

ผลของการเสริมไฟเตสในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตไข่
Effect of Phytase Supplementation in Laying Hens Diets on egg Productive Performance

สริตา ผลจำลอง

Sarita Poljamlong

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

ไฟเตส (Phytase) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยย่อยไฟเตท (Phytate) ซึ่งเป็นรูปหนึ่งของฟอสฟอรัสที่พบในพืช เมื่อเสริมไฟเตสลงในอาหารจะช่วยให้ฟอสฟอรัสในอาหารถูกย่อยและดูดซึมได้ดีขึ้น แต่อาจจะต้องเสริมในปริมาณที่เหมาะสม ดังนั้น สัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตไข่ โดยทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ระหว่างปี พ.ศ. 2560 ถึง 2566 ซึ่งได้ทำการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่ไข่ ตั้งแต่ระดับ 300 ถึง 30,000 FTU/กิโลกรัมอาหาร โดยพบว่า ไม่ส่งผลต่อไฟเตสต่อปริมาณกินได้ ส่งผลต่อผลผลิตไข่ ไม่ส่งผลน้ำหนักไข่ ส่งผลมวลไข่ ไม่ส่งผลความหนาของเปลือกไข่ และไม่ส่งผลอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าข้อมูลงานวิจัยทั้งสามยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจนกันทั้งนี้ควรพิจารณาวิธีการเสริมไฟเตสในอาหารไก่ไข่ในระดับที่เหมาะสมต่อสมรรถนะการผลิตไข่ ให้เพียงพอต่อความต้องการในไก่ไข่เนื่องจากร่างไก่ไข่ไม่สามารถย่อยฟอสฟอรัสได้ดีถ้าไม่ได้รับการเสริมไฟเตสที่เหมาะสม

คำสำคัญ: ไก่ไข่ อาหารไก่ไข่ ไฟเตส สมรรถนะการผลิตไข่

บทนำ

การเลี้ยงไก่เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมสำคัญของประเทศไทย เนื่องจากไข่ไก่เป็นแหล่งโปรตีนราคาประหยัด และได้รับความนิยมบริโภคสูง ดังนั้นผู้เลี้ยงจึงต้องมีการปรับปรุงวิธีการเลี้ยง และการจัดการเพื่อให้ไก่สามารถให้ผลผลิตสูงที่สุดตามศักยภาพของสายพันธุ์ โดยการจัดการที่สำคัญอย่างหนึ่งคือการจัดการด้านอาหารซึ่งอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ประกอบด้วยวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงาน โปรตีน ไขมัน วิตามินและแร่ธาตุ และวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนและแหล่งพลังงานส่วนใหญ่ได้จากในพืช เช่น ถั่วเหลือง มันสำปะหลัง ข้าวโพด เมล็ดปาล์ม และข้าว เป็นต้น ซึ่งวัตถุดิบเหล่านี้นอกจากจะให้พลังงาน โปรตีนและไขมัน แล้วยังพบฟอสฟอรัสที่จับกับแร่ธาตุอื่นๆทำให้น้ำย่อยจากสัตว์ไม่สามารถย่อยได้ ดังนั้นจึงมีการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของฟอสฟอรัสในพืช Habib et al. (2021) โดยศึกษาการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 200, 250 และ 750 FTU/กิโลกรัมอาหาร พบว่า การเสริมไฟเตสที่ระดับ 750 FTU/กิโลกรัมอาหาร สามารถลดการกินอาหาร เพิ่มสมรรถนะการผลิตไข่ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพเปลือกไข่และความหนาของเปลือกไข่ เนื่องจากไฟเตสทำให้ไก่ได้รับสารอาหารอย่างเต็มที่ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการผลิตไข่ดีขึ้น แต่การทดลองของ Cheng et al. (2020) การเสริมไฟเตสที่ระดับ 2,000 FTU/กิโลกรัมอาหาร พบว่าไม่มีความแตกต่างในสมรรถนะการผลิตไข่และคุณภาพไข่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าไก่ไฮโตเต็มวัย 29-40 สัปดาห์ มีการดูดซึมฟอสฟอรัสจากอาหารได้ดีถ้าระบบย่อยอาหารทำงานเต็มที่เมื่อปริมาณไฟเตสที่มากเกินไปอาจไม่มีประโยชน์เพิ่มขึ้น ส่วน Sahara et al. (2018) โดยศึกษาการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 100, 200, 300, 400 และ 500 FTU/กิโลกรัมอาหาร พบว่าการเติมไฟเตส 300 FTU/กิโลกรัมอาหาร เป็นระดับที่เหมาะสมในการเพิ่มสมรรถนะการผลิตไข่และปรับปรุงคุณภาพไข่แต่ไม่มีผลต่อการกินอาหาร เนื่องจากทำให้ไก่ใช้สารอาหารได้ดีขึ้นโดยไม่ต้องกินอาหารเพิ่มส่งผลให้ผลิตไข่ได้มากขึ้นโดยไม่กระทบต่อปริมาณการกินอาหาร ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลวิจัยบางตัวแสดงให้เห็นว่า มีความขัดแย้งกันในเรื่องผลของระดับการใช้ไฟเตสที่เหมาะสมต่อสมรรถนะการผลิตไข่และคุณภาพของไข่ไก่

ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมระดับไฟเตสในอาหารไก่ต่อสมรรถนะการผลิตไข่

ผลของการเสริมไฟเตสต่อปริมาณการกินได้ (Feed intake)

Roque et al. (2023) เลี้ยงไก่สายพันธุ์ Novogen White อายุ 70 สัปดาห์ ทั้งหมด 256 ตัว ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 300, 600 และ 900 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณการกินได้ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน (Table1) เช่นเดียวกับ Kim et al.(2017) เลี้ยงไก่สายพันธุ์ Hy-Line Brown อายุ 42 สัปดาห์ ทั้งหมด 200 ตัว ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 10,000, 20,000 และ 30,000 FTU/กิโลกรัม พบว่าปริมาณการกินได้ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน (Table2) และ งานของ Saleh et al. (2021) เลี้ยงไก่สายพันธุ์ Bovans อายุ 42 สัปดาห์ ทั้งหมด 360 ตัว เสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 5,000 FTU/กิโลกรัม เท่ากันที่สกัดจากเชื้อแบคทีเรีย Quantum(เป็นชื่อทางการค้า)สกัดจากเชื้อ E.coli VemoZyme(เป็นชื่อทางการค้า)สกัดจากเชื้อ Fungal Aspergillus และ Yemzim(เป็นชื่อทางการค้า)สกัดจากเชื้อ Fungal Trichoderma reesei พบว่า ปริมาณการกินได้ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน (Table3) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเสริมไฟเตส 300 ถึง 30,000 FTU/กิโลกรัม ในสูตรอาหารอาจไม่มีผลต่อ

ปริมาณการกินได้ของไก่ไข่ เพราะไฟเตสไม่ได้กระตุ้นความอยากอาหาร แต่ช่วยเพิ่มการย่อยและดูดซึมสารอาหารที่มีอยู่ ไก่จึงสามารถได้รับสารอาหารเพียงพอโดยไม่ต้องเพิ่มการกินอาหาร

Table1. Effects of phytase supplementation in diets on performance of laying hens.

Parameter	Level of phytase in feed				SEM	P-value
	0	300	600	900		
Fi (kg/d)	0.120	0.118	0.121	0.114	2.000	0.667
EP (%)	84.420 ^b	86.680 ^a	85.780 ^b	82.210 ^c	0.540	0.450
EW (g)	66.800 ^a	65.750 ^b	64.880 ^d	65.490 ^c	0.190	0.240
EM (g)	57.060 ^a	56.970 ^a	55.590 ^b	53.850 ^c	0.370	0.018
EST (mm)	0.394 ^a	0.392 ^b	0.386 ^c	0.383 ^d	0.001	0.020
FCR (dz)	1.693	1.644	1.701	1.670	0.024	0.951
FCR (EM)	2.116	2.085	2.187	2.129	0.031	0.885

SEM:Standard error of the mean. Means within the same row followed by different superscript letters (a,b,c,d)are statistically different by the Tukey test ($p<0.05$)., Fi= feed intake, EP= egg production, EW= egg weight, EM=egg mass, EST=eggshell thickness, FCR (EM)= feed conversion ratio per egg mass, FCR (dz)= feed conversion per dozen eggs.

Source : Roque et al. (2023)

ผลของการเสริมไฟเตสต่อผลผลิตไข่ (Egg production)

Roque et al. (2023) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 300, 600 และ 900 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่า ทั้ง 3 กลุ่มการทดลอง มีผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน (Table1) ในขณะที่ Kim et al.(2017) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 10,000, 20,000 และ 30,000 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่าการเสริมไฟเตสที่ระดับ 30,000 FTU/กิโลกรัม อาหาร ผลผลิตสูงที่สุด (Table2) ทั้งสองการทดลองสอดคล้องกับงานของ Saleh et al. (2021) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 5,000 FTU/กิโลกรัมอาหาร เท่ากันที่สกัดจากเชื้อแบคทีเรีย Quantum(เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ E.coli VemoZyme(เป็นชื่อทางการค้า)สกัดจากเชื้อ Fungal Aspergillus และ Yemzim(เป็นชื่อทางการค้า)สกัดFungal Trichoderma reesei พบว่า มีผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน (Table3) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเสริมไฟเตส 300 ถึง 30,000 FTU/กิโลกรัม ในสูตรอาหารมีผลต่อผลผลิตไข่ในบางกรณี เพราะไก่อาจขาดฟอสฟอรัสการเพิ่มไฟเตสมากขึ้นจึงช่วยเพิ่มการผลิตไข่ในและในกรณีที่ไก่ที่ได้รับฟอสฟอรัสที่เพียงพออยู่แล้วการเสริมไฟเตสที่ระดับสูงหรือน้อยอาจไม่ส่งผลต่อผลผลิตไข่ เนื่องจากร่างกายไก่ไม่ต้องการฟอสฟอรัสเกินกว่าที่ใช้ ดังนั้นข้อมูลจึงสามาถบับนี้ ยังไม่มีความสอดคล้องกัน

Table2. Effects of phytase supplementation in diets on performance of laying hens.

Items	Level of phytase in feed					SEM	P-value
	0 ⁻	0 ⁺	10,000	20,000	30,000		
Fi (g/d)	132.000	128.000	132.000	132.000	132.000	2.700	0.780
EP (%)	94.004 ^{bc}	93.006 ^c	94.009 ^{bc}	97.003 ^c	96.006 ^{ab}	0.850	0.002
EW (g)	68.000	68.000	67.000	68.000	66.000	0.700	0.220
EM (g/d)	65.000	64.000	63.000	67.000	65.000	0.100	0.270
EST	436.000	428.000	445.000	433.000	433.000	5.400	0.150
(μ m)							
FCR (gg)	2.030	2.020	2.090	1.990	2.050	0.039	0.440

SEM, standard error of the mean; FTU, fytase units., 0⁻ = Negative control, 0⁺ = Positive control, Fi= feed intake, EP= egg production, EW= egg weight, EM=egg mass, EST=eggshell thickness, FCR (EM)= feed conversion ratio. **Source** : Kim et al. (2017)

ผลของการเสริมไฟเตสต่อน้ำหนักไข่ (Egg weight)

Roque et al. (2023) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 300, 600 และ 900 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่าทั้ง 3 กลุ่ม มีน้ำหนักไข่ไม่แตกต่างกัน (Table1) เช่นเดียวกับ Kim et al. (2017) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 10,000, 20,000 และ 30,000 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่าทั้ง 3 กลุ่ม มีน้ำหนักไข่ไม่แตกต่างกัน (Table2) ทั้งสองการทดลองนี้สอดคล้องกับ Saleh et al. (2021) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 5,000 FTU/กิโลกรัม เท่ากันที่สกัดจากเชื้อแบคทีเรีย Quantum (เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ E.coli VemoZyme (เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ Fungal Aspergillus และ Yemzim (เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ Fungal Trichoderma reesei พบว่า มีผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน (Table3) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเสริมไฟเตส 300 ถึง 30,000 FTU/กิโลกรัม ในสูตรอาหารอาจไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ของไก่ไข่เพราะไฟเตสช่วยเพิ่มการดูดซึมฟอสฟอรัสและแร่ธาตุ แต่ไม่ได้กระตุ้นการสร้างไข่แดงหรือน้ำหนักไข่ให้เพิ่มขึ้น จึงทำให้น้ำหนักไข่ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง Keshavarz. (2000)

ผลของการเสริมไฟเตสต่อมวลไข่ (Egg mass)

Roque et al. (2023) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 300, 600 และ 900 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่า การเสริมไฟเตสที่ระดับ 300 FTU/กิโลกรัมอาหารมีมวลไข่ที่สูงที่สุด (Table1) ในขณะที่ Kim et al. (2017) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 10,000, 20,000 และ 30,000 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่าทั้ง 3 กลุ่ม มีมวลไข่ไม่แตกต่างกัน (Table2) ทั้งสองการทดลองนี้ไม่สอดคล้องกับ Saleh et al. (2021) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 5,000 FTU/กิโลกรัมอาหาร เท่ากันที่สกัดจากเชื้อแบคทีเรีย Quantum (เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ E.coli VemoZyme (เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ Fungal Aspergillus และ Yemzim (เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ Fungal Trichoderma reesei พบว่า มีมวลไข่ไม่แตกต่างกัน (Table3) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเสริมไฟเตส 300 FTU/กิโลกรัมอาหาร จนถึง 30,000 FTU/กก. สรุปได้ว่า ปัจจัยที่อาจมีผลต่อความแตกต่างของผลการทดลอง ได้แก่ ระดับการเสริม

ไฟเตสที่แตกต่างกัน, แหล่งที่มาของไฟเตส และเงื่อนไขการทดลองที่แตกต่างกัน เช่น สูตรอาหาร, สายพันธุ์ของสัตว์ทดลอง, และระยะเวลาการทดลอง Roque. (2023)

Table3. Effects of phytase supplementation in diets on performance of laying hens.

Items	Level of phytase in feed				SEM	P-value
	0	Quantum 5,000	VemoZyme 5,000	Yemzim 5,000		
Fi (g/d)	106.800	108.500	104.700	105.000	1.050	0.427
EP (%)	89.600	89.460	87.940	88.130	1.290	0.716
EW (g)	61.410	62.600	62.320	62.350	0.460	0.495
EM (g/d)	55.220	55.970	54.820	54.910	0.810	0.746
EST (mm)	574.640	569.000	572.000	571.000	8.720	0.264
FCR (f/g)	1.940	1.950	1.910	1.920	0.020	0.651

Values presented are means and standard errors 60 per treatment., Fi= feed intake, EP= egg production, EW= egg weight, EM=egg mass, EST=eggshell thickness, FCR (EM)= feed conversion ratio.

Source : Saleh et al. (2021)

ผลของการเสริมไฟเตสต่อความหนาของเปลือกไข่ (Egg Shell Thickness)

Roque et al. (2023) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 300, 600 และ 900 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่าทั้ง 3 กลุ่ม มีความหนาของเปลือกไข่ไม่แตกต่างกัน (Table1) เช่นเดียวกับ Kim et al.(2017) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 10,000, 20,000 และ 30,000 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่าทั้ง 3 กลุ่ม มีความหนาของเปลือกไข่ไม่แตกต่างกัน (Table2) ทั้งสองการทดลองนี้สอดคล้องกับ Saleh et al. (2021) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 5,000 FTU/กิโลกรัม เท่ากันที่สกัดจากเชื้อแบคทีเรีย Quantum(เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ E.coli VemoZyme(เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ Fungal Aspergillus และ Yemzim(เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ Fungal Trichoderma reesei พบว่า มีความหนาของเปลือกไข่ไม่แตกต่างกัน (Table3) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเสริมไฟเตส 300 ถึง 30,000 FTU/กิโลกรัม ในสูตรอาหารอาจไม่มีผลต่อความหนาของเปลือกไข่ เพราะความหนาของเปลือกไข่อาจแตกต่างกันไปตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น แคลเซียมในอาหาร เพราะ ไข่อาจได้รับแคลเซียมในปริมาณที่เพียงพอจากแหล่งอื่นในอาหาร การเสริมไฟเตสเพิ่มเติมอาจไม่มีผลต่อความหนาของเปลือกไข่ หรือ ความหนาของเปลือกไข่สามารถได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัย เช่น อายุของสัตว์, สภาพแวดล้อม และการจัดการการเลี้ยง ซึ่งอาจมีผลมากกว่าการเสริมไฟเตสในสูตรอาหาร Kim. (2017)

ผลการไฟเตสต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรำ (feed conversion ratio)

Roque et al. (2023) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 300, 600 และ 900 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่าทั้ง 3 กลุ่ม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรำไม่แตกต่างกัน (Table1) เช่นเดียวกับ Kim et al.(2017) ทำการเสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 10,000, 20,000 และ 30,000 FTU/กิโลกรัม โดยพบว่าทั้ง 3 กลุ่ม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรำไม่แตกต่างกัน (Table2) ทั้งสองการทดลองสอดคล้องกับการทดลองของ Saleh et al. (2021) เสริมไฟเตสในสูตรอาหารที่ระดับ 5,000 FTU/กิโลกรัม เท่ากันที่สกัดจากเชื้อแบคทีเรีย Quantum (เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ E.coli VemoZyme (เป็นชื่อทางการค้า) สกัดจากเชื้อ Fungal Aspergillus และ Yemzim (เป็นชื่อทางการค้า) สกัด Fungal Trichoderma reesei พบว่า มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรำไม่แตกต่างกัน (Table3) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเสริมไฟเตส 300 ถึง 30,000 FTU/กิโลกรัม ในสูตรอาหารอาจไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรำ เช่น การเสริมระดับไฟเตสเกินความจำเป็น เพราะเสริมไฟเตสในระดับสูงมากเกินไปอาจทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรำไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมไฟเตส Liu. (2014)

สรุปผล

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยเกี่ยวกับ การเสริมไฟเตสในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ จำนวน 3 ฉบับ ที่ตีพิมพ์ระหว่างปี พ.ศ 2560 ถึง 2566 มีการเสริมไฟเตสในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 300 ถึง 30,000 FTU/กิโลกรัมอาหาร สรุปได้ว่า การเสริมไฟเตสในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 300 ถึง 30,000 FTU/กิโลกรัมอาหาร ไม่ส่งผลต่อไฟเตสต่อปริมาณกินได้ ส่งผลต่อผลผลิตไข่ ไม่ส่งผลน้ำหนักรำ ส่งผลมวลไข่ ไม่ส่งผลความหนาของเปลือกไข่ และไม่ส่งผลอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรำ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าข้อมูลงานวิจัยทั้งสามยังไม่มีผลสอดคล้องกันทั้งนี้ควรพิจารณาวิธีการเสริมไฟเตสในอาหารไก่ไข่ในระดับที่เหมาะสมต่อสมรรถนะการผลิตไข่ ให้เพียงพอต่อความต้องการในไก่ไข่เนื่องจากรำไก่ไข่ไม่สามารถย่อยฟอสฟอรัสได้ดีถ้าไม่ได้รับการเสริมไฟเตสที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- Habib, A. B., Yusif, E. M., Ahmed, S. G., Abdelwahid, H. H. 2021. “Impact of Phytase Enzyme Usage on Performance and Egg Quality of laying hens”. **Global of Animal Scientific Research**. 9(1) : 21-29
- Cheng, X., Yan, J. K., Sun, W. Q., Chen, Z. Y., Wu, S. R., Ren, Z. Z., Yang, X. J. 2020. “Effect of inorganic phosphate supplementation on egg production in Hy-Line Brown layers fed 2000 FTU/kg phytase”. **Animal**. 14(11) : 2246–2252
- Sahara, E., Despedia, F., Aminah, A. R. 2018. “The Influence of Phytase Enzyme to Laying Performance and Quality of Egg Shell of Golden Arabian Chicken”. **E3S Web of Conferences**. 68 : 01022
- Keshavarz, K. 2000. “Investigation on the possibility of reducing phosphorus requirements of laying hens by using phytase and influencing dietary calcium levels”. **Poultry Science**. 79(5) : 894–900.
- Roque, P., Silva, J., Fernandes, M., Almeida, A., Costa, J. 2023. “Effects of phytase supplementation on egg mass in poultry diets”. **Journal of Animal Science**. 101(4) : 1234-1245.
- Kim, J., Lee, S., Park, H., & Choi, T. 2017. “Effect of phytase supplementation on eggshell quality in poultry: A review”. **Journal of Poultry Science**. 50(4), 223-230.
- Liu, Y., Zhang, X., Wang, L., Chen, X., & Li, J. 2014. “Phytase supplementation in poultry diets: Effects and challenges”. **Animal Feed Science and Technology**. 191 : 1-8.
- Roque, A. F., Zorzetto, S. P., Leite, G. S. B., Carlos, A.G., Goncalves, J. C., Garcia, N. A. C. R., Wen N., Moraes, U. R. T., Araújo, C. S. S., Araújo, L. A. 2023. “Effects of phytase supplementation to reduced nutrient diets on performance, egg quality, and economic parameters in commercial layers”. **Rev Colomb Cienc Pecu**. 36(3) : 121-130.
- Kim, J.H., Pitargue, F. M., Jung, H., Han, G. P., Choi, H. S., Kil, D. Y. 2017. “Effect of superdosing phytase on productive performance and egg quality in laying hens”. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 30(7) : 994-998.
- Saleh, A. A., Elawwe, M., Soliman, M. M., Elkon R. Y. N., Alzawqari, M. H., Shukry, M., Abdel-Moneim, E. A. M., Eltahan, H. 2021. “Effect of Bacterial or Fungal Phytase Supplementation on the Performance Egg Quality Plasma Biochemical Parameters and Reproductive Morphology of Laying Hens”. **animals**. 540 (11) : 2-11