บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลอง

การลดระดับ aP

การลดระดับของ aP ลงเหลือประมาณ 60% ของระดับปกติ ในการทดลองไก่เนื้อทั้ง 3 การทดลอง คือ มี aP ประมาณ 0.18 ถึง 0.27% ของสูตรอาหาร ปรากฏว่า มีแนวโน้มทำให้ไก่เนื้อมีน้ำหนักตัวและกินอาหารได้ลดลง โดยในการทดลองที่ 3 น้ำหนักตัวเพิ่มและปริมาณอาหารที่กินของไก่ที่ได้รับ aP ระดับต่ำลดลงกว่ากลุ่มที่ได้รับระดับปกติ อย่างมีนัยสำคัญ (1.97 vs. 2.10 และ 3.87 vs. 4.08 กก., $P<0.05$) ผลสอดคล้องกับ Nelson *et al.* (1968 และ 1971) ที่รายงานว่า ไก่มีน้ำหนักตัว และปริมาณเถ้าในกระดูกลดลงตามระดับของ aP ที่ลดลง Perney *et al.* (1993) พบว่า น้ำหนักตัวของไก่จะลดลง 12% ถ้ามีการลดระดับ aP ในอาหารลงจาก 0.44% เป็น 0.32% แต่ถ้าลด aP ลงจาก 0.44% เหลือ 0.21% ไก่จะมีน้ำหนักตัวลดลงถึง 48% โดยปริมาณ P ที่สูงกว่าระดับปกติ (0.81-1.09% tP หรือเท่ากับ 0.55-0.83% NPP) ให้ผลในด้านการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน (Edwards and Veltmann, 1983) ซึ่ง Waldroup *et al.* (1975) และ El Boushy (1979) ได้แนะนำว่า ระดับของ NPP ที่เหมาะสมกับไก่เนื้ออายุ 0-28 วัน เท่ากับ 0.53 และ 0.50% NPP โดยการลดหรือเพิ่มระดับต่างจากนี้จะมีผลกระทบ (response criteria) ต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และปริมาณเถ้าของกระดูก

สำหรับปริมาณอาหารที่ไก่กินได้ลดลง ส่งผลให้ไก่ได้รับโภชนะที่สำคัญอื่นๆ ลดลงด้วย ดังแสดงในตารางที่ 48 ที่พบว่า การลดระดับ aP ทำให้ไก่ได้รับ tP และ aP ลดลงอย่างชัดเจน ส่วนโภชนะอื่น เช่น CP และ ME มีแนวโน้มลดลงด้วย ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไก่มีการเจริญเติบโตได้ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับ aP ระดับปกติ เนื่องจากปริมาณ P ที่สัตว์ได้รับอาจไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และการสร้างกระดูก ทำให้ไก่เจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่และมีอาการขาเสีย เดินไม่ได้ Edwards and Veltmann (1983) รายงานไว้ว่า การลดระดับ P ทำให้กระดูกแข้งของไก่เจริญผิดปกติ (tibia dyschondroplasia) Moran and Todd (1994) ทดลองศึกษาลดระดับ aP ลง 10% ของ NRC (1984) พบว่า ในช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ ไก่มีสมรรถภาพการผลิต การสะสมแร่ธาตุในกระดูกเลวลง และมีอัตราการตายสูง โดยเฉพาะในช่วงอายุ 3-6 สัปดาห์ ไก่มีสาเหตุการตาย

เนื่องจากปัญหาขาเสียเป็นส่วนใหญ่ สอดคล้องกับ Nelson *et al.* (1990) ที่รายงานว่า การได้รับ P ต่ำกว่าระดับที่ NRC (1984) แนะนำ ทำให้ไก่มีอาการ tibia dyschondroplasia Denbow *et al.* (1995) และ Paik *et al.* (2000) รายงานว่า การเลี้ยงไก่เนื้อด้วยอาหารที่มี NPP ระดับ 0.20 และ 0.25% โดยไม่มีการเสริมเอนไซม์ไฟเตสไก่จะมีอัตราการตายสูงถึง 45 และ 37% ตามลำดับ อย่างไรก็ดีในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความรุนแรงของการลดระดับ aP จนถึงกับทำให้ไก่มีอาการขาเสียหรือมีอัตราการตายผิดปกติ ไม่ว่าจะมีการเสริมไฟเตสหรือไม่ก็ตาม

ตารางที่ 48 ปริมาณโภชนะที่ไก่เนื้อได้รับจากการกินอาหารที่มี aP ระดับต่ำเปรียบเทียบกับระดับปกติ ตลอดช่วงการทดลอง 6 สัปดาห์

การทดลองที่	1		2		3	
ระดับ aP[1/]	ปกติ	ต่ำ	ปกติ	ต่ำ	ปกติ	ต่ำ
ปริมาณอาหารที่กิน (กก.)	4.08	4.07	3.89	3.84	4.08	3.87
CP (ก.)	789.6	785.4	736.1	725.3	766.0	728.4
ME (Mcal)	13.1	13.0	12.5	12.3	13.1	12.4
EE (ก.)	362.1	352.3	328.6	331.8	381.2	380.5
CF (ก.)	150.6	150.2	158.6	153.7	168.8	182.1
Ca (ก.)	30.0	30.0	28.5	28.1	30.2	28.8
tP (ก.)	28.5	20.2	25.3	19.5	26.2	20.2
aP (ก.)	17.4	8.9	13.9	8.2	14.4	8.2

[1/] ระดับปกติ คือ ได้รับ aP ระดับ 0.45 และ 0.42% ในไก่ช่วงอายุ 2-3 และ 4-7 สัปดาห์ ตามลำดับ (ในการทดลองที่ 1) ส่วนในการทดลองที่ 2 และ 3 ระดับปกติใช้ตามคำแนะนำของ NRC (1994) ในขณะที่ระดับต่ำจะเท่ากับประมาณ 60% ของ NRC (1994) ทั้ง 3 การทดลอง

สำหรับอัตราการแลกน้ำหนัก และคุณภาพซากนั้นไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ ยังพบว่าการลดระดับ aP ต่ำกว่าปกติ ทำให้ไก่มีปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า Ca และ P ของกระดูกแข้งมีแนวโน้มลดลง โดยในการทดลองที่ 2 ปริมาณเถ้าและ Ca ของกระดูกแข้งมีความแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับ aP ปกติอย่างมีนัยสำคัญ (38.36 vs. 40.05% และ 31.86 vs. 33.07%, ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก การลดระดับของ aP มีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ได้ของธาตุทั้งสอง

ดังเห็นได้จากข้อมูลในตารางที่ 30 และ 40 ที่พบว่า ไก่กลุ่มที่ได้รับ aP ต่ำมีการใช้ประโยชน์ได้ของธาตุทั้งสองต่ำกว่ากลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญ

ส่วนการลดระดับของ aP ในอาหารไก่ไข่ จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพในการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากมีแนวโน้มทำให้ไก่มีการเพิ่มของน้ำหนักตัวลดลง ซึ่งผลที่ได้นี้สอดคล้องกับการทดลองของ Keshavarz (1998, a b) ที่ทำการลดระดับ aP จาก 0.40% เหลือ 0.25, 0.20 และ 0.175% พบว่า การลดระดับ aP ไม่มีผลแตกต่างกันทั้งในด้านของผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (กก./น้ำหนักไข่ 1 โหล) แต่มีผลต่อการลดลงของน้ำหนักตัวอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ดี ผลนี้ค่อนข้างขัดแย้งกับรายงานอื่นที่มักกล่าวถึงผลเสียอย่างชัดเจนของการลดระดับ P เช่น Rao *et al.* (1999, a) ที่รายงานว่า การลดระดับ NPP จาก 2.0 เป็น 1.5 และ 1.0 ก./กก. ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักไข่ และคุณภาพของเปลือกไข่มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่มีอัตราการผลิตไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (90.8 vs. 87.3 และ 62.8% ตามลำดับ) Scott *et al.* (1999) ศึกษาการลดระดับของ aP จาก 0.4 เหลือ 0.2% ส่วน Um *et al.* (1999) ลดระดับ aP เหลือ 0.26, 0.21, 0.16 และ 0.11% ทั้งสองการทดลองรายงานว่า การลด P ในสูตรอาหารไก่ไข่ทำให้การเพิ่มน้ำหนักตัว และอัตราการให้ผลผลิตไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ในการทดลองศึกษาครั้งนี้ การลด aP เหลือเพียง 60% ของระดับปกติมีแนวโน้มทำให้มีจำนวนไข่ขนาดกลาง น้ำหนักระหว่าง 61-65 ก. ต่ำกว่ากลุ่มอื่น

การลดระดับ CP

ผลของ CP ที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตค่อนข้างจะเห็นชัดเจนกว่าผลของ aP ทั้งในไก่เนื้อและไก่ไข่ กล่าวคือ การลดระดับ CP ลงต่ำกว่าปกติ 1.5% ในไก่เนื้ออายุ 4-7 สัปดาห์ในการทดลองที่ 1 ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไก่กินอาหารน้อยลง ทำให้ได้รับโภชนะต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้เพื่อการเจริญเติบโตลดลงด้วย ซึ่งผลสอดคล้องกับ Shafey and Mc Donald (1991) ที่ศึกษาการลดระดับ CP ลง 4.0% จากระดับปกติ (ลดจากระดับ 20.6 เป็น 16.6%) พบว่า การลดระดับ CP ทำให้ไก่เนื้อมีสมรรถภาพการผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ น้ำหนักตัวเพิ่มลดลงจาก 231 ก. เป็น 183 ก. ($P<0.01$) และไก่กินอาหารได้น้อยลง (393 vs 359 ก., $P<0.05$) แต่มีอัตราแลกน้ำหนักดีขึ้น (1.98 vs. 1.72, $P<0.05$) และมีปริมาณ P ในกระดูกแข้งไก่เพิ่มขึ้น (6.3 vs. 6.9%, $P<0.05$) ส่วนปริมาณเถ้า และ Ca ในกระดูกนั้นไม่พบความแตกต่าง

ในกรณีของไก่ไข่ พบว่า การลดระดับ CP ต่ำลงกว่าปกติ 1.5% มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตไข่ลดลง กินอาหารน้อยลง ปริมาณอาหารที่ใช้ต่อผลผลิตไข่ 1 กก. เลวลง การเพิ่มน้ำหนักตัวลดลง และให้ไข่ฟองเล็กลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีไข่ขนาดใหญ่จำนวนน้อยลง แต่มีไข่ขนาดกลางและขนาดเล็กเพิ่มขึ้นนั้น ผลสอดคล้องกับ Keshavarz (1998, a) ที่ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ที่ได้รับ CP 16 และ 13% พบว่า การลดระดับ CP ทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการให้ไข่ น้ำหนักไข่มีแนวโน้มลดลง แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ไก่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารได้เลวลงและให้ไข่ขนาดใหญ่จำนวนน้อยลง แต่มีไข่ขนาดกลางและขนาดเล็กเพิ่มขึ้น ขณะที่ไก่มีปริมาณ CP ที่กินได้น้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ (12.85 vs. 16.02 ก./ตัว/วัน) นอกจากนี้ยังพบว่า เรื่องของช่วงเวลาการให้อาหารและการลดระดับ CP มีความสัมพันธ์กัน จึงได้ทดลองให้อาหารที่มี CP ระดับต่ำในช่วงเช้า (05.00-13.00 น.) และ/หรือในช่วงบ่าย (13.00-21.00 น.) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ CP ระดับปกติ (16%) และ CP ระดับต่ำ (13%) ตลอดทั้งวัน ปรากฏว่า ไก่กินอาหารได้ไม่แตกต่างกัน โดยสามารถกินได้ 40% ในช่วงเช้าและ 60% ในช่วงบ่าย ส่วนสมรรถภาพการผลิตไข่ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับ CP ระดับต่ำ

Penz and Jensen (1991) รายงานว่า การเลี้ยงไก่ไข่ด้วยอาหารที่มี CP ระดับปกติ (16% CP) ในช่วงเวลา 04.00-08.00 น. และ 14.00-20.00 น. และได้รับ CP ระดับต่ำ (13% CP) ในช่วงเวลา 08.00-14.00 น. ไก่มีอัตราการให้ไข่และน้ำหนักไข่เทียบเท่ากับกลุ่มควบคุม (ได้รับ CP 16% ตลอดวัน) ส่วนผลของคุณภาพไข่และสมรรถภาพการผลิตด้านอื่นๆ ไม่พบความแตกต่าง ขณะที่ไก่กลุ่มที่ได้รับ CP ระดับต่ำช่วง 04.00-08.00 และ 14.00-20.00 น. และ CP ระดับปกติ ช่วงเวลา 0.800-14.00 น. นั้นให้ไข่ฟองเล็กกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเช้าไก่จะมีความต้องการ CP สูงเพื่อใช้ในกระบวนการสร้างไข่ขาว (albumen formation) ดังนั้นไก่กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับ CP ระดับปกติในช่วงเช้าจึงให้ไข่ฟองใหญ่กว่ากลุ่มที่ได้รับ CP ระดับต่ำ

การใช้กากเรปซีด และ/หรือกากทานตะวัน

ไม่พบผลเสียจากการใช้กากเรปซีด 5 และ 10% ของสูตรอาหารในไก่เนื้อช่วงอายุ 2-3 และ 4-7 สัปดาห์ ตามลำดับ ซึ่งเทียบเท่ากับการใช้ทดแทนกากถั่วเหลือง 17, 35 และ 42% ในไก่ช่วงอายุ 2-3, 4-6 และ 7 สัปดาห์ ตามลำดับ (การทดลองที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากระดับการใช้กากเรปซีดในการทดลองนี้มีปริมาณน้อยมาก ทำให้ไก่ได้รับสารพิษกลูโคสิโนเลทเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ประกอบกับเมื่อไก่มีอายุมากขึ้นสามารถทนสารพิษได้ดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของสุชนและ

บุญล้อม (2539) และไพฑูรย์ (2539) ที่พบว่า การใช้กากเรปซีดทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับไม่เกิน 50% หรือเทียบเท่ากับ 10-13% ของสูตรอาหาร ให้ผลการเจริญเติบโตไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมที่ใช้กากถั่วเหลือง แต่ถ้าใช้ในช่วงที่ไก่ยังอายุน้อยจะมีความทนทานต่อสารพิษกลูโคสิโนเลทได้น้อย ทำให้ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราแลกน้ำหนักด้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะที่ระดับการใช้ 75% ขึ้นไป ในทำนองเดียวกัน รุ่งนภา (2543) ได้รายงานไว้ว่า การใช้กากเรปซีดทดแทนกากถั่วเหลืองมากกว่า 50% ไก่จะมีการเจริญเติบโตและกินอาหารได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณสารพิษที่มีระดับสูงในกากเรปซีด

สำหรับการใช้กากทานตะวัน 5, 10 และ 15% ของสูตรอาหาร ในไก่เนื้อช่วงอายุ 2-3, 4-6 และ 7 สัปดาห์ หรือเทียบเท่ากับการแทนที่กากถั่วเหลือง 15, 31 และ 51% ตามลำดับในการทดลองที่ 3 พบว่า ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต แต่มีแนวโน้มทำให้ไก่กินอาหารเพิ่มขึ้นและมีอัตราแลกน้ำหนักเลวลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณเยื่อใยที่มีอยู่สูงในกากทานตะวัน (27% air dry basis) ทำให้อาหารมีความฟ่าม ไก่จึงต้องกินอาหารมากขึ้นเพื่อให้ได้โภชนะเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Rad and Keshavarz (1976) ที่รายงานว่า ไก่เนื้อสามารถเจริญเติบโตได้ดี เมื่อใช้กากทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองไม่เกิน 50% แต่ถ้าใช้ในระดับสูง 70 และ 100% ต้องมีการเสริมไลซีนให้เพียงพอกับความต้องการของไก่ ประสิทธิภาพการผลิตจึงจะใกล้เคียงกลุ่มควบคุม เนื่องจากปริมาณของเยื่อใยที่สูงในกากทานตะวัน อาจขัดขวางการย่อยได้ของโภชนะอื่น ทำให้ไก่สามารถนำโภชนะไปใช้ประโยชน์ได้น้อย อย่างไรก็ตาม สุชน และบุญล้อม (2536) ได้ใช้กากทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 50-100% เลี้ยงเป็ดไข่ ไม่พบว่ามีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็ดมีกระเพาะบดที่แข็งแรงกว่าจึงสามารถบดและย่อยเยื่อใยได้ดีกว่าไก่

การเสริมเอนไซม์ไฟเตส

การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารที่มีระดับ aP หรือ CP ระดับต่ำ และ/หรือใช้กากเรปซีด หรือกากทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลือง ทำให้ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่กินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มทำให้การขับออกของ Ca และ P ลดลง เป็นเหตุให้การใช้ประโยชน์ได้ของธาตุทั้งสองเพิ่มขึ้นด้วย ผลนี้สอดคล้องกับหลายๆ รายงาน เช่น Simons *et al.* (1990) ที่พบว่า การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารที่ tP ระดับต่ำ ช่วยทำให้ไก่เนื้อมีการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์ได้ของ P ดีขึ้น และสามารถลดการขับ P ออกมากับมูลได้ 20-60% โดยการเพิ่มระดับไฟเตสไม่ให้ผลแตกต่างกัน

Broz *et al.* (1994) ได้ศึกษาถึงผลการเสริมไฟเตสที่ระดับ 0, 125, 250 และ 500 PU/กก. ในสูตรอาหารไก่ที่มี CP 21%, ME 12.7 MJ/kg, Ca 0.93% และ tP 0.52% พบว่า การเสริมไฟเตสทำให้ไก่มีน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณ P ในพลาสมาและเถ้ากระดูกแข้งเพิ่มขึ้น v อย่างมีนัยสำคัญตามระดับไฟเตสที่เพิ่มขึ้น ส่วนอัตราแลกน้ำหนักมีแนวโน้มที่ดีขึ้น ขณะที่การสะสม Ca และ P ในเถ้ากระดูกไม่แตกต่างกัน

Denbow *et al.* (1995) ใช้ไก่เนื้อเพศผู้แรกเกิด 840 ตัว ศึกษาผลการเสริมไฟเตสที่มีต่อความสามารถในการใช้ประโยชน์ได้ของ P ในสูตรอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลัก เป็นเวลา 21 วัน โดยกำหนดให้มี aP ระดับ 0.20, 0.27 และ 0.34% และเสริมไฟเตส 0, 200, 400, 600, 800, 1,000 และ 1,200 หน่วย/กก.อาหาร ในทุกระดับของ aP พบว่า การเสริมไฟเตสมีผลทำให้น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน เปอร์เซนต์เถ้าและความยาวกระดูกแข้งเพิ่มขึ้น แต่ที่ aP ระดับต่ำมีการตอบสนองได้ดีกว่า ส่วนอัตราแลกน้ำหนักไม่มีความแตกต่างกัน

Kornegay and Yi (1996) รายงานว่าระดับไฟเตสที่เสริมในอาหารไก่เนื้อที่เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และเปอร์เซนต์เถ้ากระดูกแข้งสูงขึ้น ในขณะที่การขับออกของ P ลดลง โดยเฉพาะที่ระดับการเสริม 500-700 FTU/กก.อาหาร ซึ่งเป็นระดับที่ให้ผลดีที่สุด เช่นเดียวกับรายงานของ Kwon *et al.* (1995) ที่เสริมไฟเตส 500 FTU/กก.อาหาร ในอาหารที่มี aP ระดับ 60 และ 80% ของNRC (1994) เทียบกับ P ระดับปกติ (100% NRC) พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับ P ระดับต่ำ (60% NRC) และเสริมไฟเตสมีน้ำหนักตัว และปริมาณอาหารที่กินได้เพิ่มขึ้น ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับ P ระดับปกติ รวมทั้งมีการขับถ่าย P ลดลงถึง 25%

การเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นของไก่ในกลุ่มที่มี P ระดับต่ำและเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสมีเหตุผลเนื่องจาก 1) ไฟเตสที่เสริมในอาหาร ช่วยย่อยไฟเตททำให้ P ถูกปลดปล่อยออกมาและมีการดูดซึม P ได้มากขึ้น 2) แร่ธาตุบางชนิดที่ถูกจับไว้จะถูกย่อย ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น (Sebastian *et al.*, 1998) 3) สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากอินอซิทอลได้ โดย P ที่จับอยู่กับอินอซิทอลในรูปของไฟเตทจะถูกย่อยในช่วงที่อาหารผ่านระบบทางเดินอาหาร (Simons *et al.*, 1990) 4) โภชนะบางชนิด เช่น แป้ง และ CP ที่ถูกจับไว้จะถูกย่อย จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มขึ้น (Knuckles and Betschart, 1987; Farrell *et al.*, 1993)

ในการทดลองไก่ไข่ พบว่า การเสริมเอนไซม์ให้ผลเช่นเดียวกันกับไก่เนื้อ คือ การเสริมไฟเตสในอาหารที่มี CP และ aP ระดับต่ำ ทำให้ไก่ไข่มีสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และจำนวนไข่แต่ละขนาดดีขึ้นใกล้เคียงกับกลุ่มที่มี CP และ aP ระดับปกติ Scott *et al.* (1999) ศึกษาการเสริมไฟเตสระดับ 0-500 FTU ในอาหารที่มี aP 0.2 และ 0.4% Ca ระดับ 3.7 และ 4.0% เลี้ยงไก่ไข่

อายุ 18-67 สัปดาห์ Um *et al.* (1999) เสริมไฟเตส 250 U ในอาหารไก่ไข่ที่ลดระดับ NPP จาก 0.26 เหลือ 0.11% และ Rao *et al.* (1999, a) เสริมไฟเตส 250 PU ในอาหารที่มี Ca 3.6% และลดระดับ NPP จาก 2.0 เป็น 1.5 และ 1.0 ก./กก. ทั้งสามรายงานพบว่า การลดระดับของ P ในอาหารทำให้ไก่ไข่มีน้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการไข่ น้ำหนักไข่ คุณภาพของเปลือกไข่ลดลง การเสริมไฟเตสทำให้สมรรถภาพดังกล่าวดีขึ้นทัดเทียมกับกลุ่มควบคุม

อย่างไรก็ดีในบางกรณีการใช้เอนไซม์ไฟเตสอาจให้ผลไม่เด่นชัดนัก ทั้งนี้เพราะการทำงานของเอนไซม์ไฟเตสขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย ดังนี้คือ

1. ปริมาณเอนไซม์ไฟเตส จากการศึกษาของ Kornegay and Yi (1996) ถึงผลการเสริมไฟเตส 0-1,200 FTU/กก. ในอาหารไก่เนื้อที่มี NPP 0.20-0.35% พบว่า ระดับของไฟเตสที่เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และเปอร์เซนต์เถ้าของกระดูกแข้งไก่สูงขึ้น มีการขับออกของ P ลดลง โดยระดับการเสริม 500-700 FTU/กก.อาหาร เป็นระดับที่ให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด หลังจากนั้นการตอบสนองของไฟเตสจะลดลง ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับระดับการแนะนำการใช้ผลิตภัณฑ์ไฟเตสของบริษัท BASF ดังแสดงในตารางที่ 49

2. ระดับของไฟเตท หรือ NPP ในอาหาร จากการศึกษาของ Broz *et al.* (1994), Denbow *et al.* (1995) และ Sebastian *et al.* (1996) พบว่า ประสิทธิภาพของเอนไซม์ไฟเตสที่เสริมในอาหารที่มี tP หรือ NPP ระดับต่ำจะดีกว่าอาหารที่มี tP หรือ NPP ระดับสูง และถ้าเสริมลงในอาหารที่มีเอนไซม์ไฟเตสจากพืชจะยิ่งให้ผลดีขึ้น

3. ระดับ Ca และอัตราส่วนระหว่าง Ca และ P จากการศึกษาของ Qian and Kornegay (1995) พบว่า อัตราส่วนระหว่าง Ca:tP ที่กว้างเกินกว่า 1.4:1 ถึง 2.0:1 จะลดประสิทธิภาพการทำงานเอนไซม์ไฟเตส 13.4 และ 14.9% ตามลำดับ

Schöner and Hoppe (1992) ได้ทดลองลดระดับ Ca ในอาหารไก่เนื้อจาก 9 เป็น 6 ก./กก. และลดระดับ P จากระดับ 6.5 เป็น 5.5 และ 5.0 ก./กก. แล้วเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสที่ระดับ 500 FTU/กก. พบว่า การลดระดับ P ลงจาก 6.5 เป็น 5.5 ก./กก. และเสริมด้วยไฟเตสทำให้ไม่พบความแตกต่างในด้านการเจริญเติบโต แต่พบการใช้ประโยชน์ได้ของ P ดีขึ้น ขณะที่การลดระดับ Ca ลงไม่เกิดผลเสียแต่อย่างใด ปริมาณอัตราส่วนของ Ca:P ที่สูงเท่ากับ 1.8:1 ทำให้น้ำหนักตัวลดลงแม้ว่าการเสริมไฟเตสจะทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของ P สูงขึ้นก็ตาม แต่ถ้าลดระดับ Ca ลง โดยให้มีอัตราส่วนของ Ca:P เท่ากับ 1.2:1 การเจริญเติบโตจะไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม แต่การใช้ประโยชน์ได้ของ P ดีขึ้น ดังนั้น การเสริมไฟเตสระดับ 500 FTU/กก. สามารถลดระดับ Ca และ P ในสูตรอาหารได้ 3 และ 1 ก./กก. ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจาก Ca ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวเร่งและ

ตัวยับยั้งการทำงานของไฟเตส การมี Ca ระดับสูงกว่า 7 ก./กก.อาหาร ที่ pH 6 จะเกิดการจับตัวเป็นแคลเซียมไฟเตท ซึ่งจะตกตะกอนทำให้ย่อยไม่ได้ (Scheuermann et al., 1988) Kornegay and Yi (1996) แนะนำว่า อาหารไก่เนื้อและไก่งวงไม่ควรมีอัตราส่วนของ Ca:P เกิน 1.4:1 มิฉะนั้นจะทำให้การทำงานของไฟเตสมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงระดับของ Ca และ P ตลอดจนสัดส่วนของ Ca : P ที่เสริมลงในอาหารด้วย

ตารางที่ 49 ปริมาณ P และไฟเตสที่แนะนำให้ใช้ในอาหารสัตว์

	ร้อยละของ P ในอาหาร		ไฟเตส (Natuphos®)[2/]	
	ไม่เสริมไฟเตส	เสริมไฟเตส	(FTU/กก.)	(ก./ตัน)
แม่พันธุ์สุกรช่วงให้นม	0.70	0.60	500	100
แม่พันธุ์สุกรช่วงตั้งท้อง	0.55	0.45	500	100
ลูกสุกร	0.70	0.60	500	100
สุกรรุ่น	0.60	0.50	500	100
สุกรขุน	0.50	0.40	500	100
ไก่เนื้อ	0.65	0.55	600	120
ไก่ไข่				
- อาหารที่มีข้าวโพด/ SBM[1/]	0.60	0.50	300	60
- ส่วนประกอบอื่นๆ	0.60	0.50	400	80
ไก่พันธุ์	0.70	0.60	600	120
ไก่สาว	0.50	0.40	600	120

[1/] ส่วนประกอบของข้าวโพดไม่ต่ำกว่า 30%

[2/] ผลิตภัณฑ์ของบริษัท BASF

ที่มา: BASF (2542)

4. การเสริมวิตามินดี-3 จากรายงานการศึกษาของ Mitchell and Edwards (1996, a b) ที่ทดลองเสริมวิตามินดี-3 ปริมาณ 5µg/กก. ร่วมกับไฟเตส 600 U/กก. พบว่า วิตามินดี-3 มีประสิทธิภาพการทำงานร่วมกับไฟเตสได้ดี โดยสามารถทดแทน P_i ได้ 0.2% และเมื่อเสริมที่ 0.45% tP (P ระดับต่ำ) ทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวและเปอร์เซนต์เถ้าของกระดูกแข้งไก่ดีขึ้นเท่ากับ 0.65% P หรือเท่ากับ 0.55% P เสริมด้วยไฟเตส หรือวิตามินดี –3

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาถึงผลของการลดระดับ aP และ/หรือ CP ร่วมกับการเสริมเอนไซม์ไฟเตส โดยอาจมีการใช้กากเรปซีดและกากทานตะวันระดับต่ำทดแทนกากถั่วเหลืองในบางกรณี โดยทำการทดลองในอาหารไก่เนื้อ 3 การทดลอง และไก่ไข่ 1 การทดลองนั้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การลดระดับ aP เหลือประมาณ 60% ของระดับที่แนะนำโดย NRC (1994) ทำให้ไก่มีสมรรถภาพของการเจริญเติบโต และปริมาณอาหารที่กินลดลงอย่างมีนัยสำคัญในการทดลองที่ 3 นอกจากนี้ยังทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของ Ca และ P ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในการทดลองไก่ไข่ไม่พบความแตกต่างในทุกด้านของสมรรถภาพการผลิต

2. การลดระดับ CP ต่ำกว่าปกติ 1.5% พบว่า ทำให้ไก่เนื้อมีอัตราการเจริญเติบโตและกินอาหารได้ลดลง นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของ Ca และ P ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับในกรณีของไก่ไข่มีแนวโน้มทำให้ผลผลิตไข่ การเพิ่มของน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กินได้ และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารลดลง นอกจากนี้ยังทำให้น้ำหนักไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

3. การใช้กากเรปซีด หรือกากทานตะวันระดับ 5-10% หรือ 5-15% ของสูตรอาหารตามช่วงการเจริญเติบโตของไก่เนื้อเพื่อใช้ทดแทนกากถั่วเหลือง ไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อสมรรถภาพการผลิตแต่อย่างใด แต่มีแนวโน้มทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของ Ca และ P ดีขึ้น

4. การเสริมเอนไซม์ไฟเตส 500-600 FTU/กก. (หรือเทียบเท่ากับ 100-120 ก./ตันอาหาร) ในการทดลองไก่เนื้อ โดยเฉพาะอาหารที่มีระดับของ aP ต่ำกว่าปกติ สามารถช่วยให้ไก่มีสมรรถภาพการผลิตดีขึ้นใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม โดยพบว่าไก่กินอาหารได้มากขึ้น ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราแลกน้ำหนักดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังทำให้มีการขับออกของ Ca และ P ลดลง เป็นผลให้ธาตุทั้งสองนี้สามารถใช้ประโยชน์ในตัวสัตว์ได้มากขึ้น อีกทั้งยังทำให้สิ่งขับถ่าย (มูลและปัสสาวะ) มีสภาพแห้งขึ้น ช่วยลดปัญหาด้านมลภาวะได้ ในกรณีของไก่ไข่การเสริมไฟเตส 300 FTU/กก. (หรือเทียบเท่ากับ 60 ก./ตันอาหาร) ไม่ช่วยให้สมรรถภาพการผลิตดีขึ้น นอกจากทำให้น้ำหนักตัวไก่เพิ่มขึ้น