ผลของการเสริมผง Betaine ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและชีวเคมีในเลือดนกกระทา

Effects of Betaine Powder Supplemented in Diet on Production Performance and Blood Biochemistry of Quails

ศุภภรณ์ สังข์ทอง
Supaporn Sangthong
ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

เบทาอีน (Betaine) หรือ ไตรเมทิลไกลซีน (Trimethylglycine) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบได้ตามพืชและสัตว์หลายชนิด มีคุณสมบัติช่วยรักษาสมดุลน้ำภายในเซลล์ ลดระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือด ลดไขมันไม่ดีในเลือด (LDL) ส่งเสริมไขมันดี (HDL) ผ่านการเผาผลาญเป็นพลังงาน ลดไขมันพอกตับในสัตว์ปีก และช่วยปรับปรุงการกินได้ให้สม่ำเสมอภายใต้สภาวะความเครียดจากความร้อนได้ แต่เป็นสารที่ดูดความชื้นสูงหากผสมไว้ในอาหารนานเกินไปอาจจับกันเป็นก้อน ทำให้วิตามินหรือแร่ธาตุเสื่อมสภาพจากความชื้นได้ และหากเสริมมากเกินไปอาจทำให้สัตว์ปีกปัสสาวะมากเกินไป ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมเบทาอีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและชีวเคมีในเลือดนกกระทา โดยศึกษาจากงานวิจัย 4 ฉบับ ที่ตีพิมพ์ระหว่าง ค.ศ.2019-2023 ซึ่งมีการเสริมผงเบทาอีนที่ระดับ 0.75-2.25 กรัมต่อกิโลกรัม และ 0.15% โดยมีผลดีต่อระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ค่าชีวเคมีในเลือดของระดับ HDL และ LDL อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถสรุปผลของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และค่าเอนไซม์ตับ AST เนื่องจากมีการเสริมสารในระดับที่แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าควรเสริมผงเบทาอีนที่ระดับ 1.2-1.5 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีผลต่อค่าชีวเคมีในเลือด แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต

คำสำคัญ: นกกระทา เบทาอีน สมรรถภาพการผลิต ชีวเคมีในเลือด

บทนำ

การเลี้ยงนกกระทา (Quail) เป็นสัตว์ปีกเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจและนิยมเลี้ยงกันในหลายประเทศ เช่น จีน และญี่ปุ่น ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเพื่อขายในรูปนกกระทาชำแหละ เมื่ออายุประมาณ 5 สัปดาห์ และใช้พื้นที่ในการเลี้ยงประมาณ 180 ตารางเซนติเมตรต่อตัว ในปัจจุบันมีการพัฒนารูปแบบการเลี้ยงและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทั้งเนื้อและไข่ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด (ประภากร, 2560) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค และคำนึงถึงผู้บริโภคเป็นหลัก เพราะอาจมีสารตกค้างได้หากเสริมมากเกินไป จึงมีการศึกษาเพื่อเสริมสารในปริมาณที่เหมาะสม

เบทาอีน (Betaine) หรือ ไตรเมทิลไกลซีน (Trimethylglycine) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่พบได้ตามพืชและสัตว์หลายชนิด เช่น ชูการ์บีท (Sugar Beet) สัตว์ทะเลเปลือกแข็ง เช่น กุ้ง ปู และจำพวกหอย โครงสร้างโมเลกุลของเบทาอีนประกอบประกอบด้วยหมู่คาร์บอกซิล (Carboxyl group) และหมู่ควอเทอร์นารีแอมโมเนียม (Quaternary ammonium) ที่มีคุณสมบัติเป็นไอออนคู่ (Zwitterion) ซึ่งมีความปลอดภัยและไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์ (Eklund et al., 2005; PubChem, 2024) เบทาอีนมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญคือการเป็นสารควบคุมแรงดันออสโมติก ซึ่งช่วยรักษาความสมดุลของน้ำภายในเซลล์ และเป็นตัวให้หมู่เมทิล (Methyl donor) ในวงจรเมทาบอลิซึมของเมไธโอนีนช่วยในกระบวนการเปลี่ยนรูปของโปรตีน (Protein metabolism) (Kidd et al., 1997; Simon, 1999) ซึ่งมีหมู่เมทิล ($-CH_3$) ที่มีส่วนช่วยในการลดระดับไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) และไขมันไม่ดี (LDL) ในเลือด หมู่เมทิลที่ได้จากเบทาอีนจะถูกนำไปใช้ในการผลิตสารฟอสฟาติดิลโคลีน (Phosphatidylcholine) มีบทบาทในการนำไขมันออกจากตับไปสู่กระแสเลือดในรูปของไลโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำมาก (VLDL) หากขาดสารนี้ไปจะเกิดไขมันพอกตับในสัตว์ปีกได้ (Fatty Liver) นอกจากนี้ยังส่งเสริมไขมันดี (HDL) ผ่านกระบวนการขนส่งกรดไขมันไปเผาผลาญเป็นพลังงาน (Ratriyanto et al., 2009) และพบว่า การลดระดับ Aspartate aminotransferase (AST) ด้วยการเสริมเบทาอีนไม่ได้เกิดจากปฏิกิริยาต่อเอนไซม์โดยตรง แต่เกิดจากฤทธิ์ปกป้องเซลล์ตับ (Hepatoprotective effect) โดยอาศัยหมู่เมทิล ทำให้สามารถสังเคราะห์เมไธโอนีน และ *S*-adenosylmethionine (SAMe) ซึ่งเป็นสารพลังงานสูงที่ตับสามารถสังเคราะห์ได้ เพื่อช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ลดภาระการทำงานและช่วยลดระดับของเอนไซม์ Aspartate aminotransferase (AST) ในกระแสเลือด ซึ่งบ่งบอกถึงสุขภาพตับที่ดีขึ้น (Wang et al., 2010) จากการทบทวนเอกสารทางวิชาการ พบว่ามีการนำเบทาอีนมาเสริมในอาหารสัตว์ปีก เพื่อเสริมสมรรถภาพการผลิตและช่วยปรับปรุงปริมาณการกินได้ ให้สม่ำเสมอภายใต้สภาวะความเครียดจากความร้อน (El-Moniary et al., 2019; Arif et al., 2022) อย่างไรก็ตาม เบทาอีนมีความสามารถในการดูดความชื้นสูง หากผสมในอาหารแล้วทิ้งไว้นานเกินไปอาจจับตัวเป็นก้อนและทำปฏิกิริยากับวิตามินหรือแร่ธาตุบางชนิดให้เสื่อมสภาพได้ ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมเบทาอีนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและชีวเคมีในเลือดนกกระทา เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นและแนวทางให้กับผู้ที่สนใจ

ผลของการเสริมผงเบทาอีนในอาหารต่อปริมาณการกินได้ (Feed intake)

Arif et al. (2022) ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0, 0.75, 1.5, และ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม ในนกกระทา (Quail) ที่ช่วงอายุ 1-35 วัน พบว่าส่งผลให้ปริมาณการกินอาหารลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อ

เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีปริมาณการกินได้มากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ที่ทำการเสริมผงเบทาอีนในอาหาร (Table 1) แต่ขัดแย้งกับงานวิจัยของ El-Bahr et al. (2021) ที่ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 0.15% ที่ช่วงอายุ 12-35 วัน พบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ El-Moniary et al. (2019) และ Gümüş et al. (2023) โดย El-Moniary et al. (2019) ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม ที่ช่วงอายุ 21 และ 40 วัน พบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) (Table 3) และ Gümüş et al. (2023) ที่ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 1.2 กรัมต่อกิโลกรัม ตลอดระยะเวลาในการทดลอง 1-42 วัน มีปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกันทั้งสองกลุ่มการทดลอง (P>0.05) (Table 4) จึงสรุปได้ว่างานวิจัยของ El-Bahr et al. (2021), El-Moniary et al. (2019) และ Gümüş et al. (2023) นั้นไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้อย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 3 งานวิจัย โดยการเสริมผงเบทาอีนในอาหารที่ระดับ 0.75-2.25 กรัมต่อกิโลกรัม และ 0.15% ปริมาณการกินได้ทั้ง 3 งานวิจัยไม่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากการเสริมผงเบทาอีนไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้โดยตรง ซึ่งไม่ได้ช่วยเพิ่มความน่ากินและกระตุ้นความอยากอาหารให้กับนกกระทา โดยเบทาอีนจะมีรสชาติเปรี้ยวและเค็มจาง ๆ และมีกลิ่นเฉพาะตัวเป็นคล้ายกลิ่นปลาจาง ๆ

Table 1 Effect of betaine supplemented in diet on growth performance in quail. (1-35 days)

Parameter	Level of betaine (g/kg)				SEM	P-Value
	0	0.75	1.5	2.25		
FI (g)	506.40[a]	487.35[b]	485.06[b]	484.46[c]	1.8646	*
FCR	2.77[a]	2.64[b]	2.57[c]	2.50[d]	0.0135	*

[abc] Means within a row with no common superscripts differ significantly (P≤0.05)

FI: Feed intake, FCR: Feed conversion ratio

Source: Arif et al. (2022)

Table 2 Effect of betaine supplemented in diet on growth performance in quail. (12-35 days)

Parameter	0% Betaine			0.15% Betaine			SEM	P-Value Betaine	P-Value ME	P-Value Betaine × ME
	Optimum (2900 kcal ME/kg)	Restricted (2800 kcal ME/kg)	Low (2700 kcal ME/kg)	Optimum (2900 kcal ME/kg)	Restricted (2800 kcal ME/kg)	Low (2700 kcal ME/kg)				
FI (g)	363.04	352.06	408.40	354.21	365.88	352.93	6.3570	0.2100	0.3040	0.1170
FCR	4.47	4.34	4.58	4.28	4.69	4.57	0.0800	0.7330	0.5870	0.3920

[abc] Means within a row with no common superscripts differ significantly (P≤0.05), FI: Feed intake, FCR: Feed conversion ratio, ME: Metabolizable energy.

Source: El-Bahr et al. (2021)

Table 3 Effect of betaine supplemented in diet on growth performance in quail.

Parameter	1-21 days		1-40 days	
	FI (g)	FCR	FI (g)	FCR
Dietary Supplementation				
Without	520.12	4.06	1292.97^{b}	5.55^{a}
+Betaine	539.73	3.96	1364.32^{a}	5.15^{b}
$+NH_4Cl$	532.30	3.97	1356.58^{a}	5.13^{b}
SEM	5.7100	0.0640	26.5900	0.1130
Interaction				
Non-conditioning	519.60	4.20	1254.40^{c}	5.93^{a}
Non-conditioning +Betaine	542.20	3.98	1311.50^{bc}	533^{b}
Non-conditioning $+NH_4Cl$	530.30	3.98	1291.20^{bc}	5.16^{c}
Heat conditioning	520.60	3.93	1331.60^{b}	5.17^{c}
Heat conditioning +Betaine	537.30	3.95	1417.10^{a}	4.97^{d}
Heat conditioning $+NH_4Cl$	534.30	3.97	1422.00^{a}	5.11^{c}
SEM	8.9400	0.0840	18.5200	0.0450

^{abc} Means within a row with no common superscripts differ significantly (P≤0.05)

FI: Feed intake, FCR: Feed conversion ratio, Non-conditioning: Normal temperature,

Heat conditioning: 40±1°C for 42 hr. on the 5^{th} day of age.

Source: El-Moniary et al. (2019)

Table 4 Effect of betaine supplemented in diet on growth performance in quail. (± Standard error)

Parameter	Control	Betaine 1.2 g/kg	PCB 1 g/kg	Betaine + PCB 1.2+1 g/kg	P-Value
0-21 days					
FI (g/b)	277.84±23.60	269.23±10.04	262.22±20.07	263.24±12.30	0.4050
FCR	3.45±0.22	3.24±0.15	3.19±0.26	3.24±0.29	0.2510
22-42 days					
FI (g/b)	395.06±191.70	404.98±28.08	440.14±65.83	413.67±34.56	0.4590
FCR	4.74±1.19	4.54±0.76	4.01±0.19	4.13±0.55	0.2590
0-42 days					
FI (g/b)	672.90±189.02	674.21±34.21	702.36±71.67	676.91±36.91	0.7450
FCR	3.99±0.28	3.89±0.30	3.65±0.15	3.71±0.31	0.1350

FI: Feed intake, FCR: Feed conversion ratio, PCB: Protected calcium butyrate.

Source: Gümüş et al. (2023)

ผลของการเสริมผงเบทาอีนในอาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio)

Arif et al. (2022) มีการใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0, 0.75, 1.5, และ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่าช่วงอายุ 1-35 วัน ในกลุ่มที่เสริมเบทาอีนแสดงผลต่อการเพิ่มน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และกลุ่มทดลองที่ระดับ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม มีการเพิ่มน้ำหนักสูงสุด ($P < 0.05$) ส่งผลให้การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด อย่างไรก็ตามกลุ่มควบคุมมีการเพิ่มน้ำหนักต่ำที่สุด ($P \leq 0.05$) ตามด้วยกลุ่มทดลองที่ระดับ 0.75 และ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 1) ในขณะที่ El-Bahr et al. (2021) ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 0.15% ในสูตรอาหารนกกระทา ที่ช่วงอายุ 12-35 วัน พบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 2) โดย El-Moniary et al. (2019) ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม ในนกกระทาที่ช่วงอายุ 21 และ 40 วัน พบว่ากลุ่มทดลองที่ช่วงอายุ 21 วัน มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 3) อย่างไรก็ตาม ในกลุ่มทดลองที่ช่วงอายุ 40 วัน พบว่ามีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในกลุ่มทดลองที่เสริมผงเบทาอีนในระดับ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม มีน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มควบคุม (Table 2) ในขณะที่ Gümüş et al. (2023) ที่ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 1.2 กรัมต่อกิโลกรัม ตลอดระยะเวลาในการทดลอง 1-42 วัน มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ทั้งสองกลุ่มการทดลอง (Table 4) จากการสรุปทั้ง 4 งานวิจัยพบว่าไม่สามารถสรุปผลได้เนื่องจากผลสรุปมีความคลุมเครือ ซึ่งไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจเกิดจากระดับการเสริมผงเบทาอีนที่แตกต่างกัน โดยงานวิจัย 2 ฉบับ ได้แก่ Arif et al. (2022) และกลุ่มทดลองที่อายุ 40 วัน ของ El-Moniary et al. (2019) ที่ให้ผลไม่แตกต่างกันในการเสริมผงเบทาอีนมีการใช้ในระดับ 0, 0.75, 1.5, และ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม และเสริมที่ระดับ 0 และ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เทียบกับงานวิจัยอีก 2 ฉบับ ได้แก่ El-Bahr et al. (2021) และ Gümüş et al. (2023) ที่ทำการเสริมในระดับ 0 และ 0.15% (1.5% เท่ากับ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม) และเสริมที่ระดับ 0 และ 1.2 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ผลของการเสริมผงเบทาอีนในอาหารต่อผลชีวเคมีในเลือด (Blood Biochemistry) ต่อระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ (Triacylglyceride), High density lipoprotein (HDL) and Low density lipoprotein (LDL)

Arif et al. (2022) พบว่าการเสริมผงเบทาอีนในอาหารที่ระดับ 0, 0.75, 1.5, และ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม ไม่มีผลต่อระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ (Triacylglyceride) ($P > 0.05$) (Table 5) และไม่พบผลกระทบใด ๆ ต่อการตรวจเลือดในนกกระทาที่ได้รับการเสริมผงเบทาอีนและกลุ่มควบคุม แต่พบว่าค่า High density lipoprotein (HDL) สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในกลุ่มทดลองที่ระดับ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม (Table 5) ในขณะที่ค่า Low density lipoprotein (LDL) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในทุกกลุ่มทดลองที่เสริมผงเบทาอีนในอาหาร (Table 5) ในขณะที่ El-Bahr et al. (2021) ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 0.15% ในสูตรอาหารนกกระทา พบว่าช่วยลดระดับไตรกลีเซอไรด์ในซีรั่มได้ ($P < 0.05$) (Table 6) แต่พบว่าทุกกลุ่มการทดลองที่เสริมเบทาอีนไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อระดับ HDL ในซีรั่ม ($P > 0.05$) (Table 6) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ในทำนองเดียวกันการเสริมผงเบทาอีนไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อระดับ LDL ในซีรั่ม ($P > 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Table 6)

ในทำนองเดียวกัน Gümüş et al. (2023) ที่ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 1.2 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่าระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มทดลองเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) (Table 7) และในกลุ่มทดลองที่เสริมผงเบทาอีนในอาหารพบว่าระดับ HDL และ LDL ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 7) จาก 2 ใน 3 งานวิจัยที่ให้ผลลัพธ์ในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ El-Bahr et al. (2021) และ Gümüş et al. (2023) พบว่า การเสริมผงเบทาอีนที่ระดับ 0 และ 0.15% (1.5% เท่ากับ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม) และเสริมที่ระดับ 0 และ 1.2 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ พบว่ามีการช่วยลดระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือดได้ ซึ่งสอดคล้องกับคุณสมบัติของเบทาอีนในการเป็นสาร Lipotropic factor ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งไขมันออกจากตับและการสลายกรดไขมันผ่านกระบวนการ β-oxidation และการเผาผลาญพลังงาน (Energy metabolism) เป็นหลัก (Ratriyanto et al., 2009) ซึ่งในส่วนของระดับ HDL และ LDL พบว่าไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นกัน ในขณะที่งานวิจัยอีก 1 ฉบับ ของ Arif et al. (2022) มีการเสริมที่ระดับ 0, 0.75, 1.5, และ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีผลขัดแย้งกันกับงานวิจัยอีก 2 ฉบับ ที่มีระดับการเสริมที่น้อยกว่า จึงอาจสรุปได้ว่าอาจเกิดจากระดับการเสริมผงเบทาอีนที่แตกต่างกันทำให้ได้ข้อสรุปที่ไม่ชัดเจน

ผลของการเสริมผงเบทาอีนในอาหารต่อผลชีวเคมีในเลือด (Blood Biochemistry) ต่อค่าเอนไซม์ในตับ Aspartate aminotransferase (AST)

Arif et al. (2022) การเสริมผงเบทาอีนในอาหารที่ระดับ 0, 0.75, 1.5, และ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่าค่าเอนไซม์ในตับ Aspartate aminotransferase (AST) ในกลุ่มทดลองที่ระดับ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม มีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในทุกกลุ่มที่ได้รับการเสริมผงเบทาอีนในอาหาร (Table 5) ในขณะที่ El-Moniary et al. (2019) ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่าค่าเอนไซม์ในตับ AST ในทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 8) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานของ Gümüş et al. (2023) ที่ใช้ผงเบทาอีนเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 1.2 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่าค่าเอนไซม์ในตับ AST ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 7) จึงสรุปได้ว่างานวิจัยของ El-Moniary et al. (2019) และ Gümüş et al. (2023) เป็นไปในทิศทางเดียวกัน การเสริมผงเบทาอีนที่ระดับ 1.2 และ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่าค่าเอนไซม์ในตับ AST ไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งอาจเกิดจากระดับการเสริมผงเบทาอีนที่แตกต่างกัน จาก 2 ใน 3 งานวิจัย ได้แก่ El-Moniary et al. (2019) และ Gümüş et al. (2023) ที่ทำการเสริมในอาหารที่ระดับ 0 และ 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม และในระดับที่ 0 และ 1.2 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบเพิ่มเติมกับงานวิจัยของ Arif et al. (2022) ซึ่งเสริมในอาหารที่ระดับ 0, 0.75, 1.5, และ 2.25 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีผลขัดแย้งกันกับอีก 2 งานวิจัย

Table 5 Effect of betaine supplemented diet on Blood Biochemistry of quail.

Parameter	Level of betaine (g/kg)				SEM	P-Value
	0	0.75	1.5	2.25		
Triglyceride (mg/dL)	110.83	110.43	110.02	110.33	0.4129	NS
HDL (mg/dL)	111.24^{b}	112.42^{ab}	112.55^{ab}	113.52^{a}	0.5551	*
LDL (mg/dL)	20.90^{a}	18.50^{b}	18.50^{b}	18.12^{b}	0.4848	*
AST (g/dL)	118.52^{a}	117.73^{a}	115.59^{b}	115.30^{b}	0.3523	*

^{ab} Means within a row with no common superscripts differ significantly (P≤0.05), HDL: High density lipoprotein, LDL: Low density lipoprotein, AST: Aspartate aminotransferase.

Source: Arif et al. (2022)

Table 6 Effect of betaine supplemented diet on Blood Biochemistry of quail. (12-35 days)

Parameter	0% Betaine			0.15% Betaine			SEM	P-Value Betaine	P-Value ME	P-Value Betaine × ME
	Optimum (2900 kcal ME/kg)	Restricted (2800 kcal ME/kg)	Low (2700 kcal ME/kg)	Optimum (2900 kcal ME/kg)	Restricted (2800 kcal ME/kg)	Low (2700 kcal ME/kg)				
Triglyceride (mg/dL)	131.83^{b}	133.75^{b}	115.41^{c}	141.75^{a}	103.75^{c}	103.85^{c}	1.4820	0.0013	<0.0001	<0.0001
HDL (mg/dL)	50.15^{a}	48.05^{a}	37.46^{c}	49.83^{a}	38.50^{c}	37.31^{c}	1.0030	0.1060	<0.0001	<0.0001
LDL (mg/dL)	74.11^{b}	86.75^{a}	67.50^{b}	85.81^{a}	58.06^{b}	63.81^{b}	1.7940	0.0640	0.0100	0.0003

^{abc} Means within a row with no common superscripts differ significantly (P≤0.05), ME: Metabolizable energy, HDL: High density lipoprotein, LDL: Low density lipoprotein.

Source: El-Bahr et al. (2021)

Table 7 Effect of betaine supplemented diet on Blood Biochemistry of quail. (0-42 days)

(± Standard error)

Parameter	Control	Betaine 1.2 g/kg	PCB 1 g/kg	Betaine + PCB 1.2+1 g/kg	P-Value
Triglyceride (mg/dL)	80.58±8.14^{a}	68.45±6.56^{b}	73.82±9.29^{b}	73.09±7.37^{b}	0.0070
HDL (mg/dL)	138.53±15.99	139.89±11.55	134.44±13.21	138.88±10.96	0.7210
LDL (mg/dL)	37.99±6.85	43.01±6.18	41.89±8.19	40.34±5.78	0.3170
AST (U/L)	272.38±45.89	285.58±70.29	243.25±35.61	271.92±33.81	0.1970

[abc] Means within a row with no common superscripts differ significantly (P≤0.05)

PCB: Protected calcium butyrate, HDL: High density lipoprotein, LDL: Low density lipoprotein, AST: Aspartate aminotransferase.

Source: Gümüş et al. (2023)

Table 8 Effect of betaine supplemented diet on Blood Biochemistry of quail.

Parameter	1-40 days
	AST
Dietary Supplementation	
Without	50.00
+Betaine	51.58
+NH_4Cl	53.08
SEM	2.0490
Interaction	
Non-conditioning	48.00
Non-conditioning +Betaine	51.33
Non-conditioning +NH_4Cl	53.00
Heat conditioning	52.00
Heat conditioning +Betaine	51.83
Heat conditioning +NH_4Cl	53.17
SEM	2.9900

[abc] Means within a row with no common superscripts differ significantly (P≤0.05)

AST: Aspartate aminotransferase, Non-conditioning: Normal temperature,

Heat conditioning: 40±1°C for 42 hr. on the 5th day of age.

Source: El-Moniary et al. (2019)

สรุป

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัย 4 ฉบับ ที่มีการเสริมผงเบทาอีนในอาหารนกกระทา ที่ตีพิมพ์ในช่วง ค.ศ. 2019-2023 ในการเสริมที่ระดับ 0.75-2.25 กรัมต่อกิโลกรัม และ 0.15% มีผลดีต่อระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือด แต่ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ และค่าชีวเคมีในเลือดของระดับ HDL และ LDL อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถสรุปผลของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และค่าชีวเคมีในเลือดของค่าเอนไซม์ตับ AST เนื่องจากมีระดับการเสริมผงเบทาอีนที่แตกต่างกัน จึงสามารถสรุปได้ว่าการเสริมผงเบทาอีนในอาหารนกกระทาที่เหมาะสม คือระดับ 1.2-1.5 กรัมต่อกิโลกรัม เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อชีวเคมีในเลือดของระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ อย่างไรก็ตาม หากมีงานวิจัยที่เสริมผงเบทาอีนในระดับที่เท่ากันใช้เปรียบเทียบเพิ่มเติม อาจได้ข้อสรุปที่ชัดเจนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ประภากร ธาราฉาย. 2560. **การเลี้ยงนกกระทา.** การผลิตสัตว์ปีก. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 650074868-บทที่-11-การเลี้ยงนกกระทา-ปรับปรุง-2560.pdf. 14 ธันวาคม 2568

Arif, M., Baty, R.S., Althubaiti, E.H., Ijaz, M.T., Fayyaz, M., Shafi, M.E., Albaqami, N.M., Alagawany, M., Abd El-Hack, M.E., Taha, A.E., Salem, H.M., El-Tahan, A.M., and Elnesrh, S.S. 2022. "The Impact of Betaine Supplementation in Quail Diet on Growth Performance, Blood Chemistry, and Carcass Traits". **Saudi J. Biol. Sci.** 29: 1604–1610.

Eklund, M., Bauer, E., Wamatu, J., and Mosenthin, R. 2005. "Potential Nutritional and Physiological Functions of Betaine in Livestock". **Nutr. Res. Rev.** 18: 187–208.

El-Bahr, S.M., Shousha, S., Khattab, W., Shehab, A., El-Garhy, O., El-Garhy, H., Mohamed, S., Ahmed-Farid, O., Hamad, A., and Sabike, I. 2021. "Impact of Dietary Betaine and Metabolizable Energy Levels on Profiles of Proteins and Lipids, Bioenergetics, Peroxidation and Quality of Meat in Japanese Quail". **Animals** 11: 117.

El-Moniary, M.M., Goud, A., Hamouda, Y., Youssef, A.W., and Hassan, H.M.A. 2019. "Influence of Early Heat Conditioning and Betaine or Ammonium Chloride Supplementation on Performance and Physiological Parameters of Quail Chicks in Hot Climate". **International Journal of Poultry Science.** 18(12): 562–569.

Gümüş, E., Sevim, B., Olgun, O., and Küçükersan, S. 2023. "Effects of Dietary Betaine and Protected Calcium Butyrate Supplementation on Growth Performance, Blood Biochemical Status, and Meat Quality in Growing Japanese Quail (Coturnix coturnix Japonica)". **Pol. J. Vet. Sci.** 26(3): 377–383.

Khattak, F. M., Acamovic, T., Sparks, N., Pasha, T. N., Joiya, M. H., Hayat, Z., and Ali, Z. 2012. "Effect of Different Levels of Dietary Betaine on Growth Performance and Carcass Characteristics of Broilers". **Poultry Science.** 91: 2819-2827.

Kidd, M.T., Swatson, S.R., James, L., and Owens, S.R. 1997. "Betaine and Choline for Broilers: I. Meat Yield and Abdominal Fat". **J. Appl. Poult. Res.** 6: 12-18.

National Center for Biotechnology Information. 2024. **PubChem Compound Betaine**. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Betaine. 14 ธันวาคม 2568

Ratriyanto, A., Mosenthin, R., Bauer, E., and Eklund, M. 2009. "Metabolic, Osmoregulatory and Nutritional Functions of Betaine in Monogastric Animals". **Asian-Australas. J. Anim. Sci.** 22: 1461-1476.

Wang, Y., Ning, Z., Ye, X., and Yin, Y. 2010. "Effects of Betaine on Growth Performance and Carcass Characteristics in Meat Ducks". **Anim. Feed Sci. Technol.** 159: 118-125.