับต่ำถึงปานกลาง อย่างไรก็ตาม ระดับการใช้ที่เหมาะสมยังแตกต่างกันระหว่างการศึกษา และยังมีข้อถกเถียงเกี่ยวกับผลของการใช้จิ้งหรีดป่นในระดับสูงต่อประสิทธิภาพการย่อยอาหารและการผลิตไข่ จึงยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับระดับการใช้ที่เหมาะสมที่สุดในการทดแทนปลาป่น ดังนั้น สัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้จิ้งหรีดป่นเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารนกกระทาญี่ปุ่น เพื่อประเมินผลต่อปริมาณการกินอาหาร สมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่

ผลการใช้จิ้งหรีดป่นต่อปริมาณการกินได้ (Feed intake)

ภาคภูมิ (2567) ศึกษาผลของการใช้จิ้งหรีดทองแดงลายป่นในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นเพศเมีย อายุ 9 สัปดาห์ โดยทดสอบระดับการเสริมจิ้งหรีดที่ 0, 2, 4, 6 และ 8% พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในปริมาณการกินอาหารระหว่างกลุ่มทดลอง ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่มีการเสริมจิ้งหรีดระดับ 8% แสดงแนวโน้มการกินอาหารดีกว่ากลุ่มควบคุม (Table 1) สอดคล้องกับการศึกษาโดย Permatahati et al. (2019) ที่ใช้จิ้งหรีดป่น *Gryllus bimaculatus* ในระดับ 0, 2, 4, 6 และ 8% ในนกกระทาญี่ปุ่นเพศเมีย อายุ 5 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าในช่วงระดับ 2–8% ไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินอาหารอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2)

นอกจากนี้ การศึกษาโดย Fitroh et al. (2020) ได้ใช้จิ้งหรีด (*Acheta domesticus*) ในระดับ 0, 5, 10 และ 15% ในนกกระทาญี่ปุ่นเพศเมีย อายุ 7 สัปดาห์ พบว่าการใช้จิ้งหรีดป่นในระดับ 15% ส่งผลให้ปริมาณการกินอาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) ซึ่งบ่งชี้ว่าการใช้จิ้งหรีดป่นในระดับที่เหมาะสมสามารถกระตุ้นการกินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่นได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจิ้งหรีดป่นเป็นแหล่งโปรตีนและไขมันที่มีคุณภาพดี รวมถึงมีกรดอะมิโนจำเป็นที่ช่วยเพิ่มความน่ากินและการย่อยได้ของอาหาร ส่งผลให้นกกระทาญี่ปุ่นมีการตอบสนองต่ออาหารดีขึ้น (Makkar et al., 2014)

Table 1 Effects of using ground crickets in diets on egg production performance of Japanese quails

Parameter	Level of house cricket meal in diet (%)					SEM	P-value	Orthogonal Polynomial	
	0	2	4	6	8			Lin	Quad
FI (g/b/d)	23.37	28.76	28.96	29.05	29.05	0.311	0.516	0.115	0.456
FCR	3.33	3.36	3.51	3.45	3.52	0.070	0.237	0.049	0.589
HDP (%)	78.50	79.57	76.88	77.45	75.67	1.426	0.393	0.106	0.654
Egg mass	8.54	8.58	8.26	8.41	8.26	0.171	0.564	0.203	0.914
Egg weight (g)	10.87	10.77	10.73	10.89	10.93	0.070	0.277	0.333	0.084

FI= Feed Intake, FCR= Feed Conversion Ratio, HDP= Hen Day Production.

Source: ภาคภูมิ (2567)

ผลการใช้จิ้งหรีดป่นต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio)

ภาคภูมิ (2567) รายงานว่าการใช้จิ้งหรีดทองแดงลายป่นในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นในระดับ 0–8% ส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวแย่ลงตามระดับที่ใช้จิ้งหรีดป่นสูงขึ้น (Lin, P=0.049) (Table 1) การใช้จิ้งหรีดป่นในระดับที่สูงเกินความต้องการ อาจทำให้ปริมาณไคตินในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มรบกวนกระบวนการย่อยและการดูดซึมสารอาหาร เนื่องจากไคตินเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงโครงสร้างที่สัตว์ปีกย่อยได้จำกัด ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ของสารอาหารและประสิทธิภาพการผลิตลดลง (Makkar et al., 2014) ในทางกลับกัน การศึกษาของ Permatahati et al. (2019) พบว่าการใช้จิ้งหรีดป่นชนิด *Gryllus bimaculatus* ในระดับ 6–8% ไม่มีผลต่อ FCR เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Table 2)

นอกจากนี้ การศึกษาของ Fitroh et al. (2020) พบว่าการใช้อาหารที่มีจิ้งหรีดป่น (*Acheta domesticus*) ในระดับ 10–15% มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) อาจเนื่องจากใช้จิ้งหรีดบ้าน (*Acheta domesticus*) ซึ่งมีรายงานว่ามีโครงสร้างไคตินบางกว่าและการย่อยได้ของโปรตีนสูงกว่า ส่งผลให้สัตว์ปีกสามารถใช้ประโยชน์จากสารอาหารได้ดีกว่า (Payne et al., 2016) (Table 3) จึงสรุปได้ว่าความแตกต่างของผลการทดลองดังกล่าวอาจอธิบายได้จากหลายปัจจัยสำคัญ งานวิจัยอาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับระดับการใช้จิ้งหรีดป่นเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นกับสายพันธุ์จิ้งหรีด กระบวนการแปรรูป และความสมดุลของสูตรอาหารร่วมกัน

Table 2 The average of feed consumption, feed conversion, egg production, and egg mass production of laying quail

Variables	Cricket meal (%)				
	0	2	4	6	8
FI (g/h/d)	18.05± 1.60	18.72±1.78	20.77± 2.41	19.43± 1.84	19.27± 0.84
FCR	4.64± 1.14	3.58±0.34	4.62± 0.85	3.40± 0.17	3.45± 0.60
Egg production (%)	35.48± 6.16^{b}	47.39±3.45^{a}	41.96± 9.73^{ab}	51.73± 6.70^{a}	49.12± 7.23^{a}
Egg mass (g/b)	225.87±44.07^{b}	293.23±4.08^{ab}	256.23±40.4^{ab}	319.75±16.95^{a}	319.38±48.56^{a}

T0=diet without cricket meal (CM), T1=diet containing 2% CM to replace 25% of FM, T2=diet containing 4% CM to replace 50% of FM, T3=diet containing 6% CM to replace 75% of FM, and T4=diet containing 8% CM to replace 100% of FM. Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05), FI= Feed Intake, FCR= Feed Conversion Ratio.

Source: Permatahati et al. (2019)

ผลการใช้จิ้งหรีดป่นต่อสมรรถภาพการผลิตไข่

ภาคภูมิ (2567) รายงานว่าการใช้จิ้งหรีดป่นในอาหารของนกกระทาญี่ปุ่นที่ระดับ 0–8% ไม่ส่งผลให้อัตราการให้ไข่ (HDP) น้ำหนักไข่ และมวลไข่ แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (P>0.05) (Table 1) สอดคล้องกับการวิจัยของ Permatahati et al. (2019) ที่พบว่าการใช้จิ้งหรีดป่นในระดับ 6–8% สามารถแทนที่ปลาป่นได้โดยไม่ทำให้น้ำหนักไข่ มวลไข่ และ HDP ลดลง (Table 2) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสูตรอาหารที่มีจิ้งหรีดป่นในระดับนี้ยังคงมีความสมดุลของโปรตีนและกรดอะมิโนตามความต้องการของนกกระทาญี่ปุ่น

ในขณะเดียวกัน Fitroh et al. (2020) พบว่าการเสริมจิ้งหรีดป่นในระดับ 10–15% ส่งผลให้มวลไข่และ HDP เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) อาจจะเป็นเพราะโปรตีนที่ย่อยได้ดี ไขมันคุณภาพสูง และกรดอะมิโนจำเป็นในจิ้งหรีดป่น ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไข่ (Table 3)

Table 3 Data of Average Feed Consumption, HDP, Egg mass, and Feed Conversion

Study Variables	Cricket meal (%)			
	0	5	10	15
FC (g/chick/day)	23.21 ± 0.08^{a}	23.41 ± 0.11^{b}	23.62 ± 0.05^{c}	23.83 ± 0.09^{d}
FCR	3.09 ± 0.19^{c}	2.89 ± 0.19^{b}	2.85 ± 0.10^{ab}	2.76 ± 0.06^{a}
HDP (%)	79.71 ± 4.58^{a}	86.13 ± 5.51^{b}	87.68 ± 3.06^{b}	91.01 ± 2.06^{c}
Egg mass (g)	7.57 ± 0.44^{a}	8.19 ± 0.52^{b}	8.33 ± 0.29^{b}	8.65 ± 0.20^{b}

Different superscripts (a-d) in the same column show very significant differences (P<0.01),

FC= Feed consumption**,** FCR= Feed Conversion Ratio, HDP= Hen Day Production.

Source: Fitroh et al. (2020)

ผลการใช้จิ้งหรีดป่นต่อคุณภาพไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น

ภาคภูมิ (2567) ใช้จิ้งหรีดป่นในระดับ 0, 2, 4, 6 และ 8% ในสูตรอาหารนกกระทาญี่ปุ่น พบว่าความหนาของเปลือกไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ สีของไข่แดง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่ความสูงของไข่ขาวและค่า Haugh unit ของนกกระทาญี่ปุ่นที่ได้รับจิ้งหรีดป่นที่ระดับ 6 และ 8% มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Permatahati et al. (2019) ใช้จิ้งหรีดป่นในระดับ 0, 2, 4, 6 และ 8% ในสูตรอาหารนกกระทาญี่ปุ่น พบว่า น้ำหนักไข่แดง และค่า Haugh unit ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม น้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักเปลือกไข่ และคะแนนสีไข่แดงของกลุ่มที่ได้รับจิ้งหรีดป่นในระดับ 6 และ 8% มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ขณะที่กลุ่มที่ได้รับจิ้งหรีดป่นในระดับ 2 และ 4% ให้ค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ การเพิ่มระดับการใช้จิ้งหรีดป่นมีแนวโน้มทำให้ น้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่ขาว และสีไข่แดงเพิ่มขึ้น แต่ส่งผลให้ความหนาเปลือกไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) แสดงให้เห็นว่าการเสริมจิ้งหรีดป่นในระดับที่เหมาะสมสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพไข่บางประการของนกกระทาญี่ปุ่นได้ โดยไม่กระทบต่อคุณภาพไข่ภายในโดยรวม ซึ่งเป็นผลจากสารอาหารในจิ้งหรีดที่สำคัญต่อการสร้างไข่การใช้จิ้งหรีดป่นในระดับ 8% สามารถรักษาหรือเพิ่มคุณภาพไข่ได้ โดยไม่ส่งผลลบต่อคุณภาพภายในและภายนอกของไข่ แม้ในระดับการแทนที่ปลาป่นที่สูงรักษาหรือเพิ่มคุณภาพไข่ได้ ถือเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการเพิ่มโปรตีนคุณภาพดีในสูตรอาหารสำหรับนกกระทาญี่ปุ่น (Rumpold and Schluter, 2013)

Table 4 Effects of using ground crickets in diets on egg quality of Japanese quails

Parameter	Level of house cricket meal in diet (%)					SEM	P-value	Orthogonal Polynomial	
	0	2	4	6	8			Lin	Quad
EST (mm)	0.31	0.30	0.35	0.38	0.31	0.033	0.371	0.440	0.249
ESW (g)	1.37	1.48	1.47	1.40	1.34	0.072	0.580	0.532	0.156
YW (g)	3.27	3.56	3.31	3.35	3.45	0.150	0.665	0.310	0.471
Yolk color	64.8	6.13	6.38	6.45	6.28	0.162	0.542	0.885	0.819
AH (mm)	3.07^{b}	3.16^{b}	3.12^{b}	3.78^{a}	3.63^{a}	0.150	0.011	0.002	0.678
Haugh unit	80.75^{b}	81.86^{b}	81.87^{b}	86.13^{a}	85.30^{a}	0.917	0.003	0.000	0.916
ESW (%)	12.58	13.72	13.68	12.86	12.25	0.624	0.384	0.450	0.086

$^{a, b}$ Means with different letters in the same row are statistically significantly different (P<0.05), EST= Eggshell thickness, ESW= Eggshell weight, YW=Yolk weight, AH= Albumen height.

Source: ภาคภูมิ (2567)

Table 5 Effects of using ground crickets in diets on egg quality of Japanese quails

Variables	Cricket meal (%)				
	0	2	4	6	8
EST (mm)	0.20± 0.01[a]	0.18±0.00[b]	0.16±0.01[b]	0.18±0.03[b]	0.16±0.01[b]
Eggshell weight (g)	1.02± 0.07[b]	1.07±0.13[b]	1.26±0.16[ab]	1.11±0.10[ab]	1.35±0.09[a]
Yolk weight (g)	2.95± 0.52	3.19±0.50	3.28±0.60	3.31±0.60	3.34±0.78
Yolk score	4.81± 0.19[b]	5.17±0.21a[b]	5.61±0.26[a]	5.42±0.17[a]	5.36±0.52[a]
Haugh unit	87.39± 4.54	87.49±2.40	87.79±1.72	85.15±0.87	85.94±1.18
EW (g)	8.85± 0.17[b]	9.10±0.22[b]	9.27±0.27[ab]	9.23±0.31[ab]	9.63±0.31[a]
EWW (g)	4.21± 0.46[b]	4.77±0.55[a]	5.08±0.70[a]	5.01±0.67[a]	5.23±1.12[a]

T0: diet without cricket meal (CM), T1: diet containing 2% CM to replace 25% of FM, T2: diet containing 4% CM to replace 50% of FM, T3: diet containing 6% CM to replace 75% of FM, and T4: diet containing 8% CM to replace 100% of FM. Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05), EST= Eggshell thickness, EW= Egg weight, EWW= Egg white weight.

Source: Permatahati et al. (2019)

สรุป

สามารถใช้จิ้งหรีดป่นทดแทนปลาป่นในอาหารนกกระทาได้ที่ระดับ 15% โดยไม่กระทบการกินอาหาร ช่วยรักษาหรือเพิ่มอัตราการวางไข่ มวลไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และคุณภาพไข่ เช่น ความสูงไข่ขาว Haugh unit และน้ำหนักเปลือกไข่

เอกสารอ้างอิง

ภาคภูมิ ซอหนองบัว,เสาวลักษณ์ คิอินธิ กนกพร สายธิไชย วรินทร ศรีนาม และ จักรพรรดิ์ ประชาชิต. 2567. “ผลของการใช้จิ้งหรีดทองแดงลาย (*Acheta domesticus*) ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และค่าชีวเคมีในเลือดของนกกระทาญี่ปุ่น”. ว. **เกษตรศาสตร์ (วิทย.)** 9 (3): 22-30.

Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., & El-Sabrout, K. (2021). “Potential Use of Japanese Quail in Animal Production”. **Poultry Science.** 100(3): 1009–1020.

Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., et al. (2013). “Edible Insects: A Food Security and Environmental Perspective”. **Trends in Food Science & Technology** 54(2): 103–112.

Fitroh, B. A., Respati, A. N., & Dughita, P. A. (2020). “The Effect of Cricket Flour Addition (Acheta Domesticus) in Feed on Production Performance of Quail (Coturnix Coturnix Japonica)”. **Bantara Journal of Animal Science**. 2(1): 36–43.

Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). “State-of-the-Art on Use of Insects as Animal Feed”. **Animal Feed Science and Technology.** 197. 1–33.

Payne, C. L., Scarborough, P., Rayner, M., & Nonaka, K. (2016). “A Systematic Review of Nutrient Composition of Insects as Potential Food and Feed”. **Food Chemistry**. 193, 39–46.

Permatahati, D., Mutia, R., & Astuti, D. A. (2019). “Effect of Cricket Meal (Gryllus Bimaculatus) on Production and Physical Quality of Japanese Quail Egg”. **Science Journal**. 42(1): 53–58.

Raji, A. O., Aliyu, Y. O., & Igwebuike, J. U. (2014). “Growth and Laying Performance of Japanese Quails”. **Journal of Agriculture and Veterinary Science.** 7(2): 24–30.