

ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังในระดับที่แตกต่างกันในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตและระดับกลูตาไธโอนในไก่กระทง

Effects of Different Levels of Cassava Leaves on Production Performance and Blood Total Glutathione of Broilers

จีราภา เตียวสมบุญกิจ (Jeerapa Tiewsomboonkit)* อุทัย คันโธ (Uthai Kanto)**

สุกัญญา จิตตพรพงษ์ (Sukanya Juttupornpong)**

ดร. ชนินทร ติรวัตตนาวนิช (Dr. Chanin Tirawattanawanich)***

บทคัดย่อ

ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังในระดับที่แตกต่างกันในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและระดับกลูตาไธโอนในไก่กระทง โดยในการทดลองใช้ไก่กระทงเพศอายุ 1 วัน จำนวน 1,440 ตัว แบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วย 12 ซ้ำๆ ละ 15 ตัว โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) อาหารที่ใช้ทดลองเป็นสูตรอาหารไก่กระทงที่มีกากถั่วเหลืองและใบมันสำปะหลังแห้งเป็นแหล่งโปรตีน อาหารทดลองมี 4 สูตร ตามปริมาณใบมันสำปะหลังคือ 0, 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ผลจากการศึกษา พบว่าไก่ที่กินอาหารที่มีใบมันสำปะหลังในระดับที่แตกต่างกันในช่วงอายุ 0-3, 3-6 และ 0-6 สัปดาห์ มีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อตัว ลดลงตามระดับใบมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในทุกช่วงอายุ จากการศึกษาปริมาณกลูตาไธโอนในกระแสเลือดพบว่าไก่ที่กินอาหารที่มีระดับใบมันสำปะหลังในสูตรอาหาร 0 และ 3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกลูตาไธโอนในเลือดต่ำกว่าไก่ที่กินอาหารสูตรที่มีระดับใบมันสำปะหลัง 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งที่อายุ 21, 28 และ 35 วัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้ใบมันสำปะหลังในสูตรอาหารไก่กระทงมีผลทำให้การต้านอนุมูลอิสระของไก่กระทงเพิ่มมากขึ้น

* นักศึกษา มหบัณฑิตภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

** ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณจากกลกิเจ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

*** ภาควิชาสัตววิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

ABSTRACT

Effects of cassava leave meal supplementation at 0, 3, 5 and 7 % in broiler diet on performance and blood total glutathione level of broilers were investigated. A total of 1,440 day-old chicks were divided into 4 groups of 12 replications each. There were 15 animals in each replication. Each group of the animals was randomly fed one of those experimental diets for 42 days. Results of the study have shown that increasing level of cassava leave meal in the broiler diet significantly ($P<0.05$) decreased weight gained, feed intake and feed conversion ratio of the broilers at 0–3, 3–6 and 0–6 weeks of age which was probably due to the increase in crude fiber content of the diets. Increasing the levels of cassava leave meal in the broiler diet significantly ($P<0.05$) increased blood glutathione level of the broiler at 21, 28 and 35 days of age. Results of the study have indicated that cassava leave meal has antioxidant effects in broilers and may be potentially used as immune enhancer in animal production.

คำสำคัญ : ใบมันสำปะหลัง สมรรถภาพการผลิต กลูตาไธโอน

Key Words : Cassava leaves, Production performance, Glutathione

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ปัจจุบันได้มีการนำมันสำปะหลังมาใช้เป็นอาหารสัตว์มากขึ้น ในการปลูกมันสำปะหลังเพื่อใช้หัวมันแปรรูปเป็นอาหารสัตว์นั้นจะมีใบมันสำปะหลังเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เนื่องจากใบมันสำปะหลังมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงทั้งที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว นอกจากนี้ยังมีวิตามินต่างๆ บีตา-แคโรทีนและแซนโทฟิลล์อยู่ในปริมาณมาก จึงสามารถนำใบมันสำปะหลังมาใช้เป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ได้ อย่างไรก็ตาม ใบมันสำปะหลังไม่สามารถใช้ทดแทนวัตถุดิบแหล่งโปรตีนชนิดอื่นได้ทั้งหมดเพราะมีระดับเยื่อใยสูงมีการศึกษาถึงการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งเปรียบเทียบกับใบกระถินแห้งเป็นแหล่งสารให้สีในสูตรอาหารไก่ไข่ที่มีข้าวโพดและมันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานหลัก พบว่าแม่ไก่ที่กินอาหารสูตรที่ใช้ใบมันสำปะหลังมีสีของไข่แดงเข้มกว่าสูตรอาหารที่มีการใช้ใบกระถิน ทั้งนี้เนื่องจากใบมันสำปะหลังมีแคโรทีนและแซนโทฟิลล์ในปริมาณสูงกว่าใบกระถิน (วิภาสรีและคณะ, 2548) นอกจากนี้ยังพบว่าร่างกายจะ

ทำการเปลี่ยนสารไซยาไนด์เป็นสารไฮโอไซยาเนต ซึ่งสารไฮโอไซยาเนตนี้สามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในกระบวนการต้านอนุมูลอิสระให้เปลี่ยนเป็นน้ำ เป็นการช่วยกำจัดอนุมูลอิสระอีกทางหนึ่ง รวมทั้งการกระตุ้นการสังเคราะห์กลูตาไธโอนด้วย (Murry *et al.*, 1996; Mary *et al.*, 2001) ดังนั้นใบมันสำปะหลังจึงมีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นอกจากเป็นแหล่งให้โปรตีนและสารให้สีแล้ว ยังมีความเป็นไปได้ที่เป็นวัตถุดิบอาหารช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันโรคให้แก่สัตว์ได้อีกด้วย การศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้ใบมันสำปะหลังในระดับที่แตกต่างกันในสูตรอาหารไก่กระທးที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและระดับกลูตาไธโอนในเลือด เพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้ยาปฏิชีวนะและยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของใบมันสำปะหลังซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลัง

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ใช้ไก่กระທးแต่ละเพศอายุ 1 วัน จำนวน 1,440 ตัว แบ่งออกเป็น 2 ชุด ๆ ละ 720 ตัว

เพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิตและศึกษาปริมาณกลูตาไธโอน แต่ละชุดแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม การทดลอง แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วย 12 ซ้ำ ๆ ละ 15 ตัว โดยเลี้ยงในโรงเรือนเปิด ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1998) ทำการสุ่มไก่ทดลองแต่ละกลุ่มให้กินอาหารทดลองอัดเม็ดที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบอาหารหลักและมีการเสริมไบโอมันสำปะหลังแห้งระดับต่าง ๆ เพื่อเป็นแหล่งโปรตีน ดังนี้คือ (ตารางที่ 1, 2 และ 3)

- สูตรที่ 1 อาหารใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน
 สูตรที่ 2 อาหารใช้กากถั่วเหลืองร่วมกับไบโอมันสำปะหลังแห้ง 3% ในสูตรอาหาร
 สูตรที่ 3 อาหารใช้กากถั่วเหลืองร่วมกับไบโอมันสำปะหลังแห้ง 5% ในสูตรอาหาร
 สูตรที่ 4 อาหารใช้กากถั่วเหลืองร่วมกับไบโอมันสำปะหลังแห้ง 7% ในสูตรอาหาร

การบันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง

1. บันทึกข้อมูลตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึงวันที่ 42 ของการทดลอง โดยบันทึกปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของไก่แต่ละตัว น้ำหนักไก่ที่ตายและจำนวนไก่ที่ตายในระหว่างการทดลอง โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

= (น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มต้นการทดลอง) / จำนวนไก่ทั้งหมด

ปริมาณอาหารที่กินต่อตัว

= (ปริมาณอาหารที่ให้ - ปริมาณอาหารที่เหลือ) / จำนวนไก่ทั้งหมด

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว
 = ปริมาณอาหารที่กิน / น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

เปอร์เซ็นต์รอดชีวิต

= (จำนวนไก่ที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง x 100) / จำนวนไก่เมื่อเริ่มต้นการทดลอง

2. การศึกษาปริมาณกลูตาไธโอนรวมในกระแสเลือด (total blood glutathione) โดยการสุ่มไก่แต่ละ 1 ตัว เพื่อทำการเก็บเลือดปริมาตร 2 cc. เมื่อไก่อายุ 21 , 28 และ 35 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณกลูตาไธโอนรวม โดยใช้ชุดทดสอบ (glutathione assay kit)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

1. ผลการทดลองการใช้ไบโอมันสำปะหลังในระดับที่แตกต่างกัน ในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต

ผลจากการศึกษาพบว่าไก่ที่กินอาหารที่มีไบโอมันสำปะหลังในระดับที่แตกต่างกัน ในช่วงอายุ 0-3, 3-6 และ 0-6 สัปดาห์ มีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อตัว ลดลงตามระดับไบโอมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4)

ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าทั้งในช่วงอายุ 0-3, 3-6 และ 0-6 สัปดาห์ ไก่มีการกินอาหารเฉลี่ยต่อตัวต่อวันในปริมาณที่แตกต่างกันตามระดับของไบโอมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารโดยไก่ที่กินอาหารสูตรที่มีไบโอมันสำปะหลัง 0 และ 3% ในปริมาณที่มากกว่าอาหารสูตรที่มีไบโอมันสำปะหลัง 5 และ 7% ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของระดับไบโอมันสำปะหลังในสูตรอาหารส่งผลต่อปริมาณการกินอาหาร ที่ลดลงทั้งนี้เนื่องจากไบโอมันสำปะหลังมีระดับ

เยื่อใยสูงและมีลักษณะฟาม การเสริมไขมันสำปะหลังในระดับสูงขึ้น มีผลทำให้ระดับเยื่อใยในอาหารสูงมากขึ้นด้วย (ตารางที่ 1, 2 และ 3) โดยเยื่อใยนั้นจะมีการดูดน้ำในระหว่างที่อยู่ในทางเดินอาหารเข้าไปมาก ทำให้อาหารเคลื่อนที่เร็วการย่อยได้จึงต่ำลง อีกทั้งอาหารมีการพองตัวในทางเดินอาหารทำให้สัตว์รู้สึกอิ่มเร็ว และกินอาหารได้น้อยลง (อุทัย, 2529) ซึ่งปริมาณการกินอาหารที่ลดลงส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ด้อยลงอย่างต่อเนื่องเมื่อมีการเพิ่มระดับไขมันสำปะหลังในสูตรอาหาร โดยเฉพาะไก่กระทงเป็นสัตว์ที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว และต้องมีการกินอาหารในแต่ละวันในปริมาณมาก จึงมีความไวต่อความฟามและระดับเยื่อใยในอาหารมาก การเสริมไขมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารแม้ในระดับต่ำจึงส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงอย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับการทดลองของ Eruvbetine *et al.* (2003) ที่ใช้ cassava concentrate (หัวมันสำปะหลัง : ไขมันสำปะหลัง = 50:50) ในอาหารไก่กระทงในระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ผลการทดลองพบว่า cassava concentrate ที่ระดับ 30% ในสูตรอาหาร มีผลเสียต่อน้ำหนักตัว อาจเป็นเพราะมีเยื่อใยของไขมันสำปะหลังสูง ซึ่งอาจจะไปลดความสามารถในการย่อยอาหารและความสามารถในการใช้ประโยชน์ของสารอาหาร ส่วน cassava concentrate ที่ระดับ 10% ในสูตรอาหารให้ผลที่ดีกว่า cassava concentrate ที่ระดับ 20 และ 30% ในสูตรอาหาร

2. ผลการทดลองการใช้ไขมันสำปะหลังในระดับที่แตกต่างกันในสูตรอาหารต่อระดับกลูตาไธโอน

จากการศึกษาปริมาณกลูตาไธโอนในเม็ดเลือดแดงพบว่า ไก่ที่กินอาหารที่มีระดับไขมันสำปะหลังในสูตรอาหาร 0 และ 3% มีปริมาณกลูตาไธโอนในเลือดต่ำกว่าไก่ที่กินอาหารสูตรที่มีระดับไขมันสำปะหลัง 5 และ 7% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งในช่วงอายุ 21, 28 และ 35 วัน (ตารางที่ 5)

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณกลูตาไธโอนในเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้นตามระดับของไขมันสำปะหลังในสูตรอาหารและปริมาณการกินอาหาร โดยปริมาณกลูตาไธโอนในเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในไก่ที่กินสูตรอาหารเสริมไขมันสำปะหลังที่ระดับ 5% ในสูตรอาหาร ส่วนไก่ที่กินอาหารเสริมไขมันสำปะหลังที่ระดับ 7% ในสูตรอาหาร มีปริมาณกลูตาไธโอนน้อยกว่าไก่ที่กินสูตรอาหารเสริมไขมันสำปะหลังที่ระดับ 5% ในสูตรอาหารเล็กน้อยทั้งนี้อาจเนื่องจากมีปริมาณการกินอาหารที่ต่ำกว่านั่นเอง ปริมาณกลูตาไธโอนในกระแสเลือดที่เพิ่มขึ้นตามระดับไขมันสำปะหลัง อาจเนื่องมาจากสัตว์ได้รับกรดไฮโดรไซยานิค (HCN) ที่เหลืออยู่ในปริมาณเล็กน้อยในไขมันสำปะหลังแห้ง ซึ่ง HCN นี้เมื่อเข้าไปในร่างกายจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไธโอไซยาเนต (thiocyanate) เพื่อลดความเป็นพิษของ HCN แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นสารที่ช่วยกำจัดอนุมูลอิสระต่างๆ โดยไธโอไซยาเนตจะกำจัดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้เปลี่ยนเป็นน้ำและสารไฮโปไธโอไซยาเนต ในขณะเดียวกันร่างกายจะกระตุ้นการสังเคราะห์กลูตาไธโอนเพิ่มขึ้นเพื่อช่วยเปลี่ยนสารไฮโปไธโอไซยาเนตกลับไปเป็น substrate เพื่อยับยั้งไม่ให้เกิดปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อีกครั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องและเกิดอนุมูลอิสระขึ้นอีก (Murry *et al.*, 1996; Mary *et al.*, 2001) การมีปริมาณไธโอไซยาเนตเพิ่มมากขึ้น จึงเป็นการกระตุ้นการสังเคราะห์กลูตาไธโอนมากขึ้นด้วย นอกจากนี้กลูตาไธโอนประกอบขึ้นจากกรดอะมิโน 3 ชนิด คือ glutamic acid, glycine และ cysteine (Kidd, 2006) และพบว่าในไขมันสำปะหลังมีปริมาณกรดอะมิโน glutamic acid และ glycine ซึ่งเป็นองค์ประกอบของกลูตาไธโอนในปริมาณค่อนข้างสูง (Fasuyi and Aletor, 2005) ไขมันสำปะหลังยังมีสารต้านอนุมูลอิสระอื่นๆ เช่น ไวตามินซีและบีต้าแคโรทีน เป็นต้น อยู่ในระดับสูงซึ่งมีผลช่วยเสริมให้สัตว์มีสุขภาพดีขึ้นอีกด้วยเช่นกัน (นวลจันทร์ และ

คณะ, 2548) วิภาสิริ และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาการใช้ไขมันสำปะหลังทดแทนใบกระถินในอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงในโรงเรือนเปิดและกำลังมีการระบาดของโรคไขหวัดนก และพบว่า ไก่ไข่ที่กินสูตรอาหารไขมันสำปะหลังมีเปอร์เซ็นต์การใช้ดีกว่า ($P < 0.05$) และมีอัตราการตายต่ำกว่าไก่ไข่ที่กินสูตรอาหารเสริมใบกระถิน ทั้งนี้ อาจเนื่องจากผลของระดับกลูตาไธโอนในกระแสเลือดที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง แต่ในการศึกษาครั้งนี้การเพิ่มขึ้นของระดับกลูตาไธโอนในกระแสเลือดไก่ที่กินอาหารเสริมไขมันสำปะหลังมิได้ช่วยทำให้อัตรารอดชีวิตของไก่เพิ่มขึ้นมาก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากไก่ที่ทำการศึกษามีได้รับการกระตุ้นเพื่อให้เกิดอนุมูลอิสระ จึงทำให้เกิดกิจกรรมสารต่อต้านอนุมูลอิสระแสดงออกไม่เด่นชัด

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการใช้ไขมันสำปะหลังในระดับ 0, 3, 5 และ 7 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและระดับกลูตาไธโอนในไก่กระหวพบว่า การเพิ่มระดับไขมันสำปะหลังในสูตรอาหารมีผลทำให้ไก่มีปริมาณการกินอาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ลดลงตามระดับไขมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่การเพิ่มระดับไขมันสำปะหลังในสูตรอาหารมีผลทำให้ปริมาณกลูตาไธโอนในเม็ดเลือดแดงของไก่ในทุกช่วงอายุเพิ่มขึ้นตามระดับของไขมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยไก่กระหวที่กินอาหารที่มีไขมันสำปะหลังในปริมาณที่สูงขึ้นมีปริมาณกลูตาไธโอนเม็ดเลือดสูงขึ้นด้วย ซึ่งสูงที่สุดในไก่ที่กินไขมันสำปะหลัง 5% ในสูตรอาหาร และลดลงในไก่ที่กินไขมันสำปะหลัง 7% ในสูตรอาหารเนื่องจากไก่มีปริมาณการกินอาหารต่ำที่สุด ดังนั้นการเพิ่มระดับของไขมันสำปะหลังในสูตรอาหารแม้จะส่งผลให้ไก่มีปริมาณการกินอาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยน

อาหารเป็นน้ำหนักตัวแย่งลง แต่ส่งผลให้ปริมาณกลูตาไธโอนในเม็ดเลือดเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณอาหารที่กิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ผู้สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- นวลจันทร์ พารักษา, ทวีศักดิ์ ส่งเสริม และ สินชัย พารักษา. 2548. การวัดพฤติกรรมการต้านออกซิเดชั่น, น. 20-24. ใน นวลจันทร์ พารักษา และ สิริจันทร์พร สินธุณิข, บรรณาธิการ. คู่มือการวิจัย 3 การทดสอบฤทธิ์ของสมุนไพรในสัตว์ปีกและสุกร. โรงพิมพ์เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.
- วิภาสิริ เสถียรตานันท์, อุทัย คันโธ, สุกัญญา จิตตพรพงษ์ และ อรุณี อิงคากุล. 2548. การใช้มันเส้นและไขมันสำปะหลังในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพ และปริมาณโปรตีนในไข่ไก่. ใน เรื่องเติมการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 43 สาขาสัตว สัตวแพทย์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อุทัย คันโธ. 2529. อาหาร และการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
- Eruvbetine, D., I.D. Tajudeen, A.T. Adeosun and A.A. Olojede. 2003. Cassava (*Manihot esculenta*) leaf and tuber concentrate in diets for broiler chickens. Bior. Tech. 86(3): 277-281.

- Fasuyi, A. O. and V. A. Aletor. 2005. Varietal composition and functional properties of cassava (*Manihot esculenta*, Cranz) leaf meal and leaf protein concentrates. Paki. J. Nutr. 4(1): 43–49.
- Kidd, P. M. 2006. Glutathione: Systemic Protectant Against Oxidative and Free Radical Damage. Available Source: <http://www.dockidd.com/pdf/kiddGSHAMRpdf#search=%22glutathione%20and%20lymphocyte%22>. August, 27, 2006.
- Mary, A., D. Troy, A.R. Vikram, B. Leo, H.M. Kevin, C. M. Jennifer, L.H. Stanley and S. Arne. 2001. Eosinophil peroxidase oxidation of thiocyanate. J. Biol. Chem. 276: 215–224.
- Murry, R.K., D.K. Granner, P.A. Mayers and V. W. Rodwell. 1996. Harper's Biochemistry. 24th ed., Practice Hall International, London.
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirement of Poultry. 9th ed., Revised BC. National Academy Press, Washington, D.C.
- SAS. 1998. SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute Inc., North Carolina.

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบในสูตรอาหารไก่กระทองอายุ 0-19 วัน

วัตถุดิบ	ปริมาณไขมันสำปะหลังแห้งที่ใช้ (%)			
	0	3	5	7
ข้าวโพด	48.65	46.77	45.38	44.03
กากถั่วเหลือง	42.75	41.23	40.62	39.78
ไขมันสำปะหลังแห้ง	0.00	3.00	5.00	7.00
น้ำมันรำ	4.00	4.40	4.50	4.70
เปลือกหอย	1.60	1.50	1.50	1.50
โมโนแคลเซียมฟอสเฟต	1.70	1.70	1.70	1.70
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.30	0.40	0.30	0.30
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100	100	100	100
องค์ประกอบทางโภชนาะโดยการคำนวณ (%)				
โปรตีน	23.00	23.00	23.00	23.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้	3,199.18	3,203.08	3,197.82	3,195.89
แคลเซียม	1.03	1.02	1.04	1.06
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.51	0.51	0.51	0.50
เยื่อใย	4.21	4.84	5.28	5.70
ไลซีน	1.29	1.30	1.32	1.33
เมทไธโอนีน+ซิสทีน	1.03	1.11	1.00	0.99
ทริปโตเฟน	0.30	0.29	0.29	0.29
ทรีโอนีน	0.89	0.91	0.93	0.94

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบในสูตรอาหารไก่กระต่ายอายุ 20 - 35 วัน

วัตถุดิบ	ปริมาณไขมันสำปะหลังแห้งที่ใช้ (%)			
	0	3	5	7
ข้าวโพด	58.48	56.05	54.69	53.46
กากถั่วเหลือง	33.92	32.95	32.11	31.24
ไขมันสำปะหลังแห้ง	0.00	3.00	5.00	7.00
น้ำมันรำ	3.00	3.50	3.70	3.80
เปลือกหอย	1.50	1.50	1.50	1.50
โมโนแคลเซียมฟอสเฟต	1.70	1.70	1.70	1.70
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.40	0.30	0.30	0.30
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100	100	100	100
องค์ประกอบทางโภชนาการโดยการคำนวณ (%)				
โปรตีน	20.00	20.00	20.00	20.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้	3,193.00	3,202.71	3,200.77	3,193.52
แคลเซียม	0.97	1.00	1.02	1.04
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.50	0.50	0.50	0.50
เยื่อใย	3.84	4.49	4.91	5.34
ไลซีน	1.07	1.10	1.11	1.12
เมทไธโอนีน+ซิสทีน	1.05	0.94	0.93	0.92
ทริปโตเฟน	0.25	0.25	0.25	0.25
ทรีโอนีน	0.77	0.80	0.81	0.82

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบในสูตรอาหารไก่กระทองอายุ 36 - 42 วัน

วัตถุดิบ	ปริมาณไขมันสำหรับหลังแห้งที่ใช้ (%)			
	0	3	5	7
ข้าวโพด	64.16	62.21	61.10	59.63
กากถั่วเหลือง	28.34	27.29	26.40	25.58
ไขมันสำหรับหลังแห้ง	0.00	3.00	5.00	7.00
น้ำมันรำ	2.70	3.00	3.00	3.30
เปลือกหอย	1.70	1.50	1.50	1.50
โมโนแคลเซียมฟอสเฟต	1.70	1.70	1.70	1.70
ดีแอล-เมทไธโอนีน	0.40	0.30	0.30	0.30
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100	100	100	100
องค์ประกอบทางโภชนาการโดยการคำนวณ (%)				
โปรตีน	18.00	18.00	18.00	18.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้	3,200.37	3,206.44	3,193.89	3,197.26
แคลเซียม	1.03	0.99	1.01	1.03
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.49	0.49	0.49	0.49
เยื่อใย	3.59	4.25	4.68	5.10
ไลซีน	0.93	0.96	0.97	0.98
เมทไธโอนีน+ซิสทีน	1.00	0.89	0.88	0.87
ทริปโตเฟน	0.22	0.23	0.23	0.22
ทรีโอนีน	0.69	0.72	0.73	0.75

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและเปอร์เซ็นต์การเลี้ยงรอดของไก่อายุ 0-6 สัปดาห์

ช่วงอายุ (สัปดาห์)	กลุ่มทดลอง	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	ประสิทธิภาพ การเปลี่ยนอาหาร	การเลี้ยงรอด (%)
0-3	1	57.01 ^a ±0.34	867.09 ^a ±3.98	1.38 ^c ±0.005	99.44±0.55
	2	57.45 ^a ±0.25	859.00 ^a ±5.09	1.40 ^{bc} ±0.014	96.11±1.29
	3	55.49 ^b ±0.23	824.46 ^b ±3.98	1.42 ^{ab} ±0.004	98.89±0.75
	4	51.98 ^c ±0.27	761.13 ^c ±5.36	1.44 ^a ±0.011	98.33±1.19
3-6	1	155.82 ^a ±0.26	1501.55 ^a ±2.63	2.18 ^b ±0.004	95.55±1.25
	2	156.15 ^a ±0.22	1454.81 ^b ±8.31	2.25 ^a ±0.014	98.81±0.80
	3	152.06 ^b ±0.57	1402.91 ^c ±8.19	2.28 ^a ±0.011	96.59±1.03
	4	149.58 ^c ±0.26	1377.89 ^d ±2.45	2.28 ^a ±0.002	98.33±0.87
0-6	1	106.41 ^a ±0.32	2368.64 ^a ±4.95	1.88 ^d ±0.003	95.00±1.19
	2	106.80 ^a ±0.33	2313.81 ^b ±11.93	1.94 ^c ±0.011	95.00±1.67
	3	103.78 ^b ±0.29	2227.37 ^c ±9.18	1.96 ^b ±0.006	95.00±1.45
	4	100.78 ^c ±0.30	2139.03 ^d ±6.91	1.98 ^a ±0.005	96.11±1.29

a, b, c, d อักษรแตกต่างกันที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแถวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05), ± Standard error

ตารางที่ 5 ปริมาณกลูตาไธโอนในเม็ดเลือดแดงของไก่กระต่ายอายุ 21, 28 และ 35 วัน (μM)

กลุ่มทดลอง	21 วัน	28 วัน	35 วัน
1	436.60 ^b ±9.28	770.43 ^b ±8.06	606.41 ^b ±13.18
2	456.82 ^b ±9.84	789.96 ^b ±5.75	626.13 ^b ±9.32
3	546.03 ^a ±10.59	826.22 ^a ±10.54	692.86 ^a ±9.39
4	544.42 ^a ±9.16	814.61 ^a ±6.73	686.50 ^a ±5.79

^{a, b} อักษรแตกต่างกันที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแถวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$), $\pm$ Standard error