บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง

การใช้ประโยชน์ได้ของ P และ Ca ในไก่ไข่ (ส่วนที่ 1)

จากการที่ไก่กินอาหารและขับมูลออกมาไม่แตกต่างกัน เมื่อให้อาหารกึ่งบริสุทธิ์ที่มี aP ระดับต่างกันตั้งแต่ 0.35-0.60% ไม่ว่าจะมีการเสริมหรือไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตสก็ตามนั้น อาจมีสาเหตุเนื่องจากโภชนะต่างๆ ในอาหารทุกสูตรมีปริมาณเท่ากัน โดย CP และ ME จะเป็นตัวกำหนดปริมาณอาหารที่ไก่สามารถกินได้ เพื่อให้เพียงพอต่อการดำรงชีพและการให้ผลผลิต จึงทำให้ปริมาณอาหารที่กินในแต่ละกลุ่มไม่ต่างกัน ประกอบกับอาหารที่ได้รับเป็นอาหารกึ่งบริสุทธิ์ที่ใช้วัตถุดิบมีคุณภาพดี จึงสามารถย่อยและดูดซึมได้ไม่ต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณมูลที่ขับออกมาทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับ Yi *et al.* (1996) ที่กล่าวว่า การเพิ่มระดับ aP ในอาหารกึ่งบริสุทธิ์ของไก่เนื้อ ทำให้ปริมาณอาหารที่กิน และวัตถุแห้งของมูลมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ดี เมื่อคำนวณเป็นสัดส่วนของวัตถุแห้งต่อน้ำหนักสด กลับพบว่าเมื่อเพิ่มระดับ aP ในอาหารมีผลทำให้ค่าร้อยละของวัตถุแห้งลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่ออาหารมี P สูงขึ้นเกินระดับที่ร่างกายต้องการ สัตว์จะต้องขับ P ออกจากร่างกายมากขึ้น ซึ่งการขับออกอาจจะต้องใช้น้ำ เพราะตามปกติน้ำมีหน้าที่ในการพาของเสียออกจากร่างกาย จึงทำให้มูลมีเปอร์เซนต์วัตถุแห้งลดลงหรือมีความชื้นสูงขึ้น

ส่วนการที่ค่าวัตถุแห้งของมูลเทียบเป็นร้อยละของมูลสดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส ซึ่งความแตกต่างนี้มีนัยสำคัญ เมื่อเฉลี่ยจากทุกระดับของ aP นั้น แสดงให้เห็นว่า เอนไซม์ไฟเตสไปเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของ P ที่มีในกากถั่วเหลือง ซึ่งมีไฟเตทฟอสฟอรัสถึง 60% ของ tP โดยเอนไซม์นี้จะไปย่อยสลายพันธะเอสเทอร์ของไฟเตทที่สัตว์ไม่สามารถนำไปใช้ได้ให้ปลดปล่อย P รวมทั้งโภชนะอื่นออกมา เช่น Ca โปรตีน และกรดอะมิโน เป็นต้น จึงทำให้สัตว์นำโภชนะที่ปลดปล่อยออกมาไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เหลือโภชนะส่วนที่ใช้ไม่ได้ถูกขับออกมาในมูลน้อยลง ร่างกายจึงใช้น้ำในการขับของเสียออกน้อย มูลจึงมีลักษณะแห้งกว่า ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของปณิธาวีร์ (2546) ที่ได้ศึกษาด้วยการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อที่ลดโภชนะบางส่วนลง (aP และ CP) ตามค่า matrix value พบว่า มูลมีสัดส่วนของวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ควบคุม และกลุ่มที่ลดโภชนะโดยไม่เสริมไฟเตสอย่างมีนัยสำคัญ (33.0 vs. 27.9-30.2%) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานจากต่างประเทศด้วย อาทิเช่น Yi *et al.* (1996) รายงานว่า การเสริมไฟเตสที่ aP ระดับต่ำ (0.27%) ในอาหารไก่เนื้อ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณวัตถุแห้งของมูลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย การที่มูลมีความชื้นลดลงหรือมีลักษณะแห้งขึ้นนี้ นับว่าเป็นข้อดีเพราะสะดวกในการกำจัดของเสีย และทำให้มีโอกาสเกิดหนอนขึ้นน้อยกว่า อีกทั้งยังทำให้เกิด NH_3 ลดลง เนื่องจาก ความชื้นสูงเป็นปัจจัยหนึ่งในการกระตุ้นการย่อยสลายกรดยูริกในปัสสาวะให้กลายเป็น NH_3 (Leek, 1993) รวมทั้งเกิดหนอนแมลงวันด้วย (Arends, 2003) โดยความชื้นที่ระดับ 40-60% เหมาะต่อการเกิด NH_3 (Paul, 2001) และความชื้น 50-85% ส่งผลให้เกิดหนอนแมลงวัน (Arends, 2003) ดังนั้นหากมูลมีความชื้นสูง จะมีผลกระตุ้นให้ปัญหาดังกล่าวเกิดเร็วขึ้น อย่างไรก็ดีในการศึกษาครั้งนี้แม้ว่ามูลมีความชื้น 64-66% แต่ไม่พบหนอนแมลงวันเพราะเป็นการศึกษาในโรงเรือนปิดที่แมลงวันไม่สามารถเข้าไปไข่ได้ อีกทั้งยังมีการขนย้ายมูลออกจากโรงเรือนโดยใช้สายพานอัตโนมัติทุกวัน ทำให้มูลไม่มีการสะสมหรือหมักหมม

เมื่อนำมูลไปวิเคราะห์หาปริมาณของ Ca และ P ที่ขับออกมาพบว่า มีค่าสูงขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของระดับ aP ในอาหาร (ระดับ aP ที่ทดลองคือ 0.35, 0.50 และ 0.65%) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องจาก aP ในอาหาร 2 ระดับหลังนี้ ทำให้ไก่ได้รับ P มากเกินความต้องการเพราะ NRC (1994) แนะนำว่า ความต้องการ aP ของไก่ไข่อายุ 18 สัปดาห์จนถึงระยะให้ไข่ คือ 0.35% (ตารางที่ 2) ดังนั้นการเพิ่มระดับ aP ในอาหารให้สูงกว่านี้จึงไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เพราะสัตว์จะขับ P ส่วนที่เกินออกมา ส่งผลให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในดินและในน้ำ อีกทั้งยังทำให้ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มขึ้นด้วย การที่ Ca และ P ถูกขับออกสูงขึ้น มีผลทำให้ค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของ aP ในอาหาร ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มระดับ aP ในอาหาร ไม่ได้ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของ Ca และ P เพิ่มขึ้น แต่กลับทำให้มีการขับออกของ Ca และ P ในมูลเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของรุ่งนภา (2544), Simons *et al.* (1990), Yi *et al.* (1996) และ Um and Paik (1999) ที่ให้ไก่ได้รับอาหารซึ่งมีโภชนะสูงเกินความต้องการ พบว่าทำให้มีการขับโภชนะออกมาทางมูลเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยที่ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต หรือการใช้ประโยชน์ได้ของสัตว์แต่อย่างใด

อย่างไรก็ดี เมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตส กลับทำให้ปริมาณ Ca และ P ที่ขับออกมากับมูลลดลง ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของแร่ธาตุทั้งสองชนิดเพิ่มขึ้น ผลนี้อาจเนื่องจากเอนไซม์ไฟเตสที่เสริมในอาหารช่วยย่อยไฟเตทที่อยู่ในรูปที่สัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถนำไปใช้ได้ ตัวอย่างเช่น วัตถุดิบอาหารสัตว์จำพวกธัญพืช หรือกากพืชน้ำมัน ซึ่งมีไฟเตทค่อนข้างสูง เมื่อเสริมไฟเตสมีผลทำให้การแตกตัวของ IP 6 ในข้าวโพด กากถั่วเหลือง และรำละเอียดเท่ากับ 29, 37 และ 15% ตาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลำดับ (Korin *et al.*, 1999) ทำให้ P ถูกปลดปล่อยออกมาและมีการดูดซึม P ได้มากขึ้น นอกจากนี้ Ca และโภชนะอื่นที่ถูกไฟเตทจับเอาไว้ก็จะถูกย่อยหรือปลดปล่อยออกมาเช่นเดียวกัน สัตว์จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ซึ่งเอนไซม์ไฟเตสจะมีผลตอบสนองที่ดีเมื่อเสริมในอาหารที่มี aP ระดับต่ำ (Sebastian *et al.*, 1998; Zhang *et al.*, 1999; Jacob *et al.*, 2000 และ Kies *et al.*, 2001) สอดคล้องกับรุ่งนภา (2544) ที่รายงานว่า การเสริมเอนไซม์ไฟเตสระดับ 500-600 หน่วย/กก. อาหาร โดยเฉพาะอาหารที่มีระดับของ aP ต่ำกว่าปกติ (50-60% ของ NRC, 1994) ทำให้ไก่ขับ Ca และ P ออกมากับมูลลดลง เป็นผลให้ธาตุทั้งสองใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีรายงานจากต่างประเทศหลายๆ รายงาน เช่น Simons *et al.* (1990), Yi *et al.* (1996), Um and Paik (1999), Kamberi *et al.* (2001) และ Reed *et al.* (2001) ต่างก็รายงานว่า การเสริมไฟเตสในอาหารที่มี P ระดับต่ำ ไก่จะใช้ประโยชน์ P ได้ดีขึ้น มีผลทำให้การสะสมของ P เพิ่มขึ้น รวมทั้งยังช่วยลดการขับออกของ P ได้ 20-60% ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของ P ดีขึ้นเท่ากับ 41% ทำนองเดียวกันกับในสุกรตามการศึกษาของ Beer and Jongbloed (1992), Lei *et al.* (1993) Young *et al.* (1993) และ Bruce and Sundstol (1995) ซึ่งรายงานว่า การเสริมไฟเตสในระดับที่เหมาะสมในอาหารที่มี aP ระดับต่ำ จะทำให้การย่อยได้ของ P และ Ca ดีขึ้นทัดเทียมกับกลุ่มควบคุม รวมทั้งยังช่วยลดการขับออกของ P ในมูลด้วย

การย่อยได้ของโภชนะและประสิทธิภาพการเสริมไฟเตสในอาหารที่ลดโภชนะบางส่วน (ส่วนที่ 2)

การย่อยได้ของโภชนะในอาหาร (ส่วนที่ 2 : การทดลองที่ 1)

เมื่อให้ไก่ไข่ได้รับอาหารปกติที่ใช้ทั่วไป ทั้งที่ไม่ลดและลดโภชนะลง พร้อมกับเสริมและไม่เสริมไฟเตส กลับไม่พบว่า ค่าการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ อันได้แก่ ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย NFE และอินทรีย์วัตถุแตกต่างกัน ซึ่งต่างจากการศึกษาในช่วงแรกเรื่องการใช้ประโยชน์ได้ของธาตุ Ca และ P โดยพบว่า ปริมาณ Ca และ P ที่ขับออกทางมูลลดลง เป็นผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของแร่ธาตุทั้งสองเพิ่มขึ้นนั้น อาจเป็นเพราะไฟเตทจับกับแร่ธาตุทั้งสองชนิดนี้ในปริมาณที่มากกว่าจับกับโภชนะอื่น เช่น ไฟเตท 1 โมเลกุล มี P ในรูปของฟอสเฟตจับอยู่ถึง 6 หมู่ และอาจจับกับ Ca หลายอะตอม ในขณะที่จับกับโภชนะอื่น เช่น โปรตีนและแป้งในปริมาณที่น้อยกว่า ดังนั้นเมื่อเสริมเอนไซม์ไฟเตสจึงทำให้การใช้ประโยชน์ของธาตุทั้งสองดีขึ้นชัดเจนกว่าโภชนะอื่น อย่างไรก็ดีการที่ศึกษาในครั้งนี้พบเพียงแนวโน้มว่ามีการย่อยได้ของโปรตีน เยื่อใย และ NFE ดีขึ้นเท่านั้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ต่างกับรายงานของ Namkung and Leeson (1999),

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Ravindran *et al.* (2000) และ Camden *et al.* (2001) ที่บ่งว่า การเสริมไฟเตสในอาหารที่มี Ca ระดับต่ำ (0.8%) และ aP ระดับต่ำ (0.23-0.30%) ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของ ME ค่าการย่อยได้ของ P, N และกรดอะมิโน รวมทั้งการย่อยได้ในแป้งและไขมันสูงกว่าการไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญ ผลจากการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับ Ravindran *et al.* (2001) และ Zhang *et al.* (1999) ที่รายงานว่า การเสริมไฟเตสระดับ 500-600 หน่วย/กก. ในอาหารที่ลดระดับ Lys, Met และ ME ทำให้ค่าการย่อยได้ของ N กรดอะมิโน และการใช้ประโยชน์ได้ของ ME มีแนวโน้มดีขึ้นเล็กน้อย ทำนองเดียวกับการศึกษาในสุกร ที่พบว่า การเสริมไฟเตส 500 หน่วย/กก. ในอาหารที่มี CP ระดับต่ำ (10.0-14.6%) ทำให้ค่าการย่อยได้ของ CP และกรดอะมิโนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (Zhang *et al.*, 1999; Radcliffe *et al.*, 1999 และ Traylor *et al.*, 2001) แสดงให้เห็นว่าการเสริมไฟเตสสามารถทดแทนโภชนะ (กรดอะมิโน CP และ ME) บางส่วนที่ลดลงได้ โดยไม่มีผลเสียต่อค่าการย่อยได้

ประสิทธิภาพการเสริมไฟเตสในอาหารไก่ไข่ที่ลดโภชนะบางส่วน (ส่วนที่ 2 : การทดลองที่ 2)

จากการให้อาหารที่ลดเฉพาะ CP หรือลดโภชนะบางส่วนลงตามค่า matrix value ที่บ่งโดย Kies *et al.* (2001) เป็นเวลา 336 วัน (ช่วงไก่อายุ 33-81 สัปดาห์) ซึ่งปรากฏว่า ผลผลิตไข่ และความหนาเปลือกไข่ของกลุ่มที่ได้รับอาหารลดโภชนะลง (กลุ่มที่ 3) ด้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารปกติอย่างมีนัยสำคัญ (2.4 และ 2.8% ตามลำดับ, ตารางที่ 19) นั้น อาจเนื่องจากไก่กินอาหารใกล้เคียงกันกับกลุ่มควบคุม จึงทำให้ไก่ได้รับโภชนะที่สำคัญในแต่ละวันลดลง โดยเฉพาะ aP เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน กล่าวคือ มีปริมาณ aP ลดลงจาก 0.39 เหลือ 0.28 ก./วัน ส่วนโภชนะอื่น เช่น Ca และ CP มีแนวโน้มลดลงด้วยเล็กน้อย (ตารางที่ 23) อาจมีผลทำให้ไก่ได้รับโภชนะไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต การผลิตไข่ และการสร้างเปลือกไข่ จึงส่งผลให้ผลผลิตไข่ และความหนาเปลือกไข่ด้อยลง สอดคล้องกับ Scott *et al.* (1999) และ Boling *et al.* (2000a) ที่รายงานว่า เมื่อให้อาหารที่มี aP ระดับ 0.2% ในช่วงไก่อายุ 18-70 สัปดาห์ มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และคุณภาพเปลือกไข่ด้อยลง อย่างไรก็ดีผลนี้ขัดแย้งกับรายงานอื่นที่กล่าวว่า การให้อาหารที่มี aP ระดับ 0.15-0.2% ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่แต่อย่างใด แต่ถ้าลดระดับ aP ในอาหารเหลือ 0.1% จะก่อให้เกิดผลเสียอย่างชัดเจน ดังเช่น Gordon and Roland (1997) ที่รายงานว่า ทำให้ผลผลิตไข่ และปริมาณอาหารที่กินลดลงถึง 8.1 และ 5.8% ตามลำดับ รวมทั้ง Rao *et al.* (1999a) ที่พบว่า น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักไข่ และคุณภาพเปลือกไข่มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ผลผลิตไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (90.8 vs. 62.8%) นอกจากนี้ Punna and Roland

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1999) ยังรายงานว่า การลดระดับ aP ในอาหารจาก 0.4 เหลือ 0.1% ทำให้ปริมาณอาหารที่กิน และผลผลิตไข่ลดลง รวมทั้งมีอัตราการตายเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 23 ปริมาณโภชนะที่ได้รับต่อวันของไก่ไข่ เมื่อให้อาหารที่ลดเฉพาะ CP และที่ลดโภชนะลงตามค่า matrix value ทั้งไม่เสริมและเสริมไฟเตสเป็นเวลา 336 วัน (ช่วงไก่อายุ 33–81 สัปดาห์, ส่วนที่ 2 : การทดลองที่ 2)

ระดับ CP ในอาหาร (%)	16.0		15.7	14.8
ระดับ aP ในอาหาร (%)	0.35		0.25	0.45
ไฟเตส[1/]	-	+[2/]	-	+[2/]
โปรตีน (ก.)	17.87	17.81	17.62	16.50
เมทไธโอนีน (ก.)	0.39	0.39	0.39	0.39
ไลซีน (ก.)	0.89	0.89	0.89	0.89
แคลเซียม (ก.)	3.80	3.78	3.71	3.79
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (ก.)	0.39	0.39	0.28	0.39
ME (kcal)	318.35	317.21	319.77	317.78
เยื่อใย (ก.)	5.34	5.34	5.39	5.13

[1/] -, + = ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (Natumix®) ระดับ 300 หน่วย/กก.อาหาร

[2/] คำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ (matrix value) ตามที่อ้างอิงไว้โดย Kies *et al.* (2001)

การที่เมื่อเสริมไฟเตสในอาหารที่ลดโภชนะบางส่วนลง (กลุ่มที่ 2) แล้วทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ และคุณภาพไข่ดีขึ้นทัดเทียมกับกลุ่มควบคุม อาจเนื่องจากเอนไซม์ไฟเตสไปเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะต่างๆ ที่มีในอาหาร โดยเอนไซม์นี้จะทำให้ไฟเตทซึ่งอยู่ในรูปที่สัตว์กระเพาะเดี่ยวใช้ประโยชน์ไม่ได้ หรือได้น้อย มีการปลดปล่อยธาตุอาหาร ไม่ว่าจะเป็นแร่ธาตุ (Ca และ P) โปรตีน และกรดอะมิโนออกมาจนเทียบเท่ากับกลุ่มควบคุมที่ไม่ลดโภชนะ จึงช่วยให้ไก่นำโภชนะที่ปลดปล่อยออกมาไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ประกอบกับปริมาณอาหารที่กิน พบว่าไก่ทุกกลุ่มกินอาหารได้ไม่ต่างกันมากนัก ส่งผลให้ไก่ได้รับโภชนะต่างๆ ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 23) แต่ถ้าไม่เสริมไฟเตสปริมาณโภชนะที่ไก่ได้รับจะน้อยกว่า ดังได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น การเสริมไฟเตสจึงมีผลช่วยให้สมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และจำนวนไข่แต่ละขนาดดีขึ้นใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม หรือสามารถใช้ชดเชยโภชนะบางส่วนที่ขาดหายไปในสูตรอาหาร ดังที่มีผู้รายงานไว้มากมาย อาทิเช่น รุ่งนภาและคณะ (2540), Gordon and Roland (1998), Punna and Roland (1999)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Roa *et al.* (1999a), Scott *et al.* (1999), Um *et al.* (1999), Keshavarz (1998a b) และ Kim *et al.* (2001) ซึ่งต่างก็รายงานว่า การเสริมไฟเตสในระดับที่เหมาะสมในอาหารที่มี aP ระดับต่ำ (0.1-0.22%) ช่วยทำให้ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และคุณภาพเปลือกไข่ดีขึ้นทัดเทียมกับกลุ่มที่มี aP ระดับปกติ นอกจากนี้การศึกษาในไก่เนื้อเมื่อให้อาหารที่ลดระดับโภชนะลงตามค่าตาม matrix value ตามที่บ่งไว้โดย Kies *et al.* (2001) เมื่อเสริมไฟเตสสามารถทำให้สมรรถภาพการผลิต (น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราแลกน้ำหนัก) ใกล้เคียงหรือเท่ากับกลุ่มควบคุมที่ไม่ลดโภชนะได้ (ปณิธาวีร์, 2546)

อย่างไรก็ดีในการศึกษาครั้งนี้ ยังพบว่า การเสริมไฟเตสในอาหารที่ลดเฉพาะ CP (กลุ่มที่ 4) ทำให้สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม ยกเว้นมีจำนวนไข่ฟองเล็ก (น้ำหนักน้อยกว่า 61 ก.) มากกว่า ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากไก่กินอาหารได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม จึงทำให้ไก่ได้รับโภชนะต่างๆ ในแต่ละวันเทียบเท่ากับกลุ่มควบคุม ยกเว้นโภชนะบางชนิด เช่น เยื่อใยมีปริมาณต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (5.13 vs. 5.34 ก., ตารางที่ 23) ทำให้อาหารถูกย่อยและดูดซึมได้ดีกว่า ส่งผลให้ไก่ได้รับโภชนะที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสูงกว่า นอกจากนี้อาจเนื่องจากผลของเอนไซม์ไฟเตสดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น รวมทั้งในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดลองเป็นระยะเวลานานถึง 1 ปี จึงได้มีการปรับลดโภชนะ (CP) ลง เนื่องจากเมื่อไก่อายุมากขึ้นจะให้ผลผลิตลดลง จึงทำให้ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตตลอดระยะการทดลอง (ช่วงไก่อายุ 33-81 สัปดาห์) ถึงแม้ว่าระดับ CP ในอาหารจะต่ำกว่าถึง 1.2% แต่เมื่อพิจารณาจากที่ได้รับต่อวัน (16.5 ก.) ซึ่งไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตจึงถือว่าเพียงพอต่อความต้องการเพื่อนำไปใช้ในการดำรงชีพและการสร้างผลผลิต สอดคล้องกับ NRC (1994) ที่แนะนำว่า ในไก่ไข่สายพันธุ์ที่ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาลและให้ไข่เปลือกสีขาว ควรได้รับ CP ต่อวันเท่ากับ 16.5 และ 15.0 ก. ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับที่เพียงพอต่อความต้องการของไก่ไข่ อย่างไรก็ดี ในช่วง 3 การทดลองแรก ผลผลิตไข่ด้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเป็นช่วงที่ไก่ให้ผลผลิตไข่สูง จำเป็นที่ต้องได้รับโภชนะต่างๆ ในระดับสูง ดังนั้น CP ระดับ 14.8% จึงไม่เพียงพอต่อการให้ผลผลิตไข่ สอดคล้องกับ Leeson and Summer (1997) ที่กล่าวว่า โดยปกติไก่เมื่อมีอายุมากขึ้น จะกินอาหารมากขึ้น แต่ผลผลิตไข่ลดลง จึงจำเป็นต้องปรับสูตรอาหารให้ตรงตามความต้องการ คือ ในช่วงไก่ให้ไข่สูงสุดควรให้ CP 17.5% หลังจากนั้นประมาณ 5-6 เดือน ให้ลดลงเหลือ 16.0% และเมื่อผลผลิตไข่ลดลงอีก ให้ลด CP เหลือ 14.5% และให้ระดับนี้ไปจนถึงปลดระวางจากไข่ อย่างไรก็ดีผลในช่วง 3 การทดลองแรกสอดคล้องกับกับรุ่งนภา (2544) ที่ให้อาหารที่ลดระดับ CP จาก 16 เหลือ 14.5% เมื่อเฉลี่ยจากทุกระดับของ aP และเสริมหรือไม่เสริมไฟเตสนั้น มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวเพิ่มลดลง และคุณภาพไข่ของน้ำหนักไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทำนองเดียวกับ Jacob *et al.* (2000) ที่เสริม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไฟเตสโดยลดระดับ CP ลงอีก (13.5%) ทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักตัวเพิ่ม และน้ำหนักไข่ลดลงเช่นเดียวกัน จากผลที่ด้อยลงดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้น จะไม่พบตั้งแต่ในช่วงการทดลองที่ 4 จนถึงตลอดระยะการทดลอง สอดคล้องกับ Reed *et al.* (2001) ที่ให้อาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 21-36 สัปดาห์ เสริมด้วยไฟเตสระดับ 300 หน่วย/กก. ในอาหารที่มี aP และ CP ระดับต่ำ (0.25 และ 14.9% ตามลำดับ) ทำให้สมรรถภาพการผลิตดีทัดเทียมกับกลุ่มที่ให้ aP และ CP ระดับปกติ (0.42 และ 16.5%) ยกเว้นมีเปลือกไข่บางกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในช่วงการทดลองที่ 4-6 ทั้งนี้อาจเนื่องจากการทำงานของไฟเตสขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย เช่น ระดับของไฟเตทฟอสฟอรัส aP และ CP ในอาหาร ระดับไวตามินดี และอัตราส่วนของ Ca:P โดยเอนไซม์ไฟเตสจะให้ผลตอบสนองต่ออาหารที่มีโภชนะระดับต่ำ (CP และ/หรือ aP) ได้ดีกว่าในอาหารที่มีโภชนะระดับปกติหรือระดับสูง (บุญล้อมและสุชน, 2540ก; Sohail and Roland, 1999; Punna and Roland,1999 และ Roa *et al.*,1999a)

อย่างไรก็ดี พบว่า การให้อาหารที่ลดโภชนะบางส่วนลง โดยไม่เสริมไฟเตส (กลุ่มที่ 3) ในช่วง 3 การทดลองแรก ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ อาจเนื่องจาก ผลของการให้อาหารที่มี aP ระดับต่ำ (0.25%) ยังเห็นไม่ชัดเจน แต่จะเห็นผลในช่วงการทดลองที่ 4-6 โดยผลผลิตไข่และความหนาเปลือกไข่ด้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (81.9 vs. 85.4% และ 0.350 vs. 0.361 มม. ตามลำดับ, ตารางที่ 20) ในขณะที่ผลตลอดระยะ 6 ช่วงแรกของการทดลอง มีเพียงความหนาเปลือกไข่ที่ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณอาหารที่กินใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ส่งผลให้ปริมาณโภชนะต่างๆ ที่ได้รับต่อวันน้อยกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะปริมาณ Ca และ aP ที่ได้รับต่อวันลดลง (0.10 และ 0.11 ก., ตารางที่ 24) จึงทำให้ไก่ได้รับแร่ธาตุไม่เพียงพอต่อการผลิตไข่ และการสร้างเปลือกไข่ สอดคล้องกับรายงานของ Punna and Roland (1999), Roa *et al.* (1999a) และ Scott *et al.* (1999) เมื่อให้อาหารที่มี aP ระดับต่ำ (0.1-0.2%) ในไก่ไข่ มีผลทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และความหนาเปลือกไข่ด้อยลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 24 ปริมาณโภชนะที่ได้รับต่อวันของไก่ไข่ เมื่อให้อาหารที่ลดเฉพาะ CP และที่ลดโภชนะลงตามค่า matrix value ทั้งไม่เสริมและเสริมไฟเตสใน 6 ช่วงแรกของการทดลอง (ช่วงการทดลองที่ 1-6, ส่วนที่ 2 : การทดลองที่ 2)

ระดับ CP ในอาหาร (%)	16.0		15.7	14.8
ระดับ aP ในอาหาร (%)	0.35		0.25	0.45
ไฟเตส[1/]	-	+[2/]	-	+[2/]
ช่วงที่ 1-3 (84 วัน)				
โปรตีน (ก.)	17.66	17.47	17.22	16.46
เมทไธโอนีน (ก.)	0.39	0.38	0.38	0.39
ไลซีน (ก.)	0.88	0.87	0.87	0.89
แคลเซียม (ก.)	3.75	3.71	3.63	3.78
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (ก.)	0.39	0.38	0.27	0.50
ME (kcal)	315	311	313	317
เยื่อใย (ก.)	5.28	5.24	5.27	5.12
ช่วงที่ 4-6 (84 วัน)				
โปรตีน (ก.)	18.13	18.08	17.90	16.81
เมทไธโอนีน (ก.)	0.40	0.40	0.40	0.40
ไลซีน (ก.)	0.91	0.90	0.90	0.91
แคลเซียม (ก.)	3.86	3.84	3.77	3.86
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (ก.)	0.40	0.40	0.29	0.51
ME (kcal)	323	322	325	324
เยื่อใย (ก.)	5.42	5.42	5.47	5.23
ตลอดระยะ 6 ช่วงแรกของการทดลอง (168 วัน)				
โปรตีน (ก.)	17.90	17.78	17.55	16.64
เมทไธโอนีน (ก.)	0.39	0.39	0.39	0.39
ไลซีน (ก.)	0.90	0.89	0.88	0.90
แคลเซียม (ก.)	3.80	3.78	3.70	3.82
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (ก.)	0.39	0.39	0.28	0.51
ME (kcal)	319	317	319	320
เยื่อใย (ก.)	5.35	5.33	5.37	5.17

[1/] -, + = ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (Natumix®) ระดับ 300 หน่วย/กก.อาหาร

[2/] คำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ (matrix value) ตามที่อ้างอิงไว้โดย Kies *et al.* (2001)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเสริมไฟเตส กลับพบว่า ผลผลิตไข่ดีขึ้นทัดเทียมกับกลุ่มควบคุม แต่ความหนาเปลือกไข่ยังคงด้อยกว่าเช่นเดิม ทั้งในช่วงการทดลองที่ 4-6 และตลอดระยะ 6 ช่วงแรกของการทดลอง อาจเนื่องจากประสิทธิภาพของเอนไซม์ไฟเตสที่ย่อยสลายพันธะเอสเทอร์ของไฟเตท ซึ่งอยู่ในรูปที่สัตว์กระเพาะเดี่ยวใช้ประโยชน์ไม่ได้ หรือได้น้อย ให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา จึงช่วยให้ไก่นำโภชนะที่ปลดปล่อยออกมาไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น สอดคล้องกับการเสริมไฟเตส 300-500 หน่วย/กก. ในอาหารที่มี aP ระดับ 0.1% ทำให้สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ดีขึ้นทัดเทียบกับ aP ระดับปกติไม่เสริมไฟเตส (Gordon and Roland ,1997; Um and Paik, 1999; Kamberi *et al.*, 2001 และ Scheideler *et al.*, 2001)

สำหรับในช่วง 6 เดือนสุดท้ายของการทดลอง (ช่วงการทดลองที่ 7-12) ซึ่งปรากฏว่า ผลผลิตไข่และความหนาเปลือกไข่ของกลุ่มที่ให้อาหารที่ลดโภชนะบางส่วนลง (กลุ่มที่ 3) ด้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (80.8 vs. 83.8% และ 0.350 vs. 0.360 มม. ตามลำดับ, ตารางที่ 21) นั้นอาจเนื่องจากไก่ได้รับ aP ในปริมาณที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (0.28 vs. 0.39 ก., ตารางที่ 25) จึงทำให้แร่ธาตุที่ได้รับนำไปใช้ในการดำรงชีพ ซึ่งปริมาณดังกล่าวอาจไม่เพียงพอต่อการสร้างผลผลิต รวมทั้งอาจมีไข่แตก บุบ และร้าวที่ไม่สามารถบันทึกจำนวนได้ เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ได้เลี้ยงไก่ในกรงตับแบบ 3 ชั้น ขังช่องละ 3 ตัว รวมทั้งยังมีการทำความสะอาดพื้นโรงเรือน (กวาดมูล) ตลอดเวลา ซึ่งจำนวนที่สูญเสียไปดังกล่าวอาจทำให้ได้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นจนไม่ต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ดี เมื่อเสริมไฟเตสจะช่วยให้ได้ผลผลิตไข่ และความหนาเปลือกไข่ดีขึ้นจนไม่ต่างกันกับกลุ่มควบคุม ดังเหตุผลที่เคยกล่าวมาแล้วในตอนต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 25 ปริมาณโภชนะที่ได้รับต่อวันของไก่ไข่ เมื่อให้อาหารที่ลดเฉพาะ CP และที่ลดโภชนะลงตามค่า matrix value ทั้งไม่เสริมและเสริมไฟเตสใน 6 ช่วงการทดลองสุดท้าย (ช่วงการทดลองที่ 7-12, ส่วนที่ 2 : การทดลองที่ 2)

ระดับ CP ในอาหาร (%)	16.0		15.7	14.8
ระดับ aP ในอาหาร (%)	0.35		0.25	0.45
ไฟเตส[1/]	-	+[2/]	-	+[2/]
ช่วงที่ 7-9 (84 วัน)				
โปรตีน (ก.)	17.68	17.60	17.55	16.27
เมทไธโอนีน (ก.)	0.39	0.39	0.39	0.38
ไลซีน (ก.)	0.88	0.88	0.88	0.88
แคลเซียม (ก.)	3.76	3.74	3.70	3.74
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (ก.)	0.39	0.39	0.28	0.49
ME (kcal)	315	314	319	313
เยื่อใย (ก.)	5.28	5.28	5.37	5.06
ช่วงที่ 10-12 (84 วัน)				
โปรตีน (ก.)	18.00	18.10	17.79	16.46
เมทไธโอนีน (ก.)	0.39	0.40	0.40	0.39
ไลซีน (ก.)	0.90	0.91	0.90	0.89
แคลเซียม (ก.)	3.83	3.77	3.70	3.74
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (ก.)	0.39	0.40	0.28	0.50
ME (kcal)	321	322	323	317
เยื่อใย (ก.)	5.38	5.43	5.44	5.12
ตลอดระยะ 6 ช่วงหลังของการทดลอง (168 วัน)				
โปรตีน (ก.)	17.84	17.84	17.68	16.35
เมทไธโอนีน (ก.)	0.39	0.39	0.39	0.39
ไลซีน (ก.)	0.89	0.89	0.89	0.88
แคลเซียม (ก.)	3.79	3.79	3.73	3.76
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (ก.)	0.39	0.39	0.28	0.50
ME (kcal)	318	318	321	315
เยื่อใย (ก.)	5.33	5.35	5.40	5.08

[1/] -, + = ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส (Natumix®) ระดับ 300 หน่วย/กก.อาหาร

[2/] คำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ (matrix value) ตามที่อ้างอิงไว้โดย Kies *et al.* (2001)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สรุปผลการทดลอง

จากการประเมินประสิทธิภาพของเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่ไข่ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกหาการใช้ประโยชน์ได้ของ Ca และ P ด้วยการให้อาหารกึ่งบริสุทธิ์ (semipurified diet) ที่มี aP 0.35, 0.50 และ 0.65% ไม่เสริมและเสริมไฟเตส (Natumix®) 300 หน่วย (FTU)/กก.อาหาร ส่วนที่ 2 หาค่าการย่อยได้ของโภชนะ รวมทั้งหาประสิทธิภาพการใช้เอนไซม์นี้ในอาหารที่ลดโภชนะบางส่วนลงตามค่า matrix value โดยทดลองเป็นเวลา 336 วัน พบว่า

1. เมื่อเพิ่มระดับ aP ในอาหาร มีผลทำให้ค่าการใช้ประโยชน์ได้ของ Ca และ P ลดลง โดยมีการขับออกของธาตุทั้งสองนี้ในมูลสูงขึ้น แต่เมื่อเสริมไฟเตสในอาหารทำให้การขับออกลดลง จึงทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของ Ca เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ของ P พบเพียงแนวโน้มที่ดีขึ้น

2. การลดหรือไม่ลดปริมาณโภชนะในอาหาร รวมทั้งการไม่เสริมหรือเสริมไฟเตส ไม่มีผลทำให้การย่อยได้ของโภชนะแตกต่างกัน แต่การเสริมไฟเตสมีแนวโน้มทำให้ค่าการย่อยได้ของโปรตีน เยื่อใย และ NFE ดีกว่ากลุ่มควบคุมเท่ากับ 4.6-7.5, 4.7–5.4 และ 5.3–9.1% ตามลำดับ

3. การลดโภชนะบางส่วนในอาหารลงตลอดระยะการให้ไข่ 1 ปี มีผลทำให้ผลผลิตไข่ และความหนาเปลือกไข่ด้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเสริมด้วยไฟเตสจะให้ผลดีขึ้นจนทัดเทียมกับกลุ่มควบคุมไม่ว่าจะลดโภชนะลงเล็กน้อยตามค่า matrix value หรือจะลด CP ลง 1.5% จากระดับปกติ (16.0%) ก็ตาม ยกเว้นจะได้ไข่ฟองเล็กจำนวนมากกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย

4. การเสริมไฟเตสในอาหารที่ลดโภชนะบางส่วนลง มีส่วนช่วยลดการขับออกของธาตุอาหาร (เช่น Ca และ P) ในมูลได้ ซึ่งเป็นผลดีต่อสภาพแวดล้อม และยังทำให้ต้นทุนการผลิตไข่ถูกลงเล็กน้อยด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved