ผลของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารต่อการเจริญเติบโตและคุณลักษณะกระดูกของไก่กระทง

ชุดาภา เชียรพลแสน

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารต่อการเจริญเติบโตและคุณลักษณะกระดูกของไก่กระทง โดยทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ระหว่างปี พ.ศ. 2557 - 2561 ซึ่งมีการใช้เอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่กระทงตั้งแต่ระดับ 250 ถึง 3000 FTU/kg พบว่าการเสริมที่ระดับ 250 FTU/kg มีผลทำให้ปริมาณการกินได้ การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ ในด้านคุณภาพของกระดูกพบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1000 2000 และ 3000 FTU/kg ทำให้ปริมาณแร่ธาตุในกระดูกและเลือดมากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ อีกทั้งยังเพิ่มการย่อยได้ของไฟเตทในอาหารทำให้ดูดซึมฟอสฟอรัสได้มากกว่าและการขับถ่ายออกน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าสามารถเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารได้ในระดับตั้งแต่ 250 FTU/kg อาหารเป็นต้นไป อย่างไรก็ตามการเสริมเอนไซม์ไฟเตสจะมีผลดีก็ต่อเมื่อในอาหารปกติมีฟอสฟอรัสที่ใช้ได้ไม่เพียงพอกับความต้องการของไก่เท่านั้น

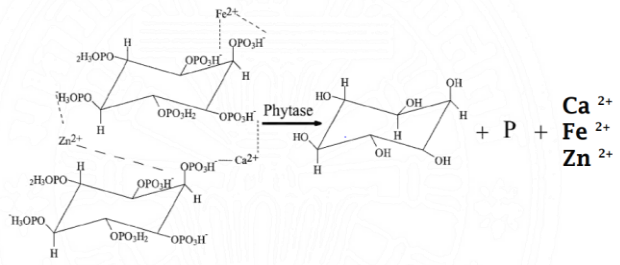
คำสำคัญ: เอนไซม์ไฟเตส การเจริญเติบโต กระดูก ไก่กระทง

บทนำ

วัตถุดิบอาหารสัตว์หลายชนิดที่ใช้เป็นส่วนประกอบสูตรอาหารของไก่ เป็นวัตถุดิบที่ได้จากพืชจำพวกเมล็ดธัญพืช เมล็ดพืชน้ำมัน และผลพลอยได้จากเมล็ดพืช ซึ่งวัตถุดิบเหล่านี้จะพบฟอสฟอรัสในรูปของไฟเตท (phytate) หรือ กรดไฟติก (phytic acid)) ในสภาพที่พืชใช้เก็บสะสมฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นสารต้านโภชนะชนิดหนึ่ง โดยไฟเตทจะจับกับโปรตีน และแร่ธาตุหลายชนิด เช่น เหล็ก สังกะสี แมกนีเซียม แคลเซียม และฟอสฟอรัส ที่บริเวณลำไส้เล็กเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ ที่สัตว์ปีกไม่สามารถนำฟอสฟอรัสในรูปดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ได้ จึงต้องมีการเสริมฟอสฟอรัสจากแหล่งอื่นเพื่อให้สัตว์ได้รับในปริมาณที่เพียงพอ ทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้นเนื่องจากฟอสฟอรัสมีราคาสูง (Borges, 1997) และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากปริมาณของฟอสฟอรัสจำนวนมากถูกปล่อยออกมาจากการขับถ่ายของสัตว์ นอกจากการเสริมฟอสฟอรัสแล้วยังมีวิธีอื่น เช่น การใช้ความร้อน แต่ส่วนใหญ่วิธีนี้มีประสิทธิภาพในการลดสารต้านโภชนาการกลุ่มไม่ทนร้อนและการให้ความร้อนมากเกินไปยังมีผลทำให้กรดอะมิโนจำเป็นถูกทำลาย และการใช้สารละลายของเกลืออัลคาไลน์ (Alkaline salt) ได้แก่ โซเดียมไดคาร์บอเนต ซึ่งวิธีนี้อาจมีสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ได้ จึงมีการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสในวัตถุดิบอาหารจากพืช โดยเอนไซม์ไฟเตสจะทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสทำให้ฟอสฟอรัสหลุดจากโมเลกุลของไฟเตทและสัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้ อย่างไรก็ตามการใช้เอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการสร้างกระดูกของไก่กระทงยังต้องคำนึงถึงปริมาณการใช้ ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารต่อการเจริญเติบโตและคุณลักษณะของกระดูกของไก่กระทง

เอนไซม์ไฟเตส

เอนไซม์ไฟเตส (phytase) หรือ *myo*-inositol (1,2,3,4,5,6) hexakisphosphate phosphohydrolase จัดอยู่ในกลุ่มของเอนไซม์จำพวก phosphatases ซึ่งถูกค้นพบโดย Suzuki และคณะในปี ค.ศ. 1907 เป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส เพื่อสลายพันธะฟอสโฟโมโนเอสเทอร์กับกรดไฟติก (phytic acid) ทำให้ได้สาร inorganic phosphates ออกมา โดยสามารถทำปฏิกิริยากับ phytic acid และได้ผลิตภัณฑ์เป็นหมู่ฟอสเฟตอย่างน้อยหนึ่งกลุ่ม และอะตอมของโลหะต่างๆ ที่จับอยู่กับ phytic acid (รูปที่ 1) เอนไซม์ไฟเตสจึงถูกนำมาผสมในอาหารสัตว์จำพวกสัตว์กระเพาะเดี่ยวเพื่อช่วยในการย่อย phytate ทำให้ได้ธาตุฟอสฟอรัสและแร่ธาตุอื่นๆ ที่จับอยู่กับโมเลกุล phytate ออกมา ซึ่งทำให้สัตว์สามารถดูดซึมธาตุฟอสฟอรัสและแร่ธาตุต่างๆ เหล่านั้นไปใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1 แสดงการทำงานของเอนไซม์ไฟเตส

ที่มา: Lei et al. (2003)

ผลของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารต่อการเจริญเติบโตของไก่กระทง

ปริมาณการกินได้

Lelis et al. (2012) ทำการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่กระทง โดยมี 5 กลุ่มการทดลอง คือ Positive control (PC) เป็นการให้อาหารตามความต้องการปกติ, Negative control 1 (NC 1) คือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 250 FTU/kg, Negative control 2 (NC 2) คือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 500 FTU/kg, Negative control 1 +250 FTU/kg (NC1+250) คือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 250 FTU/kg +250 FTU/kg, Negative control 2 +500 FTU/kg (NC2+500) คือกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 500 FTU/kg +500 FTU/kg พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร (NC1+250 และ NC2+500) ทำให้ไก่มีปริมาณการกินได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ที่ได้รับอาหารต่ำกว่าความต้องการของไก่ (NC1 และ NC2) แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ให้อาหารสูตรปกติ (PC) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของทั้ง Broch et al. (2018) ซึ่งเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1000, 2000 และ 3000 FYT/kg และ Lalpanmawia et al. (2014) ที่เสริมเอนไซม์ไฟเตส 2 เกรด (Lab และ Commercial grade) ที่ระดับ 500 FTU/kg ดังตารางที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่จะมีประโยชน์เมื่อไก่ได้รับอาหารในระดับต่ำกว่าความต้องการ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเอนไซม์ไฟเตสเพิ่มความสามารถในการย่อยได้ของฟอสฟอรัสและสารอาหารต่างๆ

การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว

Lelis et al. (2012) พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร (NC1+250 และ NC2+500) ทำให้ไก่มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ที่ได้รับอาหารต่ำกว่าความต้องการของไก่ (NC1 และ NC2) แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ให้อาหารสูตรปกติ (PC) ในขณะที่ Broch et al. (2018) ซึ่งเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1000, 2000 และ 3000 FYT/kg พบว่าการเสริมเอนไซม์ในช่วงอายุ 1-21 วัน ที่ระดับ (NC+3000) ทำให้

ไก่มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่ม (PC, NC, NC+1000 และ NC+2000) แต่ในช่วงอายุ 21-42 วัน พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ (NC+1000,NC+2000 และNC+3000) ทำให้ไก่มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่ม NC แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ให้อาหารสูตรปกติ (PC) ในขณะที่ Lalpanmawia et al. (2014) พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสเกรดทางการค้า (Commercial grade) ในช่วงอายุ 0-3 wk และ 0-5 wk ทำให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวของไก่มากกว่ากลุ่ม (NC และ Lab phytase) แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ให้อาหารสูตรปกติ PC ในขณะที่ช่วงอายุ 4-5 wk พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสทั้ง 2 เกรด (Lab และ Commercial) ทำให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวของไก่มากกว่ากลุ่ม NC แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ให้อาหารสูตรปกติ PC ดังตารางที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่มีประโยชน์เมื่อไก่ได้รับอาหารในระดับต่ำกว่าความต้องการ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเอนไซม์ไฟเตสมีความสามารถในการย่อย phytate เพื่อปลดปล่อยฟอสฟอรัสทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากฟอสฟอรัส แคลเซียม สังกะสี และกรดอะมิโน ทำให้ไก่สามารถนำสารอาหารไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น จึงเป็นผลให้การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวของไก่มากขึ้น

ตารางที่ 1 ผลของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารต่อปริมาณการกินได้ (กรัม) ของไก่กระทง

age (day)	Level of dietary phytase FTU/kg					SEM	Ref.
	PC	NC 1	NC 2	NC1+250	NC2+500		
1-21	1208.7[a]	1159.7[b]	1158.9[b]	1198.2[a]	1228.6[a]	-	1
21-40	4586.6[a]	4421.5[bc]	4323.9[c]	4466.4[ab]	4519.6[ab]	-	
	Level of dietary of phytase FYT/kg						
	PC	NC	NC+1000	NC+2000	NC+3000		
1-21	1230[a]	1176[b]	1231[a]	1240[a]	1260[a]	15.56	2
21-42	4416[a]	4220[b]	4405[a]	4431[a]	4394[a]	51.81	
	Level of dietary phytase FTU/kg						
	PC	NC	Lab phytase	Com phytase			
0-3 wk	1105[ab]	1037[b]	1106[ab]	1165[a]		12.86	3
4-5 wk	1703[a]	1520[b]	1470[b]	1699[a]		27.24	
0-5 wk	2808[a]	2557[b]	2576[b]	2863[a]		32.96	

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ 1= Lelis et al. (2012), 2= Broch et al. (2018), 3= Lalpanmawia et al. (2014)

PC: positive control; NC: negative control; NC1: negative control (สูตรที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 250 FTU/kg);NC2: negative control (สูตรที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 500 FTU/kg); Lab phytase: negative control + laboratory phytase @500 FTU/kg; Com phytase: negative control + commercial phytase enzyme @500 FTU/kg.

ตารางที่ 2 ผลของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว (กรัม) ของไก่กระทง

age (day)	Level of dietary phytase FTU/kg					SEM	Ref.
	PC	NC 1	NC 2	NC1+250	NC2+500		
1-21	834.5[a]	767.0[b]	751.7[b]	816.3[a]	833.8[a]	-	1
21-40	2625.1[a]	2493.2[b]	2413.6[c]	2562.0[a]	2607.9[a]	-	
	Level of dietary of phytase FYT/kg						
	PC	NC	NC+1000	NC+2000	NC+3000		
1-21	855[a]	796[c]	854[a]	879[a]	894[b]	14.38	2
21-42	2569[a]	2415[b]	2596[a]	2642[a]	2602[a]	41.30	
	Level of dietary phytase FTU/kg						
	PC	NC	Lab phytase	Com phytase			
0-3 wk	807[a]	722[b]	757[b]	822[a]		9.31	3
4-5 wk	916[a]	730[b]	841[a]	923[a]		19.30	
0-5 wk	1723[a]	1452[c]	1598[b]	1744[a]		26.65	

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ 1= Lelis et al. (2012), 2= Broch et al. (2018), 3= Lalpanmawia et al. (2014)

PC: positive control; NC: negative control; NC1: negative control (สูตรที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 250 FTU/kg);NC2: negative control (สูตรที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 500 FTU/kg); Lab phytase: negative control + laboratory phytase @500 FTU/kg; Com phytase: negative control + commercial phytase enzyme @500 FTU/kg.

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

Lelis et al. (2012) พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหาร (NC1+250 และ NC2+500) ทำให้ไก่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่ม NC2 แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ให้อาหารสูตรปกติ (PC) และกลุ่ม(NC1) ในช่วงอายุ 1-21 วัน แต่ในช่วงอายุ 21-40 วัน การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารที่ระดับ 500 FTU/kg ทำให้ไก่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่ม NC2 แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่ม PC,NC1 และNC1+250 ในขณะที่ผลการทดลองของ Broch et al. (2018) ซึ่งเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 1000,2000 และ3000 FYT/kg พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในช่วงอายุ 1-21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่ม แต่ในช่วงอายุ 21-42 วัน การเสริมเอนไซม์ที่ระดับ (NC+1000 และ NC+3000) ทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่ม (NC และ NC+2000) แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ให้อาหารสูตรปกติ PC และ Lalpanmawia et al. (2014) ที่เสริมเอนไซม์ไฟเตส 2 เกรด (Lab และ Commercial grade)ที่ระดับ 500 FTU/kg พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในช่วงอายุ 0-3 wk ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่ม แต่ในช่วงอายุ 4-5

wk และ 0-5 wk การเสริมเอนไซม์ทั้ง 2 เกรด (Lab และ Commercial) ทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่มากกว่ากลุ่ม NC แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ให้อาหารสูตรปกติ PC ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง

age (day)	Level of dietary phytase FTU/kg					SEM	Ref.
	PC	NC 1	NC 2	NC1+250	NC2+500		
1-21	1.499[a]	1.513[bc]	1.542[c]	1.468[ab]	1.474[ab]	-	1
21-40	1.747[a]	1.774[ab]	1.793[b]	1.743[ab]	1.733[a]	-	
	Level of dietary of phytase FYT/kg						
	PC	NC	NC+1000	NC+2000	NC+3000		
1-21	1.439	1.447	1.442	1.411	1.41	0.020	2
21-42	1.690[a]	1.757[b]	1.662[a]	1.630[b]	1.651[a]	0.020	
	Level of dietary phytase FTU/kg						
	PC	NC	Lab phytase	Com phytase			
0-3 wk	1.37	1.44	1.46	1.42		0.014	3
4-5 wk	1.86[b]	2.03[a]	1.75[b]	1.84[b]		0.028	
0-5 wk	1.63[b]	1.75[a]	1.61[b]	1.64[b]		0.015	

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

หมายเหตุ 1= Lelis et al. (2012), 2= Broch et al. (2018), 3= Lalpanmawia et al. (2014)

PC: positive control; NC: negative control; NC1: negative control (สูตรที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 250 FTU/kg);NC2: negative control (สูตรที่ลดระดับโภชนะให้เทียบเท่ากับที่ได้รับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส 500 FTU/kg); Lab phytase: negative control + laboratory phytase @500 FTU/kg; Com phytase: negative control + commercial phytase enzyme @500 FTU/kg.

การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารต่อคุณลักษณะกระดูก

คุณภาพของกระดูก

Broch et al. (2018) พบว่าปริมาณเถ้าในกระดูกของไก่กลุ่มที่เสริมเอนไซม์ไฟเตส 1000, 2000 และ 3000 FYT/kg ไม่มีความแตกจากกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 4) ทั้งเมื่อไก่อายุ 21 วัน และ 42 วันในขณะที่ Lalpanmawia (2014) พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสเกรดทางการค้า (Commercial grade) ในไก่ที่อายุ 5 สัปดาห์ให้ปริมาณเถ้าในกระดูกมากกว่ากลุ่ม Negative control ที่สูตรอาหารลดโภชนะอาหารลง (ตารางที่ 8) และการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่กระทงที่ช่วงอายุ 42 วัน ทำให้กลุ่มที่เสริมเอนไซม์ไฟเตส (1000, 2000 และ 3000 FYT/kg) มีค่าดัชนีความหนาแน่น (Seedor Index) และน้ำหนักแห้ง มากกว่ากลุ่ม Negative control แต่ไม่มี

ความแตกต่างจากกลุ่ม Positive control (ตารางที่ 4) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเอนไซม์ไฟเตสมีความสามารถในการย่อย phytate ทำให้ระดับของฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ในทางเดินอาหารสูง ทำให้ดูดซึมสารอาหารได้ดีขึ้น ส่งผลให้เถ้าในกระดูกและความหนาแน่นของกระดูกมากขึ้น

ตารางที่ 4 คุณภาพของกระดูกแข้งของไก่กระทงที่อายุ 21 และ 42 วัน เมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสและฟอสฟอรัสในรูปสารอนินทรีย์ (Broch et al., 2018)

Bone quality	Levels of dietary phytase FYT/kg					SEM	P (Dunnett)	P (Regression)
	PC	NC	NC+1000	NC+2000	NC+3000			
21 days old								
Seedor Index	70.45	67.22	70.55	69.88	66.4	1.82	0.209	0.121
Breaking Strength (Kgf/mm)	15.51	15.02	15.33	15.93	15.52	0.68	0.966	0.940
Dry matter (g/kg)	435.04	444.64	428.31	424.33	428.5	8.35	0.458	0.416
Bone ash (g/kg)	480.06	476.31	469.25	474.41	478.5	5.93	0.745	0.684
42 day old								
Seedor Index	142.44[a]	133.80[b]	145.16[a]	149.24[a]	134.71[a]	3.76	0.007	0.008
Breaking Strength (Kgf/mm)	28.46	23.9	28.3	26.7	27.84	1.63	0.253	0.071
Dry matter (g/kg)	466.63[a]	426.57[b]	470.75[a]	456.19[a]	452.48[a]	11.04	0.020	0.040
Bone ash (g/kg)	405.64	384.43	436.19	410.73	416.37	13.47	0.081	0.058

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

PC: positive control; NC: negative control

Seedor Index: The bone density was calculated by dividing the bone weight (mg) by its length (mm), thus obtaining the Seedor Index (SI) (Seedor et al., 1991)

Seedor Index คือ เป็นตัวบ่งชี้ความหนาแน่นของกระดูก ยิ่งมีค่าสูงเท่าไหร่กระดูกก็จะยิ่งหนาแน่นมากขึ้น ดัชนีนี้ไม่มีหน่วย (Seedor, 1993.)

Breaking Strength คือ ค่าความแข็งแรงต้านการแตกหัก เป็นตัวชี้วัดการดูดซึมสารอาหาร

ปริมาณแร่ธาตุในกระดูกและเลือด

Broch et al. (2018) ในช่วงที่ไก่อายุ 21 วัน การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารทำให้ไก่มีปริมาณแคลเซียมในกระดูกมากกว่ากลุ่ม NC ที่ไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส แต่ในช่วงอายุ 42 วัน ทุกกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 5) ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสในกระดูกพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้งในช่วงอายุ 21 และ 42 วัน

ปริมาณแคลเซียมในเลือดพบว่าในช่วงอายุ 21 วัน แคลเซียมในเลือดลดลงในกลุ่มที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสในระดับสูง (NC+2000 และ NC+3000) เมื่อเทียบกับกลุ่มไม่เสริม (PC และ NC) แต่ให้ผลในทิศทางตรงกันข้ามเมื่อวัดในช่วงอายุ 42 วัน และปริมาณฟอสฟอรัสในเลือดในช่วงอายุ 21 วัน กลุ่มที่เสริมเอนไซม์ไฟเตสในระดับสูง (NC+2000 และ NC+3000) ให้ผลมากกว่ากลุ่ม NC แต่ที่อายุ 42 วัน กลุ่มที่เสริมเอนไซม์ทั้งหมด ให้ผลไม่แตกต่างกันแต่ให้ผลมากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่ม NC ทั้งนี้เป็นเพราะการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารสามารถย่อย Phytate ในอาหารได้มากขึ้น (ตารางที่ 6) ไก่จึงดูดซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัสได้ดีขึ้น ทำให้มีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระดูกและเลือดมากขึ้น และการทดลองของ Lalpanmawia et al. (2014) พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสเกรดทางการค้า (Commercial grade) ในอาหารไก่กระทงทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่กินเข้าไปมากกว่าและการขับถ่ายออกน้อยกว่ากลุ่ม NC (ตารางที่ 9) แสดงให้เห็นว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่กระทงทำให้การย่อยสลายฟอสฟอรัสจากสารไฟเตทได้และทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของฟอสฟอรัสดีขึ้น

ซึ่ง Ca^{+} Metabolism ถูกควบคุมโดย hormone 2 ชนิด คือ Parathyroid hormone (PTH) และ Calcitonin มีผลต่อระดับแคลเซียมในเลือด PTH เป็นฮอร์โมนที่ถูกหลั่งจากต่อมพาราไทรอยด์ ทำหน้าที่ในการเพิ่มระดับความเข้มข้นของแคลเซียมในเลือด ในขณะที่ฮอร์โมน Calcitonin หลั่งจากต่อมไทรอยด์ ทำหน้าที่ลดความเข้มข้นของแคลเซียมในเลือด

ตารางที่ 5 ปริมาณแร่ธาตุในกระดูกและเลือดของไก่กระทงเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสและฟอสฟอรัสในรูปสารอนินทรีย์ (Broch et al., 2018)

Mineral content in bones and blood	Levels of dietary phytase FYT/kg					SEM	P (Dunnett)	P (Regression)
	PC	NC	NC+1000	NC+2000	NC+3000			
21 days old								
Ca Bone (g/kg)	214.9[a]	210.6[b]	211.0[a]	214.0[a]	190.2[b]	10.61	0.006	0.231
P Bone (g/kg)	111	107.8	111.1	117.4	126	6.23	0.213	0.649
Ca Blood (mg/dl)	9.27[a]	9.02[a]	9.31[a]	6.54[b]	5.68[b]	0.4	<0.001	<0.001
P Blood (mg/dl)	5.82[a]	3.67[b]	5.80[a]	4.66[b]	4.68[b]	0.23	<0.001	<0.001
42 days old								
Ca Bone (g/kg)	178.5	183.4	186.5	181.4	182.9	0.37	0.700	0.811
P Bone (g/kg)	75.2	78.1	75.9	75.8	77.6	0.1	0.294	0.383
Ca Blood (mg/dl)	5.38[a]	5.69[a]	6.22[b]	6.01[b]	5.93[b]	0.18	0.008	0.181
P Blood (mg/dl)	3.68[a]	2.11[b]	3.82[a]	3.84[a]	3.73[a]	0.2	<0.001	<0.001

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

PC: positive control; NC: negative control

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ที่ลำไส้เล็กส่วน ileam ของโปรตีน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม (Lalpanmawia et al., 2014)

Apparent ileal digestibility coefficient	Levels of dietary phytase FTU/kg				SEM	Significance
	PC	NC	Lab phytase	Com phytase		
5 wk of age						
Crude protein	0.825	0.808	0.843	0.844	0.0075	0.271
Phosphorus	0.456^{c}	0.387^{d}	0.503^{b}	0.599^{a}	0.0146	0.001
Calcium	0.653^{a}	0.564^{b}	0.623^{ab}	0.617^{ab}	0.0108	0.022

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

PC: positive control; NC: negative control; Lab phytase: negative control + laboratory phytase @500 FTU/kg; Com phytase: negative control + commercial phytase enzyme @500 FTU/kg.

สัณฐานวิทยาของกระดูก

Lalpanmawia (2014) พบว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสเกรดทางการค้า (Commercial grade) ในอาหารไก่กระทงทำให้ไก่มีความยาวของกระดูกแข้ง (tibia) มากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม (NC) แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่ม PC และ Lab phytase ในขณะที่การเสริมเอนไซม์ไฟเตสทำให้ความกว้างของกระดูกแข้ง ส่วน proximal epiphysis มากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม (NC) แต่ไม่มีความแตกต่างกันกับกลุ่มที่ให้อาหารสูตรปกติ (PC) และพบว่าความกว้างของกระดูกแข้ง ส่วน diaphysis และ distal epiphysis ไม่มีความแตกต่างกันในทุกกลุ่ม (ตารางที่7)

ตารางที่ 7 คุณลักษณะกระดูกแข้งของไก่กระทง (Lalpanmawia et al., 2014)

Bone morphometry (left tibia)	Levels of dietary phytase FTU/kg				SEM	Significance
	PC	NC	Lab phytase	Com phytase		
5 wk of age						
Bone length (cm)	10.12^{a}	9.40^{c}	9.43^{bc}	9.83^{ab}	0.071	0.001
Bone width (cm) pxoximal epiphysis	2.43^{a}	2.24^{b}	2.41^{a}	2.42^{a}	0.018	0.001
Bone width (cm) diapiphysis	0.911	0.857	0.904	0.889	0.0134	0.482
Bone width (cm) distal epiphysis	1.79	1.75	1.73	1.77	0.013	0.398

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

PC: positive control; NC: negative control; Lab phytase: negative control + laboratory phytase @500 FTU/kg; Com phytase: negative control + commercial phytase enzyme @500 FTU/kg.

ตารางที่ 8 น้ำหนักกระดูก เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส ในกระดูกแข้งของไก่กระทง (Lalpanmawia et al., 2014)

Bone weight	Levels of dietary phytase FTU/kg				SEM	Significance
	PC	NC	Lab phytase	Com phytase		
5 wk of age						
Bone weight (g/kg live weight)	3.15	3.01	3.11	3.14	0.054	0.44
Ash (g)/bone (g)	0.411[ab]	0.380[b]	0.387[ab]	0.417[a]	0.0051	0.015
Calcium (g)/bone ash (g)	0.376[a]	0.347[b]	0.367[ab]	0.389[a]	0.004	0.001
Phosphorus (g)/bone ash (g)	0.185[ab]	0.169[b]	0.178[ab]	0.192[a]	0.0026	0.013

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

PC: positive control; NC: negative control; Lab phytase: negative control + laboratory phytase @500 FTU/kg; Com phytase: negative control + commercial phytase enzyme @500 FTU/kg.

ตารางที่ 9 ปริมาณการกินฟอสฟอรัสและการขับถ่ายออกในไก่กระทงอายุ 5 สัปดาห์ (Lalpanmawia et al., 2014)

Phosphorus intake and excretion	Levels of dietary phytase FTU/kg				SEM	Significance
	PC	NC	Lab phytase	Com phytase		
5 wk of age						
Total P intake (g/bird)	19.68[a]	14.73[c]	14.83[c]	16.49[b]	0.422	0.001
Total P excretion (g/bird)	10.70[a]	9.02[b]	7.38[c]	7.28[c]	0.308	0.001

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

PC: positive control; NC: negative control; Lab phytase: negative control + laboratory phytase @500 FTU/kg; Com phytase: negative control + commercial phytase enzyme @500 FTU/kg.

สรุป

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองของเอกสารทั้ง 6 ฉบับ เกี่ยวกับการใช้เอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่กระทงสามารถสรุปได้ว่าการทดลองเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารมีผลทำให้ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ที่ได้รับอาหารต่ำกว่าความต้องการปกติของไก่ แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรปกติ และควรเสริมเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 250 FTU/kg มีประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ยังเทียบเท่ากับการเสริมในระดับที่

มากกว่า อย่างไรก็ตามหากฟอสฟอรัสในอาหารอยู่ในรูปที่ใช้ประโยชน์ได้มีปริมาณที่เพียงพอแล้วก็ไม่มีความจำเป็นต้องเสริมเอนไซม์ไฟเตส

เอกสารอ้างอิง

Broch, J. et al. 2018. "High Levels of Dietary Phytase Improves Broiler Performance". **Animal Feed Science and Technology.** 244: 56-65.

Borges F.M.O. 1997. "Utilização de enzimas em dietas avícolas. Caderno Técnico da escola de Veterinária da". **Universidade Federal de Minas Gerais.** 20: 5-307.

Lalpanmawia, H. et al. 2014. "Efficacy of Phytase on Growth Performance, Nutrient Utilization and Bone Mineralization in Broiler Chicken". **Animal Feed Science Technology.** 192: 81-89.

Lelis, R. G. et al. 2012. "Diet Supplementation with Phytase on Performance of Broiler Chickens". **Revista Brasileira Zootecnia.** 41 (4): 929-933.

Lei, X.G. and Porres, J.M. 2003. "Phytase Enzymology, Applications and Biotechnology". **Biotechnology Letters.** 25: 1787-1794.

Seedor, J.G. 1993. "The Biophosphanate Alendronate (MK-217) Inhibit Bone Loss Due to Ovariectomy in Rats". **Journal of Bone and Mineral Research.** 4: 265-270