ผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และลักษณะซากของนกกระทาญี่ปุ่น

(Effect of spirulina platensis as a protein source in diet on growth performance and carcasses characteristics of Japanese quail)

อาริกา ไพบูลย์
Arrika Paiboon
ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซากของนกกระทาญี่ปุ่น โดยรวบรวมและศึกษาข้อมูลจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2565 ซึ่งมีการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารที่ระดับ 0.25–8.0% พบว่าส่งผลดีต่อปริมาณการกินได้ และน้ำหนักตัวที่มีการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าในระดับที่มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตมีแนวโน้มที่ลดลงที่ใช้สูงกว่าระดับ 4% แต่การใช้ที่ระดับ 0.5-4.0% ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น และในส่วนลักษณะซาก พบว่าการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าที่ระดับ 0.5-1.0% ส่งผลให้เนื้ออกเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม พบว่าเมื่อใช้มากกว่า 1% จะส่งผลทำให้ขาเล็กลง ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าสามารถใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าได้ไม่เกิน 4% เพื่อเพิ่มสมรรถนะการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

คำสำคัญ : สาหร่ายสไปรูลิน่า สมรรถนะการเจริญเติบโต ลักษณะซาก นกกระทาญี่ปุ่น

บทนำ

นกกระทาเป็นสัตว์เศรษฐกิจ ที่ได้รับความนิยม ทั้งประเทศจีน ญี่ปุ่น อเมริกา แถบสหภาพ ยุโรป และเอเชีย เนื่องจากนกกระทาเป็นสัตว์ปีกที่มีประสิทธิภาพในการผลิตค่อนข้างสูง ให้ผลตอบแทนเร็ว ใช้พื้นที่ในการเลี้ยงน้อย วิธีการเลี้ยงดูง่าย โตเร็ว สามารถทำการผลิตให้เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ เนื้อนกกระทาสามารถนำมาปรุงอาหารได้หลากหลายชนิด และเนื้อมีคุณภาพดี ซึ่งปัจจุบันเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรได้ดี แต่เกษตรผู้เลี้ยงสัตว์ปีกประสบปัญหาราคาวัตถุดิบอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งมีการพิจารณา 2 ด้าน คือด้านคุณค่าและด้านปริมาณของอาหาร ด้านคุณค่าทางด้านอาหารที่มีความสำคัญและใช้พิจารณา คือคุณภาพโปรตีน กรดอะมิโน สารต้านอนุมูลอิสระ ดังนั้นทางเลือกทดแทนสำหรับวัตถุดิบเหล่านี้มีความสำคัญมาก จากการศึกษาพบว่าสาหร่ายสไปรูลิน่าอาจเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับใช้ในอาหารสัตว์ปีกเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือก (Neumann et al. 2017; Altmann et al. 2018)

สาหร่ายสไปรูลิน่า ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Spirulina platensis* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จัดเป็นพืชชั้นต่ำ มีหลายเซลล์ มีลักษณะเป็นสายสั้นๆ บิดเป็นเกลียว ไม่มีกิ่งก้าน ไม่แตกแขนง เจริญเติบโตได้ดีในน้ำกร่อย ในเซลล์ไม่มีสารพวก Cellulose เป็นส่วนประกอบ จึงทำให้ร่างกายสามารถย่อยได้สูงถึง 95% ซึ่งทำให้ร่างกายสามารถใช้ประโยชน์จากสารอาหารในสาหร่ายเกลียวทองได้มาก สาหร่ายชนิดนี้มีโปรตีนสูงถึง 50-70 % ของน้ำหนักแห้งและเป็นโปรตีนคุณภาพดี เพราะมีกรดอะมิโนทั้งชนิดจำเป็น ได้แก่ Isoleucine, Leucine, Lysine, Methionine, Phenylalanine, Threonine, Tryptophan, Valine และไม่จำเป็น เป็นองค์ประกอบมากถึง 18 ชนิด อีกทั้งยังมีวิตามิน เกลือแร่ รวมถึงกรดไขมันชนิดต่างๆ อีกมากมาย (ณัฐภาส และคณะ, 2552) กล่าวว่าสาหร่ายสไปรูลิน่าอุดมไปด้วยวิตามินหลายชนิดและธาตุอาหารสำคัญหลายอย่าง โดยเฉพาะสารอาหารจำพวกพฤกษเคมี (phytonutrients) เป็นสารอาหารที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมา เช่น ไฟโคไซยานิน, คลอโรฟิลล์, เบต้า- แคโรทีน, กรดแกมมา-ลิโนลินิค (GLA), ไกลโคไลปิด, ซัลโฟไลปิด เป็นต้น สารอาหารเหล่านี้มีความสำคัญที่จะช่วยปรับสภาพความสมดุลของระบบในร่างกาย และยับยั้งการเกิดสารอนุมูลอิสระ นอกจากสาหร่ายสไปรูลิน่า ยังสามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย และเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้สะดวกรวดเร็ว จึงเป็นที่นิยมในการนำมาแปรรูปที่สำคัญการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินานั้นสามารถลดต้นทุนได้โดยการเลี้ยงจากแหล่งอาหารต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำ หมักมูลสัตว์ชนิดต่างๆ น้ำเสียจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพ มูลสุกร น้ำทิ้งจากโรงงานหรือบ้านเรือน เป็นต้น

สัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซากของนกกระทาญี่ปุ่น

ผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าทดแทนแหล่งโปรตีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต

Gocmen (2022) ซึ่งทำการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นโปรตีนที่ระดับ 0, 2.5, 5, และ 7.5% ในสูตรอาหารสำหรับนกกระทาญี่ปุ่น ช่วงอายุ 1-35 วัน พบว่าการใช้ที่ระดับ 2.5% ส่งผลปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัวสุดท้ายและน้ำหนักรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้นดีมากกว่ากลุ่มที่มีการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าในระดับอื่นๆ และอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุดอีกด้วย (Table1) เนื่องจากในสาหร่ายสไปรูลิน่ามีกรดอะมิโนที่จำเป็นที่นกกระทาต้องการ ซึ่งมีส่วนช่วยในการกระตุ้นการสร้างเม็ดเลือด กระตุ้นการสร้างฮอร์โมนและกระตุ้นการเจริญเติบโตได้ดี

Table 1. Effects of different levels of dietary spirulina growth performance of Japanese quails 35 day

	NC	C	2.50 %	5 %	7.50 %	Pooled SE	P
FI (g)	450.76^{d}	449.16^{d}	462.48^{c}	472.48^{b}	488.96^{a}	5.23	0.001
FBW (g)	171.73^{b}	171.06^{b}	181.62^{a}	175.04^{b}	173.87^{b}	2.62	0.001
TBWG (g)	163.33^{b}	162.68^{b}	173.32^{a}	166.74^{b}	165.37^{b}	2.60	0.001
FCR	2.76^{bc}	2.76^{bc}	2.66^{c}	2.83^{b}	2.95^{a}	5.23	0.001

$^{a-d}$, The difference between averages that get different lowercase letters in the same line is significant (P<0.05)

Source : Gocmen (2022)

Hajati et al. (2019) ศึกษาผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 2.5, 5, 10 และ 20 กรัม/กิโลกรัม ในช่วงอายุ 1-35 วัน (Table2) พบว่าการใช้สาหร่ายสไปรูลิที่ระดับ 5 กรัม/กิโลกรัม ส่งผลต่อปริมาณการกินได้และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีที่สุด ด้านอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่มีการใช้และไม่ใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเท่ากันในทุกช่วงอายุกับกลุ่มที่มีการใช้ในระดับอื่น อาจเป็นเพราะสาหร่ายสไปรูลิน่าไม่มีสารจำพวก Cellulose เป็นส่วนประกอบ จึงทำให้ร่างกายสามารถย่อยไปใช้ประโยชน์ได้สูงถึง 95% จึงส่งผลให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีตามไปด้วย

Table 2. Effects of Spirulina platensis on growth performance of Japanese quails. (1 to 35 day)

	C	2.5 g/kg	5 g/kg	10 g/kg	20 g/kg	SEM	P-value
FI (g)	642.81^{c}	655.46^{bc}	668.10^{b}	675.11^{ab}	694.48^{a}	8.24	0.0056
BWG (g)	211.45^{b}	216.76^{b}	228.03^{a}	217.65^{b}	219.26^{b}	2.33	0.0063
FCR (g/g)	3.039^{ab}	3.024^{ab}	2.930^{b}	3.102^{a}	3.168^{a}	0.051	0.041

The means within the same row with at least one common letter, do not have significant difference (P>0.05). SEM: standard error of the means.

Source : Hajati et al. (2019)

Cheong et al. (2016) ศึกษาผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 1, 2, 4 และ 8% (Table3) ในช่วงอายุ 15-35 วัน พบว่าการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าที่ระดับ 1-4% ส่งผลให้ปริมาณการกินและน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีที่สุด ทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่มีการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่ามีแนวโน้มดีขึ้น อีกทั้งการใช้ที่ระดับ 4-8% ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์อัตราการตายของนกกระทาลดลง เนื่องจากสารไฟโคไซยานิน (Phycocyanin) และโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ที่อยู่ในสาหร่ายสไปรูลิน่า ช่วยกระตุ้นการสร้างเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว ช่วยให้นกกระทาญี่ปุ่นเข้าสู่วัยเจริญได้ดี มีภูมิต้านทานโรคสูง เพิ่มอัตราการรอด

Table 3. The effect of Spirulina diet on the live performance in Japanese quails. (15 to 35 day)

	Control	1 %	2 %	4 %	8 %
FI (kg)	7.37±0.05^{e}	8.19±0.03^{d}	10.02±0.02^{c}	10.97±0.04^{a}	10.31±0.01^{b}
BWG (g)	117.87±1.45^{d}	127.14±6.23^{c}	154.12±4.77^{b}	171.03±6.17^{a}	158.35±0.64^{b}
FCR	3.38±0.01^{a}	3.36±0.00^{b}	3.36±0.00^{b}	3.32±0.00^{c}	3.36±0.01^{b}
MR (%)	5.12±3.10^{a}	3.39±1.98^{ab}	1.67±1.92^{b}	1.11±0.97^{b}	1.11±0.97^{b}

*Means ± SD with different letters in row on each category implies significant differences ($p < 0.05$).

Source : Cheong et al. (2016)

ผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนต่อลักษณะซากของนกกระทาญี่ปุ่น

ผลจากการศึกษาผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อลักษณะซากของนกกระทาญี่ปุ่น โดย Gocmen (2022) ศึกษาผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าที่ระดับ 0, 2.5, 5 และ 7.5% ในสูตรอาหารสำหรับนกกระทาญี่ปุ่น (Table4) มีเปอร์เซ็นต์ซาก ตับ ต่อมเบอร์ซา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่กลับพบว่าการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าที่ระดับ 2.5% ส่งผลให้น้ำหนักซากสูงขึ้น โดยงานของ (Gocmen 2022; Cheong et al. 2016; Yusuf et al. 2016) อ้างว่าผลลัพธ์จากการศึกษาของ Cheong et al. (2016) ที่รายงานว่าการเพิ่มสาหร่ายสไปรูลิน่าในระดับ 4% ในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นส่งผลทำให้เนื้ออกและขามีน้ำหนักมากที่สุด และ Yusuf et al. (2016) พบว่าการเพิ่มสาหร่ายสไปรูลิน่าในอาหารของนกกระทาไม่ส่งผลต่อผลผลิตซากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 4. Effect of different levels of dietary spirulina on slaughter parameters of Japanese quails. (1 to 35 day)

	NC	C	2.5 %	5 %	7.5 %	Pooled SE	P
Carcass(g)	125.39^{b}	127.45^{b}	136.13^{a}	126.39^{b}	127.45^{b}	4.31	0.006
Carcass yield (%)	73.01	74.47	74.96	72.21	73.30	2.05	0.249
Liver (g)	3.87	4.08	4.41	4.00	4.11	0.56	0.665
Liver (%)	2.25	2.38	2.42	2.29	2.36	0.32	0.916
Bursa (g)	0.23	0.27	0.26	0.26	0.28	0.06	0.784
Bursa (%)	0.13	0.15	0.14	0.26	0.16	0.03	0.785

$^{a, b}$:The difference between averages that get different lowercase letters in the same line is significant ($P<0.05$).

Source : Gocmen (2022)

Hajati et al. (2019) ศึกษาผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 2.5, 5, 10 และ 20 กรัม (Table5) มีเปอร์เซ็นต์น่องกับเนื้อสะโพก ตับ และกึ๋น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) และยังพบว่า การใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าที่ระดับที่ 5 กรัม/กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์เนื้ออกเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์ซากสดสูงขึ้น ผลมาจากการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าที่สูงขึ้นไม่ส่งผลที่เป็นพิษต่อระบบอวัยวะภายในของนกกระทาญี่ปุ่น

Table 5. Effects of Spirulina on carcass characteristics of Japanese quails. (1 to 35 day)

Carcass traits	C	2.5 g/kg	5 g/kg	10 g/kg	20 g/kg	SEM	P-value
Carcass yield[1] (%)	67.89^{ab}	69.06^{a}	68.33^{ab}	65.00^{b}	63.42^{bc}	1.107	0.0263
Breast[2] (%)	25.50^{b}	29.23^{a}	29.37^{a}	26.07^{b}	25.01^{b}	0.647	0.0010
Drumstick + thigh[2] (%)	19.30	17.33	17.62	18.08	17.60	0.530	0.1942
Liver[3] (%)	2.34	2.25	2.22	2.24	2.29	0.189	0.641
Gizzard[3] (%)	1.64	1.71	1.71	1.73	1.63	0.114	0.994

The means within the same row with at least one common letter, do not have significant difference (P>0.05). SEM: standard error of the means.

Source : Hajati et al. (2019)

Cheong et al. (2016) ศึกษาผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 1, 2, 4 และ 8% (Table6) พบว่าการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่า ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์ขาเล็กลงที่ระดับ 2-4% แต่ไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเนื้ออก โดยงานของ (Cheong et al. 2016; Khan et al. 2005) สาหร่ายสไปรูลิน่าช่วยลดไขมันในขานกกระทาญี่ปุ่น

Tabla 6. The effects of Spirulina diet on carcass, breast and legs percentage (%) of Japanese quail's carcass. (15 to 35 day)

Parameters	Control	1 %	2 %	4 %	8 %
Carcass (%)	71.87±3.10	70.83±3.18	71.15±2.45	71.16±2.81	71.02±2.41
Breast (%)	40.44±2.57	39.94±3.18	39.81±3.30	40.76±2.28	41.03±2.44
Legs (%)	32.39±1.53^{a}	32.42±2.54^{a}	31.50±2.16^{c}	31.64±1.47^{b}	30.77±1.69^{c}

*Means ± SD with different letters in row implies significant differences ($p < 0.05$).

Source : Cheong et al. (2016)

จากงานทดลองทั้ง 3 โดยมีวัตถุประสงค์ศึกษาผลของการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซากของนกกระทาญี่ปุ่น ผลการทดลองของ Gocmen (2022), Hajati et al. (2019) และ Cheong et al. (2016) มีความสอดคล้องกันทั้งสามผลการทดลอง โดยพบว่าการใช้ที่ระดับ 0.5-4% ในสูตรอาหาร ส่งผลให้น้ำหนักตัวของนกกระทาที่เพิ่มสูงขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่มีการใช้ และอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารมีแนวโน้มดีขึ้น อีกทั้งยังพบว่าปริมาณการกินได้ในระดับที่สูงกว่า 0.5-4% มีผลต่อน้ำหนักตัวที่ลดลงในทุกผลการทดลอง อาจมีผลมาจากการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าระดับที่ต่างกัน จึงอาจส่งผลต่อการย่อยไปใช้ประโยชน์ได้ต่ำ ในด้านลักษณะซาก ผลการทดลองของ Gocmen (2022) ที่พบว่าการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าที่ระดับ 2.5% ส่งผลต่อน้ำหนักซากเพิ่มขึ้น ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ซากและอวัยวะภายในอื่นๆ มีเปอร์เซ็นต์เท่ากันทุกกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Hajati et al. (2019) ที่พบว่าการใช้ที่ระดับ 0.25-0.5% ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์เนื้ออกเพิ่มขึ้น อาจมีผลมาจากปริมาณสารอาหารในสาหร่ายมีประสิทธิภาพสูง จึงทำให้การแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของนกกระทาดีขึ้น อย่างไรก็ตามในงานทดลองของ Cheong et al. (2016) กลับพบว่าการใช้และไม่ใช้สาหร่ายสไปรูลิน่ามีเปอร์เซ็นต์ซากเนื้ออก ที่เท่ากันทุกระดับ และการใช้ที่ระดับ 2-8% มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ขาของนกกระทาลดลง เนื่องจากสาหร่ายสไปรูลิน่ามีเมทไทโอนีน (Methionine) ช่วยในกระบวนการเผาผลาญไขมันและกรดไขมัน มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ขาลดลง

สรุป

ผลการใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซากของนกกระทาญี่ปุ่น ควรใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าในสูตรอาหารที่ระดับ 0.5% เนื่องจากส่งผลทำให้นกกระทาญี่ปุ่นมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น มีอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้น และไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ อีกทั้งยังไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะซาก อย่างไรก็ตาม ไม่ควรใช้เกิน 4% เพราะจะส่งผลลบต่อสรรถนะการผลิตนกกระทาญี่ปุ่น ข้อเสนอแนะควรต้องมีการศึกษาช่วงอายุ และสภาพแวดล้อมร่วมด้วย

เอกสารอ้างอิง

คมสัน สัจจะสถาพร. 2561. “การประยุกต์ใช้สาหร่ายสไปรูไลน่ากับการเลี้ยงสัตว์”. **วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์และเทคโนโลยี.** 2 (2): 22-30.

ณัฐภาส ผู้พัฒน์, ลลิดา สุระรัตน์ชัย, รุจา สารคุณ และ พรกมล คำหาญ. (2552). นิทรรศการงานวิจัยบนเส้นทางงานวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในงานวันเกษตรแห่งชาติ ประจำปี 2552. การผลิตสาหร่ายเกลียวทอง. ม.ป.ท.

เพ็ญรัตน์ หงส์วิทยากร และ โฉมยง ไชยอุบล. 2546 “การถ่ายทอดเทคโนโลยีในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่าในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูน”. **รายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้** ณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ เมษายน 2546 หน้า 1-35.

หม่อนไม้. 2560. **สาหร่ายเกลียวทอง สไปรูลิน่า.**

http://www.monmai.com/สาหร่ายเกลียวทอง/ **20 มกราคม. Website**

สุนีรัตน์ เรืองสมบรูณ์, ศักดิ์ชัย ชูโชติ และ ปวีณา ทวีกิจ. 2553. “คุณค่าทางโภชนาการและปริมาณรงควัตถุของ Spirulina platensis”. **การวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง.** 4 (2) :34-43

Altmann, B.A., Neumann C., Velten S., Liebert F. and Mörlein D. 2018 “Meat quality derived from high inclusion of a micro-alga or insect meal as an alternative protein source in poultry diets: A pilot study”. **Foods.** 7: 34-41.

Boiago MM, Dilkin JD, Kolm MA, et al. 2019 “Spirulina platensis in Jap- anese quail feeding alters fatty acid profiles and improves egg quality: Benefits to consumers”. **Journal of Food Biochemistry.** 43(7): e12860

Cheong, D.S.W., Kasım A, Sazili, A.Q., Hishamuddin O. and Teoh, J.Y. 2016 “Effect of supplementing Spirulina on live performance, carcass composition and meat quality of Japanase quail”. **Walailak Journal of Science and Technology.** 13(2): 77-84

Gocmen, R. 2022. “Use of Spirulina Platensis in Japanese quail diets in fattening period and responses of performance, meat quality and immunity”. **Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society.** 73(3): 4511–4516.

Hajati, H. and Zaghari, M. 2019. “Effects of Spirulina platensis on Growth Performance, Carcass Characteristics, Egg Traits and Immunity Response of Japanese Quails”. **Iranian Journal of Applied Animal Science.** 9(2): 347-357.

Mitchell, S. and Richmond, A.1988 “Optimization of a growth medium for Spiru- lina based on cattle waste”. **Biological Wastes.** 25(1): 41-50

Neumann C., Velten S. and Liebert F.2017. “Improving the die-tary protein quality by amino acid fortification with a high in-clusion level of micro algae (Spirulina platensis) or insect meal (Hermetia illucens) in meat type chicken diets. Open J”. **Anim Sci.** 8: 12-18.

Razafindrajaona, J., Rakotozandriny, J.N., Rakotozandrindrainy, R.,Tsivingaina A., Ramapiherika, K.D. and Randria, J. 2008. “In fluence de l’incorporation dans les provendes de la spirulinede madagascar (Spirulina platensis) sur la croissance des pou lets de chair”. **Pp. 195 in Proc. Int. Symp. Spirulina, Toliara, Madagascar.**