

การเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยร่วมกับเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

ศรีน้อย ชุ่มคำ^{1*} อรพินท์ จินตสถาพร²

บทคัดย่อ

การเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยร่วมกับเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ ทำการวิจัยเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรวมในหลอดทดลอง ผลการเสริมเอนไซม์ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ โดยใช้แม่ไก่ไข่พันธุ์ลูกผสมทางการค้าอายุ 52 สัปดาห์ จำนวน 96 ตัว แบ่งไก่ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว โดยมี กลุ่มทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 อาหารปกติ กลุ่มที่ 2 อาหารปกติเสริมเอนไซม์ไซลานเนส 1600 IU เอนไซม์เซลลูเลส 10 IU และ เอนไซม์ไฟเตส 100 FTU ต่ออาหาร 1 กก. กลุ่มที่ 3 อาหารปกติเสริมเอนไซม์ไซลานเนส 3200 IU เอนไซม์เซลลูเลส 20 IU และ เอนไซม์ไฟเตส 200 FTU ต่ออาหาร 1 กก. ผลการย่อยได้ของโภชนะพบว่า การเสริมเอนไซม์ไม่ช่วยปรับปรุงการย่อยได้ของเยื่อใยและฟอสฟอรัส แต่ปร ($P>0.05$) แต่ทำให้การย่อยได้ของกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น การเสริมเอนไซม์ในอาหารไม่มีผลต่ออัตราการไข่ น้ำหนักไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 12 ฟอง ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตรารอด ค่าฮอคยูนิต สีไข่แดง ความหนาเปลือกไข่ และค่าความถ่วงจำเพาะไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1กก. เท่ากับ 26.67 26.16 และ 26.66 บาท/กก. และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 ฟอง เท่ากับ 1.54 1.50 และ 1.54 บาท/ฟองตามลำดับ ($P>0.05$)

คำสำคัญ : เอนไซม์ย่อยเยื่อใย เอนไซม์ไฟเตส สมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

² คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*ผู้รับผิดชอบหลัก e-mail : schumkam@hotmail.com

EFFECT OF FIBROLYTIC ENZYME AND PHYTASE COCKTAIL IN LAYER DIET ON PRODUCTION PERFORMANCE AND EGG QUALITY

Srinoy Chumkam^{1*} Orapint Jintasaporn²

Abstract

Effect of fibrolytic enzyme and phytase cocktail in layer diet on production performance and egg quality was studied. This study aimed to investigate the efficiency of cocktail enzyme on the *in vitro* digestibility and the effect of enzyme supplementation in layer diet on production performance and egg quality. Ninety six commercial layers of 52 week old were randomly divided into 3 treatment groups. Each treatment had 4 replication and 8 hens in each replication. The treatments were T1) control without any enzyme supplementation, T2) diet supplemented with combination of 1600 IU xylanase, 10 IU cellulose and 100 FTU phytase and T3) diet supplemented with combination of 3200 IU xylanase, 20 IU cellulose and 200 FTU phytase. The results have shown that cocktail enzyme supplementation did not improved *in vitro* fiber and phosphorous digestibility. But amino acid digestibility was better ($P < 0.05$). There were no significant difference in egg production, egg weight, feed intake, feed consumption per dozen egg, feed efficiency ratio, survival rate, haugh unit, egg yolk color, egg shell thickness and egg specific gravity throughout the period of experiment ($P > 0.05$). Feed cost per one kilogram egg and feed cost per egg were 26.67, 26.16, 26.66 baht/kg and 1.54, 1.50, 1.54 baht/egg respectively.

Key words : fibrolytic enzyme, phytase, production performance, egg quality

¹ Faculty of Agricultural Technology, Valayaalongkorn University, Phatumthani Province

² Faculty of Fishery, Kasetsart University, Bangkok

*Corresponding author e-mail : schumkam@hotmail.com

บทนำ

อาหารไก่ประกอบจากวัตถุดิบหลายชนิดซึ่งส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มาจากพืช ดังนั้นจึงมีส่วนที่เป็นเยื่อใยในปริมาณมาก ซึ่งเยื่อใยเป็นโภชนะประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่แป้ง (non starch polysaccharide) โดยเป็นโพลีแซคคาไรด์ขนาดใหญ่ที่มีโครงสร้างซึ่งย่อยยากที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืช ประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพคตินและ โอลิโกแซคคาไรด์ เป็นต้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ กลุ่มที่ละลายน้ำไม่ได้ และละลายน้ำได้บางส่วน ซึ่งสัมพันธ์กับคุณค่าทางอาหาร สัตว์ปีกไม่สามารถสร้างเอนไซม์มาย่อยเยื่อใยกลุ่มที่ไม่ละลายน้ำ ส่วนเยื่อใยกลุ่มที่ละลายน้ำจะมีความหนืดซึ่งเป็นสารขัดขวางโภชนะ ที่ขัดขวางการย่อยได้ของอาหาร ดังนั้นการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในอาหารไก่ จะช่วยเพิ่มการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร และผลผลิตสุดท้ายของการย่อยยังได้น้ำตาลซึ่งเป็นแหล่งพลังงาน (Bielyและคณะ, 1992; Narasimha และคณะ, 2013) เอนไซม์ที่ใช้เสริมในอาหารสัตว์มีหลายชนิด เช่น เซลลูเลส ไซแลเนส เฮมิเซลลูเลส ซึ่งสร้างได้จากจุลินทรีย์หลายชนิด ผลการย่อยได้ของเอนไซม์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม นอกจากนี้ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทพืชจะมีไฟเตท ซึ่งเป็นเกลืออนุพันธ์ของกรดไฟติกที่จับแร่ธาตุที่มีประจุบวก 2 เช่น สังกะสี เหล็ก ทองแดง แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส เป็นต้นหรือจับกับ น้ำตาลและกรดอะมิโนบางชนิดทำให้การย่อยและใช้ประโยชน์ได้ของอาหารลดลง ต้องใช้เอนไซม์ไฟเตสในการย่อยไฟเตท ซึ่งวัตถุดิบอาหารสัตว์จากพืชจะมีฟอสฟอรัสในรูปไฟเตทและกรดไฟติกอยู่ 50-80% ของฟอสฟอรัสในวัตถุดิบ (Chung,2000) การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารร่วมกับเอนไซม์ย่อยเยื่อใยจึงเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ทั้งในด้านการย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของแร่ธาตุและสารอาหารอื่นเพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยและเอนไซม์ไฟเตสในหลอดทดลองและศึกษาผลการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยและเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของเอนไซม์ในหลอดทดลอง

ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยและเอนไซม์ไฟเตส โดยศึกษาเปรียบเทียบการย่อยได้ของอาหารที่ไม่เสริมเอนไซม์(กลุ่มควบคุม,T1)และที่เสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยและเอนไซม์ไฟเตส 2 ระดับ(กลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่3) ในหลอดทดลอง นำตัวอย่างอาหารในbuffer ที่ pH 6.5 บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชม เติมเอนไซม์ที่เสริมในอาหาร บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 16 ชั่วโมง เพื่อให้เอนไซม์ทำงาน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลและปริมาณฟอสฟอรัส ตามวิธีของ Bisswanger (2004)

การศึกษามูลการเสริมเอนไซม์ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด(Completely randomize design : CRD) ใช้แม่ไก่ไข่ลูกผสมทางการค้าอายุ 52 สัปดาห์ จำนวน 96 ตัว แบ่งไก่ทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว กลุ่มที่ 1 อาหารปกติ กลุ่มที่ 2 อาหารปกติเสริมเอนไซม์เอนไซม์ไซแลเนส 1600 IU เอนไซม์เซลลูเลส 10 IU และเอนไซม์ไฟเตส 100 FTU ต่ออาหาร 1 กก. และกลุ่มที่ 3 อาหารปกติเสริม เอนไซม์ไซแลเนส 3200 IU เอนไซม์เซลลูเลส 20 IU และ เอนไซม์ไฟเตส 200 FTU ต่ออาหาร 1 กก. เลี้ยงในโรงเรือนไก่ระบบปิดซึ่งควบคุมอุณหภูมิโดยการระเหยของน้ำ(evaporative system) ได้รับน้ำและอาหารอย่างเต็มที่ตลอดการทดลอง โดย

เป็นอาหารสำเร็จรูปสำหรับไก่อระยะไข่ที่มีโปรตีน 16.91% เยื่อใย 5.55 พลังงานใช้ประโยชน์ได้ไม่น้อยกว่า 2900 แคลลอรี เก็บข้อมูล 3 ช่วง ช่วงละ 28 วัน ระยะเวลาการทดลอง 84 วัน

เก็บข้อมูล ข้อมูลผลผลิต ได้แก่ ปริมาณอาหารที่กิน จำนวนไข่ น้ำหนักไข่ และจำนวนไก่ตายในแต่ละซ้ำ ทุกวันเพื่อนำ มาคำนวณหาสมรรถภาพการผลิตดังนี้ คือ เปอร์เซ็นต์ไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ปริมาณอาหารที่ใช้ในการผลิตไข่ 1 โหล เปอร์เซ็นต์รอดชีวิต วัดคุณภาพไข่ โดยทำการสุ่มไข่ของแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 2 ฟอง จากทุก 3 วันสุดท้ายของแต่ละระยะ เพื่อตรวจวัดคุณภาพไข่ดังนี้ คือ ค่าฮอคยูนิต ค่าความเข้มสีไข่แดง ความหนาเปลือกไข่และความถ่วงจำเพาะ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดจะถูกนำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple's range test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาประสิทธิภาพของเอนไซม์ในหลอดทดลอง

การเสริมเอนไซม์ในอาหารช่วยเพิ่มการย่อยได้ของกรดอะมิโนในกลุ่มที่ 3 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 1 โดยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 10.66 และ 13.70% ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับMunir และMaqsood(2013) ที่รายงานการเสริมไฟเตสในอาหารไก่เนื้อทำให้สัมประสิทธิภาพการย่อยได้ของกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น 1.4 % ทั้งนี้เนื่องจากไฟเตสทำให้เกิดการปลดปล่อยแร่ธาตุและโปรตีนที่จับอยู่กับไฟเตท ปริมาณน้ำตาลและฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ปริมาณโภชนาจากการย่อยได้ของอาหารในหลอดทดลอง

โภชนา(ก/กก)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่2	กลุ่มที่3	Pool-SE	P-value
กรดอะมิโน	0.629 ^b	0.650 ^b	0.733 ^a	0.021	0.029
โปรตีน	0.274	0.297	0.321	0.025	0.469
น้ำตาล	2.783	2.333	2.599	0.179	0.292
ฟอสฟอรัส	0.003	0.004	0.003	0.001	0.850

หมายเหตุ : ^{a b} อักษรที่ต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)

การศึกษาผลการเสริมเอนไซม์ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

การเสริมเอนไซม์โซลานีส เซลลูเลสร่วมกับไฟเตสในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลต่อการเพิ่มสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่แต่เมื่อเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่เสริมเอนไซม์โซลานีส เซลลูเลสและไฟเตสในระดับที่ต่างกันพบว่ากลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มว่าจะมีสมรรถภาพการผลิตดีที่สุด โดยเมื่อเทียบกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 1 พบว่ามีปริมาณอาหารที่กิน ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กก. และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 ฟองต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ลดลง 0.50 บาท/กก. และ 0.04 บาท/ฟองตามลำดับ และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าเท่ากับ 2.5% แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ(P>0.05) และคุณภาพไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับไกรสิทธิ์และคณะ(2557) ที่เสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใย 0.02%ในอาหารไก่ไข่ที่อายุ 95 สัปดาห์ และเกศราและคณะ(2555) ที่เสริมเอนไซม์โซลานีส 6.1×10^6 ยูนิต/กกและกลูคาเนส 3.5 ยูนิต/กก.

ในอาหารไก่เนื้อ พบว่า สมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงมีคุณค่าทางโภชนาการครบตามความต้องการของสัตว์ ผลผลิตที่เกิดจากการย่อยของเอนไซม์จึงไม่มีผลต่อตัวสัตว์ ซึ่งบุญล้อมและคณะ (2540) รายงานว่าการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารที่มีฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำจะทำให้ไก่เนื้อมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับกลุ่มที่ได้อาหารปกติทั้งนี้เนื่องจาก การย่อยไฟเตสของไฟเตสทำให้เกิดการปลดปล่อยแร่ธาตุและโปรตีนที่จับอยู่กับไฟเตส สัตว์จึงใช้ประโยชน์จากโภชนาการเหล่านั้นได้มากขึ้น Singh และ Krikorian (1982); Spinelli และคณะ (1983); Forster และคณะ (1999) รายงานว่า ไฟเตสไปขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ทริปซิน ซึ่งเป็นเอนไซม์จากตับอ่อนที่ทำหน้าที่ย่อยโปรตีน ในงานทดลองที่ใช้อาหารที่มีเยื่อใยสูง นิศารัตน์และคณะ (2556) ได้เสริมเอนไซม์อะไมเลส โปรติเอสและไลลาเนสในอาหารไก่เนื้อที่ใช้กากปาล์ม พบว่าสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนการใช้เอนไซม์เซลลูเลสในอาหารที่ใช้เปลือกถั่วเหลือง 10-30% เอนไซม์ไม่ได้ช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของโภชนาการเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่เสริมเอนไซม์ (Esonu et al., 2005) แต่ในอาหารไก่ไข่ที่ใช้กากสบู่ดำหมัก 7.5% ร่วมกับเอนไซม์เซลลูเลสและไฟเตส ทำให้ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการไข่และมวลไข่ ต่ำกว่ากลุ่มที่กินอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (Sumiati et al., 2012) แต่ในอาหารไก่ไข่ที่ใช้ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์และกากถั่วเหลืองและเสริมเอนไซม์ไลลาเนสและเบต้า-กลูคาเนส ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหารและน้ำหนักตัวของแม่ไก่ไข่ (Mathlouthi et al., 2010) ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ที่เสริมในอาหารมีปัจจัยหลายประการที่เกี่ยวข้องเช่น อายุของสัตว์ สัตว์ที่อายุน้อยเอนไซม์ที่สร้างเองยังทำงานไม่เต็มที่ การเสริมเอนไซม์ในสัตว์อายุน้อยจึงได้ผลดี หรือคุณภาพและชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ซึ่งมีชนิดและปริมาณของเยื่อใยที่แตกต่างกัน เอนไซม์ที่เสริมจะช่วยให้การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและแร่ธาตุดีขึ้น โดยเฉพาะเยื่อใยซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ร่างกายสร้างไม่สามารถย่อยได้ (Bedford, 2000) และการลดปริมาณสารต้านโภชนาการ ซึ่งเป็นสารที่ทำให้การย่อยได้ของอาหารลดลง จะทำให้เอนไซม์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

ตารางที่ 1 สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่1	กลุ่มที่2	กลุ่มที่3	Pool-SE	P-value
สมรรถภาพการผลิต					
อัตราการไข่ (%)	82.11	81.22	80.68	1.48	0.570
น้ำหนักไข่ (ก.)	57.69	57.22	57.64	0.66	0.817
ปริมาณอาหารที่กิน (ก./ตัว/วัน)	94.45	90.05	91.01	2.81	0.532
ปริมาณอาหารที่กินต่อไข่ 12 ฟอง (กก.)	1.38	1.33	1.35	0.024	0.700
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2.00	1.95	1.96	0.045	0.681
อัตราการรอดชีวิต (%)	96.88	100.00	96.88	2.55	0.224
คุณภาพไข่					
ค่าฮอคยูนิต	82.06	81.91	82.73	1.799	0.942
สีไข่แดง	9.82	9.69	9.78	0.178	0.882
ความหนาเปลือกไข่ (มม.)	0.326	0.319	0.316	0.008	0.654
ความถ่วงจำเพาะ	1.082	1.081	1.082	0.001	0.254
ต้นทุนการผลิตไข่					
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/กก.)	26.67	26.16	26.66	0.060	0.800
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ฟอง)	1.54	1.50	1.54	0.026	0.479

สรุป

การเสริมเอนไซม์ไซลานเนส เซลลูเลสและไฟเตสในระดับที่ทดลองไม่ช่วยปรับปรุงอัตราการใช้น้ำหนักไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณอาหารที่กินต่อการผลิตไข่ 12 ฟอง ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ค่าออกยูนิต สีไข่แดง ความหนาเปลือกไข่ และค่าความถ่วงจำเพาะ ต้นทุนการผลิตไข่ของกลุ่มที่เสริมเอนไซม์เอนไซม์ไซลานเนส 1600 IU เอนไซม์เซลลูเลส 10 IU และ เอนไซม์ไฟเตส 100 FTU ต่ำที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในการให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- เกศรา คำภากรณ์ เฉลิมพล เอื้องกลาง ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ เสมอใจ บุรินอก และ ทันสมัย วรพิมพ์. (2555). ผลของเอนไซม์ย่อยเยื่อใยต่อสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของไก่เนื้อ. แก่นเกษตร 40: (ฉบับพิเศษ 2) 236-238.
- ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ เฉลิมพล เอื้องกลาง เสมอใจ บุรินอก และ เบญญา แสนมหายักษ์. (2557). ผลของกากมะเขือเทศและเอนไซม์ไฟโบรไลติกในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของเยื่อใย. แก่นเกษตร. 42(ฉบับพิเศษ 1):210-214.
- บุญล้อม ชีวอิสระกุล สุขน ตั้งทวีพัฒน์ รุ่งนภา ลัมเจริญพร และ สุรภี ทองหลอม. (2540) การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อ 1. อาหารที่มีกากเรปซิด กากมะเมลิคทานตะวันหรือโปรตีนและฟอสฟอรัสระดับต่ำวารสารเกษตร 13:76-87.
- นิสาร์ตัน เข้ายักดีดี ยวเรศ เรืองพานิชย์ และ เสกสม อาจตมากร. (2556). ผลการเสริมเอนไซม์สองรูปแบบต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ระดับต่างๆ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44: 1(พิเศษ) 135-138.
- Bedford,M.R. (2000). Exogenous enzymes in monogastic nutrition –their current value and future benefit. Anim. Feed Sci and Tech. 86:1-13.
- Biely, P., Vrsanska, M. & Kucar, S. (1992). Identification and mode of action of endo-(1->4)- β -xylanases. Progress in Biotechnology. 7: 81 - 95.
- Bisswanger, H. (2004). Practical Enzymology. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Chung, T.K. (2002). How to get the best out of phytase. Feed Mix 10: 27-29.
- Esonu, B.O., R.O. Izukanne & O.A. Inyang. (2005). Evaluation of cellulolytic enzyme supplementation on production indices and nutrition utilization of layer hens fed soybean hull based diets. International J.Journal of Poultry Science. 4:213-216.
- Forster, I., Higgs, D.A., Dosanjh, B.S., M. Rowshandeli & J. Parr. (1999). Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held in 11 °C freshwater. Aquaculture 179, 109–125.

- Mathlouthi, N., M.A. Mohamed & M. Larbier. (2003). Effect of enzyme preparation containing xylanase and β -glucanase on performance of laying hens wheat/barley-or maize/soybean meal-base diets. *British Journal of Poultry Science*. 44:60-66
- Munir, M & S. Maqsood. (2013). A review on role of exogenous enzyme supplementation in poultry production. *Journal of Food Agriculture*. 25:66-80.
- Narasimha, J., D. Nagalakshmi y. Ramana Reddy & S.T. Viroji Rao. (2013). Two-stage *in vitro* digestibility assay, a tool formulating non-starch polysaccharide degrading enzyme combination for commonly used feed ingredients of poultry ration. *Veternarial World*. 525-529.
- Singh, M. & A. D. Krikorian. (1982). Inhibition of trypsin activity in vitro by phytase. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 30: 799– 800.
- Spinelli, J. C., R. Houle & J. C. Wekell. (1983). The effect of phytates on the growth of rainbowtrout (*Salmo gairdner*) fed purifies diets containing varying quantities of calcium and magnesium. *Aquaculture* 30: 71-83.
- Sumiati, R. Mutia & A. Darmansyah. (2012). Performance of layer hen fed fermented *Jatropha Curcas L.* meal supplemented with cellulose phytase emzyme. *Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 37:108-114.