



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการผลการใช้หญ้าปักกิ่งในอาหารสัตว์ที่มีต่อภูมิคุ้มโรค
คุณลักษณะ และคุณภาพไข่ของนากระทา

โดย

อุษา เชษฐานนท์ และคณะ

28 พฤศจิกายน 2546

สัญญาเลขที่ HERB22130/2545

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการผลการใช้หญ้าปักกิ่งในอาหารสัตว์ที่มีต่อภูมิคุ้มโรค
คุณลักษณะ และคุณภาพไข่ของนกกกระทา

คณะผู้วิจัย

1. นางสาว อุษา เชษฐานนท์
2. นาย สุธา วัฒนสิทธิ์

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
ชุดโครงการการใช้ประโยชน์ของสมุนไพรในสัตว์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.นงพร โตวัฒน์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการวิเคราะห์ค่าทางชีวเคมี, สพ.ญ.ช้องมาศ อันตรเสนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการตรวจค่า ND-HI titers และรองศาสตราจารย์เสาวนิต คูประเสริฐที่กรุณาตรวจแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีเนื้อหาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำฟาร์มภาควิทยาศาสตร์ และนักศึกษาวิชาปัญหาพิเศษ ปีการศึกษา 2544 และ 2545 ดังมีรายนามดังต่อไปนี้

น.ส. จุฑารัตน์ พรหมพฤกษ์

นายศุภชัย อ่อนสุวรรณ

น.ส. จิราณี คชภูมิ

น.ส. รุณิดา วิโรจน์กุล

น.ส. สันทนต์สิริ เจริญทอง

น.ส. ตกวรรณ สุขศรีแดง

น.ส. นิธิมา ขวัญอยู่

น.ส. สุมาลี รัตนพันธุ์

น.ส. วิภา ทองดีเพ็ง

นายชูเกียรติ สุขแก้ว

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาการใช้หญ้าปักกิ่ง (*Murdannia loriformis*) เป็นส่วนผสมของอาหารเลี้ยงนกกกระหาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดสมรรถนะการให้ผลผลิต การกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันแบบที่อาศัยแอนติบอดี และผลต่อการสะสมของระดับโคเลสเตอรอลในไข่ ซึ่งได้แบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของหญ้าปักกิ่งและวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาเพื่อนำมาคำนวณประกอบสูตรอาหารสัตว์ 2) ศึกษาสมรรถนะการเจริญเติบโตในนกอายุ 0-6 สัปดาห์ และ 3) ศึกษาสมรรถนะและคุณภาพผลผลิตไข่ในนกอายุ 7-12 สัปดาห์

การศึกษาระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมพบว่า หญ้าปักกิ่งควรเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก ซึ่งในการประกอบสูตรอาหารได้ใช้ค่าองค์ประกอบทางโภชนาดังนี้ 92.4%, 16.0%, 2.0%, 20.0%, 26.0% และ 26.0% ตามลำดับ

การศึกษาศมรรถนะการเจริญเติบโตได้ทำการทดลองในนกกกระหาพันธุ์ญี่ปุ่นอายุ 1 วัน ซึ่งไม่มีประวัติการทำวัคซีนใดๆ ในฝูงมาก่อน จำนวน 708 ตัว โดยแบ่งเป็น 6 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 4 ซ้ำๆ ละ 27-31 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดดังนี้ คือ กลุ่มที่ 1 ไม่ทำวัคซีนและให้อาหารสูตรควบคุม, กลุ่มที่ 2 ทำวัคซีนและให้อาหารสูตรควบคุม กลุ่มที่ 3, ให้วัคซีนและให้หญ้าปักกิ่งผสมในอาหาร 3%, กลุ่มที่ 4 ให้วัคซีนและให้หญ้าปักกิ่งผสมในอาหาร 6%, กลุ่มที่ 5 ให้วัคซีนและให้หญ้าปักกิ่งผสมในอาหาร 9% และกลุ่มที่ 6 ให้วัคซีนและให้น้ำคั้นหญ้าปักกิ่ง 10% (น้ำหนัก/ ปริมาตร) โปรแกรมวัคซีนที่ให้มีดังนี้ คือ ให้วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลร่วมกับหลอดลมอักเสบติดต่อกันเมื่ออายุได้ 1 สัปดาห์ และให้วัคซีนป้องกันโรคฝีดาษเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ แล้วทำการสุ่มเจาะเลือดนกประมาณ 25% ของแต่ละกลุ่มเพื่อทำการตรวจวัดระดับเม็ดเลือดแดงอัดแน่น, ปริมาณแกมมาโกลบูลินและระดับภูมิคุ้มต่อโรคนิวคาสเซิล หลังจากนั้นได้ทำการตรวจสอบคุณภาพซากในนกเพศผู้อายุ 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าหญ้าปักกิ่งสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงนกกกระหาได้ในระดับสูงสุด 6% โดยไม่ก่อให้เกิดอาการผิดปกติ แต่การใช้หญ้าปักกิ่งในระดับ 3% จะทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มต่างๆ ที่ใช้หญ้าปักกิ่ง แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของระดับเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ระดับแกมมาโกลบูลิน และไม่มีผลต่อระดับภูมิคุ้มโรคนิวคาสเซิลในระดับที่สามารถให้ความคุ้มโรคได้ ส่วนการตรวจคุณภาพซากพบว่าเมื่อให้หญ้าปักกิ่งผสมอาหารในเปอร์เซ็นต์ที่สูงขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในช่องท้องลดลงอย่างเห็นได้ชัด ($P=0.001$)

การศึกษาศมรรถนะการให้ไข่ได้ทำการทดลองในนกกกระหาเพศเมียอายุ 7 สัปดาห์ ที่เลี้ยงต่อจากการศึกษาในกระยะเจริญเติบโตและยังคงให้นกทั้งหมดอยู่ในกลุ่มเดิม จำนวน 708 ตัว โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 4 ซ้ำๆ ละ 12-14 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดดังนี้ คือ กลุ่มที่ 1 ไม่ทำวัคซีนและให้อาหารสูตรควบคุม, กลุ่มที่ 2 ทำวัคซีนและให้อาหารสูตรควบคุม กลุ่มที่ 3 ให้วัคซีนและให้หญ้าปักกิ่งผสมในอาหาร 3%, กลุ่มที่ 4 ให้วัคซีนและให้หญ้าปักกิ่งผสมในอาหาร 6%, กลุ่มที่ 5 ให้วัคซีนและให้น้ำคั้นหญ้าปักกิ่ง 10% (น้ำหนัก/ ปริมาตร) ทำการให้วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลกระตุ้นซ้ำ เมื่ออายุได้ 7 สัปดาห์

แล้วทำการสุ่มเจาะเลือดนกประมาณ 25% ของแต่ละกลุ่มเพื่อทำการตรวจวัดระดับเม็ดเลือดแดงอัดแน่น, ปริมาณแกมมาโกลบูลินและระดับภูมิคุ้มต่อโรคนิวคาสเซิล และทำการวิเคราะห์ระดับโคเลสเตอรอลในไข่โดยใช้วิธี Enzymatic หลังจากนั้นได้ทำการตรวจสอบคุณภาพซากในนกที่เหลืทั้งหมดเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าหญ้าปักกิ่งสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงนกกระทาได้ในระดับสูงสุด 6% โดยไม่ก่อให้เกิดอาการผิดปกติ แต่การใช้หญ้าปักกิ่งในระดับ 3% จะทำให้นกให้ผลผลิตไข่ได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มต่างๆ ที่ใช้หญ้าปักกิ่ง แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P > 0.05$) นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างของระดับเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและปริมาณแกมมาโกลบูลินแต่พบว่าระดับภูมิคุ้มโรคนิวคาสเซิลในกลุ่มที่ใช้หญ้าปักกิ่งผสมอาหารในระดับ 3% สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างชัดเจน ($2.33 \log_2 \pm 1.97$) แม้จะยังไม่ถึงระดับที่สามารถป้องกันโรคได้ การตรวจคุณภาพซากพบว่าเมื่อให้หญ้าปักกิ่งผสมอาหารในเปอร์เซ็นต์ที่สูงขึ้นจะยังทำให้เปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในช่องท้องลดลงอย่างเห็นได้ชัด ($P=0.000$) ส่วนผลของหญ้าปักกิ่งต่อปริมาณโคเลสเตอรอลในไข่ยังไม่สามารถสรุปได้

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้หญ้าปักกิ่งในการเลี้ยงสัตว์ยังมีความเป็นไปได้สูง เนื่องจากปลูกง่าย หญ้าปักกิ่งมีผลต่อการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันแบบที่อาศัยแอนติบอดีได้ในระดับหนึ่ง และมีผลลดปริมาณไขมันในช่องท้อง ซึ่งระดับที่เหมาะสมใช้เป็นส่วนผสมในอาหารโดยมีผลดีต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต การผลิตไข่ และการกระตุ้นภูมิคุ้มโรคคือ 3% และในการศึกษาผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในนกกระทา ควรมีข้อมูลโปรแกรมการทำวัคซีนที่เหมาะสมมาก่อน เพื่อจะได้เห็นผลที่ชัดเจนขึ้น

คำสำคัญ: หญ้าปักกิ่ง, นกกระทา, สมรรถนะการเจริญเติบโต, สมรรถนะการให้ไข่, คุณภาพไข่, สารกระตุ้นภูมิคุ้มโรค

Abstract

The effects of Yaa Bejing (*Murdannia loriformis*) as feed stuff were investigated in quails on performances, humoral immunity and egg cholesterol. We divided this study into three parts, namely 1) to assess optimum harvest time and determine nutritional composition of the grass for feed formulation, 2) to investigate performances in growing quails (aged 0-6 weeks) and 3) to investigate performances in laying quails (aged 7-12 weeks).

For optimum harvest time, Yaa Beijing should be collected 3 months after planted and proximate analysis was used to analyze nutritional composition. For feed formulation we used nutritional composition of the grass as follows: 92.4%, 16.0%, 2.0%, 20.0%, 26.0% and 26.0%, respectively.

The performances in growing quails were studied using 708 1-day-old quails (Corturnix type) which had no vaccination program. The animals were experimented using completely randomized design and were divided into 6 treatments consisted of 4 replications with 27-31 heads each. The treatments were assigned as follows: Treatment 1 (T1) no vaccination and no grass, Treatment 2 (T2) vaccination and no grass, Treatment 3 (T3) vaccination and 3% grass, Treatment 4 (T4) vaccination and 6% grass, Treatment 5 (T5) vaccination and 9% grass and Treatment 6 (T6) vaccination and 10% grass juice (w/v). Vaccination program by 1) Newcastle disease + Infectious Bronchitis and 2) Pox were given at 1 and 3 weeks. Approximately 25% of quails were bled for determination of packed cell volume, gamma globulin levels and ND-HI titers. All male quails were put to sleep at 6 weeks. The results showed that Yaa Beijing as feed stuff could be used as high as 6% without abnormal signs. It was noticed that 3% Yaa Beijing tended to yield best performances among Yaa Beijing formulated groups (T3-T5) and Yaa Beijing juice group (T6) but no differences from control group. ($P>0.05$). There were no differences in packed cell volume, gamma globulin level and ND-HI titers did not reach protection level. For carcass quality, there was a dose-related reduction of abdominal fat ($P=0.001$).

The performances in laying quails were studied using 244 7-week-old female quails which were left from growing period and remained in the same treatments. The animals were experimented using completely randomized design and were divided into 5 treatments consisted of 4 replications with 12-14 heads each. The treatments were assigned as follows: Treatment 1 (T1) no vaccination and no grass, Treatment 2 (T2) vaccination and no grass,

Treatment 3 (T3) vaccination and 3% grass, Treatment 4 (T4) vaccination and 6% grass, Treatment 5 (T5) vaccination and 10% grass juice (w/v). These animals were boosted with Newcastle disease vaccine at 7 weeks. Approximately 25% of quails were bled for determination of packed cell volume, gamma globulin levels and ND-HI titers. Egg cholesterol was determined using enzymatic method. All quails were put to sleep at 12 weeks. We found that Yaa Beijing could be used as high as 6% as feed stuff without abnormal signs. It was noticed that 3% Yaa Beijing tended to yield best performances among Yaa Beijing formulated groups (T3 and T4) and Yaa Beijing juiced group (T5) but no differences from control group ($P>0.05$). There were no differences in packed cell volume and gamma globulin level. ND-HI titers of T3 were higher than other groups ($2.33 \log_2 \pm 1.97$) but did not reach protection level. For carcass quality, there was a dose-related reduction of abdominal fat ($P=0.000$). No conclusion was made for egg cholesterol level.

These studies showed the feasibility to use Yaa Beijing in animal feed because it was an easily growing plant. In terms of immunomodulator, it had some effects on stimulating humoral immunity. This grass also had a distinctive effect on reducing abdominal fat. We suggested 3% Yaa Beijing in feed stuff for the optimum use on growing and egg performances as well as immunomodulator. For determining the effect on ND HI-titers in quails, appropriate vaccination program should be performed as well.

Keywords: Beijing grass, *Murdannia loriformis*, quail, growing performance, egg performance, egg quality, immunomodulator

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทนำ	1
อุปกรณ์และวิธีการ	2
ผลการทดลอง	7
วิจารณ์	19
สรุปผลการทดลอง	24
เอกสารอ้างอิง	29

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 องค์ประกอบของโภชนาต่างๆ ในหญ้าปักกิ่งที่ระยะการเก็บเกี่ยวต่างๆ บนฐานของอาหารแห้งมีความชื้น (Air -dry basis)	7
ตารางที่ 2 องค์ประกอบของโภชนาต่างๆ ในหญ้าปักกิ่งที่ระยะการเก็บเกี่ยวต่างๆ บนฐานของอาหารแห้งไม่มีความชื้น (Dry matter basis)	8
ตารางที่ 3 ปริมาณอาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารของนกกะทาทดลองที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุแรกเกิด - 3 สัปดาห์	9
ตารางที่ 4 ปริมาณอาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารของนกกะทาทดลองที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 3 - 6 สัปดาห์	9
ตารางที่ 5 ปริมาณอาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารของนกกะทาทดลองที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุแรกเกิด - 6 สัปดาห์	10
ตารางที่ 6 ค่า uniformity ของนกกะทาทที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ	10
ตารางที่ 7 อัตราการตายและจำนวนนกหลังสิ้นสุดการศึกษานกกระยะเจริญเติบโต (0-6 สัปดาห์)	11
ตารางที่ 8 ผลการตรวจวัดค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Packed cell volume: PCV)	12
ตารางที่ 9 ระดับภูมิคุ้มโรควัดจาก Gamma globulin และ ND-HI titers	12
ตารางที่ 10 ผลการตรวจคุณภาพซากของนกเพศผู้ อายุ 6 สัปดาห์ (45 วัน)	14
ตารางที่ 11 สมรรถนะการผลิตไข่ในนกกะทายุ 7-12 สัปดาห์	15
ตารางที่ 12 คุณภาพไข่เมื่อนกกะทายุ 8 สัปดาห์ (ครั้งที่ 1) และ 10 สัปดาห์ (ครั้งที่ 2)	16
ตารางที่ 13 ผลการตรวจวัดค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Packed cell volume; PCV) เปรียบเทียบระหว่างนกกระยะเจริญเติบโต (อายุ 3 สัปดาห์) และนกกระยะให้ไข่ (อายุ 9 สัปดาห์)	17
ตารางที่ 14 ระดับภูมิคุ้มโรควัดจาก Gamma globulin และ ND-HI titers เปรียบเทียบระหว่างนกกระยะเจริญเติบโต (อายุ 5 สัปดาห์) และนกกระยะให้ไข่ (อายุ 9 สัปดาห์)	18
ตารางที่ 15 ระดับโคเลสเตอรอลในไข่	18
ตารางที่ 16 ผลการตรวจคุณภาพซากของนกเพศเมีย อายุ 15 สัปดาห์ (100 วัน)	19
ตารางที่ 17 ส่วนประกอบของสูตรอาหารนกกะทาทดลอง 0-3 สัปดาห์	26
ตารางที่ 18 ส่วนประกอบของสูตรอาหารนกกะทาทดลอง 3-6 สัปดาห์	27
ตารางที่ 19 สูตรอาหารนกกะทาใช้ช่วง 7-12 สัปดาห์	28

บทนำ

ในปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ปีกในประเทศไทยได้มีผู้สนใจและได้รับการส่งเสริมให้เป็นอาชีพอย่างกว้างขวางขึ้น การเลี้ยงสัตว์ปีกบางชนิดมีการพัฒนาถึงระดับที่เป็นประเทศผู้ส่งออกระดับโลก เช่น ไก่เนื้อ นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ปีกชนิดอื่น เช่น ไก่พื้นเมือง ไก่ชน นกกระทา นกกระจอกเทศ เป็นต้น ปัญหาที่พบเสมอในการผลิตสัตว์ปีกคือโรคที่เกิดจากการติดเชื้อ โดยเฉพาะจากเชื้อไวรัส ซึ่งไม่มียาเฉพาะที่ใช้รักษาในสัตว์ บางโรคอาจทำให้เกิดเนื้อกร่วมด้วย หรือบางโรคอาจจะทำให้เกิดการก่อกวนการสร้างภูมิคุ้มโรคตามมา นอกจากนี้การได้รับสารพิษจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหารสัตว์ เช่น สารพิษแอฟลาท็อกซินจะมีผลต่อการสร้างภูมิคุ้มโรคด้วยเช่นกัน ผลกระทบที่ตามมาคือสัตว์จะไวต่อการติดเชื้ออื่นแทรกซ้อน และลดประสิทธิภาพของการทำวัคซีนลง ซึ่งในภาคใต้จะพบปัญหานี้มากเนื่องจากสภาวะอากาศชื้นฝนตกชุก จึงจำเป็นต้องเฝ้าระวังและหาทางแก้ไข โดยหาทางที่จะทำให้สัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตดีในขณะที่มีความแข็งแรงทนทานต่อโรคและการใช้สมุนไพรก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าจะมีการทดลองนำมาใช้เนื่องจากสามารถผลิตได้เองในประเทศ และเป็นการแก้ปัญหาการใช้ยาซึ่งก่อให้เกิดภาวะการดื้อยาและสารตกค้างในผลิตภัณฑ์สัตว์

หญ้านกกระจอก หรือหญ้านกเขา มีชื่อเป็นภาษาจีนว่าเล้งจือเช่า มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Angel Grass มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Murdannia loriformis* (Hassk.) Rolla Rao et Kammathy อยู่ในวงศ์ Commelinaceae จัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว หากดูลักษณะภายนอกแล้วคล้ายกับหญ้าม้าเล่แต่มีขนาดลำต้นและใบใหญ่กว่าหญ้านกกระจอกมีต้นสูงประมาณ 7-10 เซนติเมตร ลักษณะใบที่โคนกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อที่ยอด รวมกันเป็นกระจุกแน่น กลีบดอกสีฟ้าหรือม่วงอ่อน หญ้านี้มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนแถบสิบสองปันนามีการนำเข้า และปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย เป็นพืชที่ชอบดินร่วนหรือดินปนทราย งามในที่มีแดดรำไร ไม่ต้องการน้ำมาก วิธีการปลูกให้น้ำต้นเล็กที่มีราก (ไหล) มาปลูกหรืออาจจะใช้เมล็ดแต่ไม่นิยม หญ้านกกระจอกเป็นพืชที่ปลูกง่าย สามารถปลูกเป็นพืชคลุมดินได้ต้นไม่ใหญ่ ปลูกในกระถางหรือกระถาง หรือปลูกได้รั้วผักสวนครัวที่มีแดดส่องถึงบ้าง ในระยะเวลาประมาณ 10-20 ปี ที่ผ่านมา ได้มีการนำหญ้านกกระจอกมาใช้อย่างแพร่หลายโดยนำมาใช้รักษาโรคในคน เช่น ช่วยรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง ช่วยลดอาการข้างเคียงจากการฉายแสง และทำให้มีชีวิตยืนยาวขึ้น นอกจากนี้ยังมีผู้ป่วยอีกจำนวนมากที่ให้การยอมรับว่าสามารถใช้รักษาโรคอื่นๆ ได้ผล เช่น โรคเส้นเลือดหัวใจตีบ โรคเบาหวาน และโรคความดันโลหิตสูง (อ้างโดยวิภา, 2542; เจือ, 2543) การศึกษาด้านเภสัชวิทยินิจฉัยและองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของหญ้านกกระจอกพบว่ามีสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน กลัยโคไซด์ ฟลาโวนอยด์และอะกลัยโคนและมีแคลเซียมออกซาเลต เกลิออนินทรีย์ของโซเดียมและโปตัสเซียมประมาณ 0.1% (วิภา, 2542) การศึกษา activity ในหลอดทดลองและในสัตว์ทดลองพบว่า สารสกัดชนิดไกลโคสฟิงโกลิปิดออกฤทธิ์ cytotoxic ต่อเซลล์มะเร็งได้หลายชนิด (Jiratchariyakul et al., 2541) , สารสกัดยับยั้งในตัวทำลายหลายชนิด สามารถออกฤทธิ์ antimutagen (Vinitketkumnuen et al., 1996 and Intiyot et al., 2002), antioxidant (Wirachwong et al., 2000), toxin binder (วิริยาและคณะ, 2537 ; ชีระและคณะ, 2541 และ เยาวเรศและคณะ, 2542) และกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มโรค

(Punturee et al., 2000) ส่วนการทดสอบความเป็นพิษแบบเรื้อรัง ไม่พบความผิดปกติจากการให้น้ำคั้นหญ้าปักกิ่งสดในหนู ขนาด 5 เท่าของขนาดที่ให้นก เป็นเวลา 3 เดือน (พิมลวรรณ และคณะ, 2534) จึงน่าจะมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ปีกเพื่อกระตุ้นระบบการสร้างภูมิคุ้มโรคทำให้ประสิทธิภาพการทำวัคซีนและความต้านทานโรคดีขึ้น ดังนั้นการศึกษากครั้งนี้จึงเลือกใช้นกกระทาเป็นตัวแทนของสัตว์ปีกเนื่องจากวงจรชีวิตสั้น และสามารถศึกษาได้ทั้งระยะเจริญเติบโตและระยะไข่ เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ในสัตว์ปีกที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจชนิดอื่นๆ

วัตถุประสงค์ของการศึกษากครั้งนี้เพื่อ

1. ศึกษาระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของหญ้าปักกิ่งและวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการเพื่อนำมาคำนวณในการประกอบสูตรอาหาร
2. เพื่อศึกษาผลการนำหญ้าปักกิ่งผสมในอาหารเลี้ยงนกกระทาใน 2 ช่วงการเจริญเติบโตคือ ระยะการเจริญเติบโต (นกอายุ 0-6 สัปดาห์) และระยะให้ไข่ (นกอายุ 7-12 สัปดาห์) โดยวัดอัตราการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตของนกกระทา คุณภาพซาก และวัดการตอบสนองต่อการสร้างภูมิคุ้มโรค (humoral immunity) พร้อมทั้งศึกษาการสะสมของสารโคเลสเตอรอลในไข่

อุปกรณ์และวิธีการ

I. การศึกษาระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของหญ้าปักกิ่งและวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาการ

1. เตรียมแปลงปลูกหญ้าปักกิ่งขนาด กว้าง x ยาว 1 x 7 เมตร จำนวน 6 แปลง ปลูกในที่กลางแจ้งที่มีตาข่ายบังแสง 50% และใส่ปุ๋ยมูลไก่ซึ่งผสมวัสดุรองพื้น (วิเคราะห์แล้วมีแร่ธาตุดังนี้ Total N 0.97%, Total P_2O_5 4.62%, Total K_2O 1.68%, pH 8.2) ในอัตราส่วน 14 กิโลกรัมต่อแปลง ใส่ปุ๋ย 2 เดือนต่อครั้ง ปลูกด้วยท่อนพันธุ์ทูลุมละ 2 ท่อน ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถว 30 x 30 เซนติเมตร แบ่งระยะเก็บเกี่ยวเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 2 ซ้ำ (เนื่องจากไม่มีพื้นที่ปลูกพอเพียง) ดังนี้
 - กลุ่มที่ 1 เก็บหญ้าในระยะก่อนออกดอก (ประมาณ 2 เดือนหลังปลูก)
 - กลุ่มที่ 2 เก็บหญ้าในระยะออกดอก (ประมาณ 3 เดือนหลังปลูก)
 - กลุ่มที่ 3 เก็บหญ้าในระยะหลังออกดอก (ประมาณ 4 เดือนหลังปลูก)
2. นำตัวอย่างหญ้าไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate analysis) และวิเคราะห์ระดับ Ca และ P โดยนำตัวอย่างหญ้าทั้งต้นมาล้างให้สะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก ก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 55 °C แล้วนำตัวอย่างมาบดละเอียดด้วยตะแกรงบดขนาด 0.25 mesh และนำเสนอผลโดยใช้ค่าเฉลี่ย

II. การทดลองนำหญาปักกิ่งมาผสมในอาหารเลี้ยงนกกกระเพาะระยะการเจริญเติบโต (0-6 สัปดาห์)

สัตว์ทดลอง

ใช้นกกกระเพาะทดลองพันธุ์ญี่ปุ่นอายุ 1 วัน คละเพศ ตรวจไม่พบอาการที่ผิดปกติ (symptomatically disease-free) จากฟาร์มเอกชนที่ไม่เคยทำวัคซีนป้องกันโรคใดๆ มาก่อน จำนวน 708 ตัว กรงเลี้ยงจัดแบ่งจากกรงไก่ ขนาด กว้าง x ยาว x สูง 90 x 120 x 40 ซม. ซ้อนกัน 4 ชั้น ชั้นบนสุดสูงจากพื้น 200 ซม. เลี้ยงนกกกรละ 30 ตัว ให้หลอดไฟขนาด 100 วัตต์ เปิดกกกกกกในระยะเวลา 2 สัปดาห์แรก

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) แบ่งเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 27-31 ตัว ดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1	ไม่ทำวัคซีน + อาหารสูตรควบคุม	จำนวน	119	ตัว
กลุ่มที่ 2	ทำวัคซีน + อาหารสูตรควบคุม	จำนวน	117	ตัว
กลุ่มที่ 3,4,5	ทำวัคซีน + อาหารสูตรเสริมหญำปักกิ่งตากแห้งบด 3%, 6% และ 9%	จำนวน	121, 121 และ 114	ตัว (ตามลำดับ)
กลุ่มที่ 6	ทำวัคซีน + อาหารสูตรควบคุม + หญำปักกิ่งผสมน้ำปั่น 10 % (w/v)	จำนวน	116	ตัว

อาหารทดลอง

อาหารทดลองประกอบด้วย อาหารสูตรควบคุม (เยาวมาลัย, 2544) อาหารสูตรหญำปักกิ่งตากแห้งบด ระดับ 3%, 6%, และ 9% และสูตรควบคุม + น้ำคั้นหญำปักกิ่ง ความเข้มข้น 10 % (w/v) โดยเตรียมหญำปักกิ่งตากแห้งบดดังนี้ คือ นำหญำปักกิ่งทั้งต้นมาล้าง ทั้งให้สะอาดแล้วนำมาสับน้ำหนัก ก่อนนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 55°C จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 2 วัน) แล้วนำไปบดด้วยตะแกรงละเอียดขนาด 25 mesh ส่วนน้ำคั้นหญำปักกิ่งเตรียมโดยใช้หญำสดผสมน้ำปั่นความเข้มข้น 10 % (w/v) แล้วกรอง ให้วันต่อวัน วันละ 1 ครั้ง โดยไม่จำกัดปริมาณ

สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองได้แสดงในตารางที่ 17 และ 18 โดยการประกอบสูตรอาหาร คำนวณให้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนใกล้เคียงกัน และใช้ค่าโดยประมาณจากค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางโภชนาของหญำปักกิ่งอายุ 2, 3 และ 4 เดือน ซึ่งประกอบด้วย วัตถุดิบ 92.4% โปรตีน 16.00% ไขมัน 2.0% เยื่อใย 20% NFE 26.0% และเถ้า 26.0% เป็นฐานในการปรับปริมาณโภชนาในสูตรอาหาร

โปรแกรมวัคซีน

อายุ 1 สัปดาห์ ให้วัคซีนนิวคาสเซิลชนิดเชื้อเป็น (B1 strain) + IB (strain Massachusetts)
ให้โดยวิธีหยอดจมูก/ตา ตามขนาดที่แนะนำโดยบริษัทผู้ผลิต (ขนาดเช่นเดียวกับที่ให้ในไก่)
อายุ 3 สัปดาห์ ให้วัคซีนฝีดาษ (Pigeon Pox)

การตรวจหาค่าเลือดและการวัดภูมิคุ้มกัน

ทำการเจาะเลือดจากนกแต่ละกลุ่มๆ ละ 4 จ้าๆ ละ 4-9 ตัว (ส่วนใหญ่ 8 ตัวต่อจ้า) เพื่อตรวจหาค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Packed cell volume; PCV) เมื่อนกอายุได้ 1 วัน และ 3 สัปดาห์ และตรวจหาระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคนิวคาสเซิล ด้วยวิธี Haemagglutination Inhibition (HI test) (CEC, 1992) เมื่อนกอายุได้ 1 วัน 3 สัปดาห์ และ 5 สัปดาห์ และตรวจวัดปริมาณ Gamma globulin โดยนำซีรัมที่เตรียมได้มาเจือจางด้วย 0.9% NaCl เพื่อเพิ่มปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร แล้วตกตะกอนแอนติบอดีด้วยเกลียวแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีความอิ่มตัว 50% (Warden and Giese, 1984) นำโปรตีนที่ได้ไปผ่าน DEAE-Sephacel เพื่อแยก Gamma globulin ออกมา จากนั้นจึงนำไปหาปริมาณโดยวิธีการของ Lowry และคณะ (1951)

การเก็บข้อมูล

ทำการบันทึกน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการตาย ของนกกระทาทุกกลุ่มทุกสัปดาห์เพื่อนำไปคำนวณประสิทธิภาพการใช้อาหารของนกกระทาระยะเจริญเติบโตเมื่ออายุ 3 และ 6 สัปดาห์ (FCR) จากสูตร

$$FCR = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินตลอดสัปดาห์ที่ทดลอง}}{\text{น้ำหนักนกมีชีวิตที่เพิ่มขึ้น}}$$

$$\text{น้ำหนักนกมีชีวิตที่เพิ่มขึ้น} = [\text{น้ำหนักนกมีชีวิต (W}_1\text{)} + \text{น้ำหนักนกตาย (W}_2\text{)}] - \text{น้ำหนักนกมีชีวิต (W}_0\text{)}$$

โดย W₀ = น้ำหนักนกเมื่อเริ่มต้นทดลอง, W₁ = น้ำหนักนกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

พร้อมทั้งวัดค่าเฉลี่ยเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและระดับภูมิคุ้มโรค (ค่าเฉลี่ยระดับ HI ต่อโรคนิวคาสเซิล (ND-HI titers) และปริมาณ Gamma globulin จากการรวมซีรัมนกในกลุ่ม (pooled serum)) และศึกษาคุณภาพซากของนกกระทาเพศผู้ที่อายุ 45 วัน โดยรายงานน้ำหนักส่วนประกอบของซากทุกชิ้นส่วนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักนกมีชีวิต

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผล โดย Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test

III. การทดลองนำหญ้าปักกิ่งมาผสมในอาหารเลี้ยงนกกกระหะยะให้ไข่ (7-12 สัปดาห์)

สัตว์ทดลอง

นกกกระหะที่ใช้ทดลอง เป็นนกกกระหะพันธุ์ญี่ปุ่น เพศเมีย เลี้ยงต่อจากการทดลองการใช้หญ้าปักกิ่งในระหว่างการเจริญเติบโต (โดยยังคงตัวนกไว้ในกลุ่มเดิม) จำนวน 244 ตัว ใช้อาหารสูตรควบคุมเพื่อปรับสภาพนก เป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนการทดลอง เลี้ยงบนกรงนกกกระหะไข่จั่วละ 1 กรง โดยใช้กรงนกกกระหะไข่ ขนาด 160 x 96 x 50 ซม. แบ่งเป็น 4 ชั้น ทำการศึกษาในนกช่วงอายุ 7-12 สัปดาห์

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design, CRD) โดยการทดลองนี้แบ่งนกออกเป็น 5 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 4 ซ้ำ โดยแต่ละซ้ำจะใช้นกกกระหะจำนวน 12-14 ตัว ดังนี้

กลุ่ม 1	กลุ่มไม่ได้รับหญ้าปักกิ่ง (อาหารสูตรควบคุม) และไม่ทำวัคซีน จำนวน	48 ตัว
กลุ่ม 2	กลุ่มไม่ได้รับหญ้าปักกิ่ง (อาหารสูตรควบคุม) และทำวัคซีน จำนวน	51 ตัว
กลุ่ม 3	กลุ่มได้รับหญ้าปักกิ่ง 3% ผสมอาหารและทำวัคซีน จำนวน	48 ตัว
กลุ่ม 4	กลุ่มได้รับหญ้าปักกิ่ง 6% ผสมอาหารและทำวัคซีน จำนวน	48 ตัว
กลุ่ม 5	กลุ่มได้รับอาหารสูตรควบคุมและน้ำปั่นหญ้าปักกิ่ง 10% (w/v) และทำวัคซีน	จำนวน 49 ตัว

หมายเหตุ ได้ลดสัตว์ทดลอง 1 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้หญ้าปักกิ่ง 9% ผสมอาหารและทำวัคซีน เนื่องจากปริมาณหญ้าปักกิ่งในสูตรอาหารส่งผลต่อการกินได้และการเจริญเติบโตของนกกกระหะ นกมี uniformity ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อาจส่งผลต่อสมรรถนะการผลิตไข่

อาหารทดลอง

อาหารทดลองประกอบด้วย อาหารสูตรควบคุม (เยาวมลย์, 2544) อาหารสูตรหญ้าปักกิ่งตากแห้ง บด ระดับ 3%, และ 6%, และสูตรควบคุม + น้ำคั้นหญ้าปักกิ่ง ความเข้มข้น 10 % (w/v) โดยนกในทุกกลุ่มได้รับอาหาร 2 เวลา เช้า-เย็นและให้ทั้งน้ำและอาหารแบบ *ad libitum* โดยอาหารที่ใช้ในการทดลองมีส่วนผสมของวัตถุดิบและส่วนประกอบทางเคมีดังตารางที่ 19

โปรแกรมวัคซีน

วัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลที่ให้นกในระยะนี้จะเป็นวัคซีนเชื้อเป็น สายพันธุ์ La Sota ให้โดยการหยอดตา จมูก หรือปาก จะทำวัคซีนนี้เมื่อนกกกระหะอายุ 7 สัปดาห์

การตรวจค่าเลือดและการตรวจระดับภูมิคุ้มกัน

ทำการสุ่มเจาะเลือดนกกกระหะเมื่ออายุ 9 สัปดาห์จากนกทุกกลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 3 ตัว (คิดเป็น 24.6% ของนกทั้งหมด) เพื่อตรวจค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Packed cell volume) และตรวจภูมิคุ้มโรค โดยวัดระดับ ND-HI titers (Haemagglutination Inhibition) ต่อโรคนิวคาสเซิล (CEC, 1992) และ นำ

โปรตีนที่ได้ไปผ่าน DEAE-Sephacel เพื่อแยก Gamma globulin ออกมา จากนั้นจึงนำไปหาปริมาณโดยวิธีการของ Lowry และคณะ (1951)

การตรวจวัดระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดง

โดยเตรียมไข่แดง แล้วทำขั้นตอน saponification และสกัด unsaponifiable matter ตามวิธีการของ AOAC (1995) จากนั้นจึงวัดปริมาณโคเลสเตอรอลในไข่แดง โดยใช้วิธี Enzymatic method ตามวิธีการของ Allain และคณะ (1974) แล้ววัดค่าความสามารถดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร

สมรรถนะการให้ไข่

ประสิทธิภาพการผลิตไข่ของนกกกระหาเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ หาได้จากสูตร

$$FCR = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{มวลไข่}}$$

โดย มวลไข่ = เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ย X น้ำหนักไข่เฉลี่ย

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ย} = \frac{\text{จำนวนไข่รวม}}{\text{จำนวนนก X จำนวนเวลา}} \times 100$$

การตรวจคุณภาพไข่

การตรวจสีไข่แดงใช้พดสีมาตรฐานของบริษัท ROCHE มีระดับความแตกต่างของสี 15 ระดับ

$$\text{ดัชนีไข่แดงหาได้จากสูตร} \quad \text{ดัชนีไข่แดง} = \frac{\text{ความสูงของไข่แดง}}{\text{ความกว้างของไข่แดง}}$$

ความหนาของเปลือกไข่ หาได้จากการวัดเปลือกไข่ที่ 3 ตำแหน่ง คือ ด้านแหลม ด้านป้าน และตรงกลาง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ค่า Haugh unit หาได้จากสูตร

$$\text{Hu} = 100 \log \left[H - \frac{G(30W^{0.37} - 100)}{100} + 1.9 \right]$$

โดย H = ความสูงของไข่ขาวเป็นมิลลิเมตร
G = ค่าแรงโน้มถ่วงโลกมาตรฐาน 32.2
W = น้ำหนักของไข่ทั้งฟอง

การเก็บข้อมูล

นกกกระหาทุกกลุ่มจะทำการบันทึกสมรรถนะการให้ไข่ (น้ำหนักไข่รวม ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการผลิตไข่ และเปอร์เซ็นต์ไข่เฉลี่ย)

และบันทึกคุณภาพของไข่ (น้ำหนักไข่ สีไข่แดง ดัชนีไข่แดง ดัชนีไข่ขาว ความหนาของเปลือกไข่ และค่า Haugh unit) และบันทึกอัตราการตาย ตลอดจนสุ่มตรวจคุณภาพซากของนกเพศเมีย โดยรายงานน้ำหนักส่วนประกอบของซากทุกชิ้นส่วนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักนกมีชีวิต

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลโดย Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's New Multiple Range Test

ผลการทดลอง

หญ้าปักกิ่งเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยการแยกไหลไปปลูกใหม่ สามารถปลูกได้ง่าย ชอบที่มีแสงรำไร และมีการให้น้ำอย่างเหมาะสม น้ำไม่ขัง การออกดอกของหญ้าปักกิ่งขึ้นกับการได้รับแสง หญ้าที่ปลูกริมแปลง จะออกดอกก่อนหญ้าที่ขึ้นอยู่กลางแปลง นอกจากนี้หญ้าปักกิ่งเป็นพืชที่ใช้ปุ๋ยในการเจริญเติบโตมาก ในการทดลองนี้พบว่าควรใส่ปุ๋ยไม่น้อยกว่า 2 เดือนต่อครั้ง หญ้าที่ได้รับปุ๋ยจะเจริญงอกงามใบใหญ่และมีสีเขียว หากนานไปใบจะเริ่มเหลืองและต้นแคระแกร็นอย่างเห็นได้ชัด ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาะได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามวิธีการศึกษานี้พบว่าหญ้าปักกิ่งในระยะ 3 เดือน มีองค์ประกอบทางโภชนาะสูงที่สุด จึงถือว่าเป็นระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์ ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์ได้ใช้ค่าโดยประมาณจากเฉลี่ยจากทั้ง 3 ระยะ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ไนโตรเจน ฟรีเอกแทรกซ์ เถ้า ฟอสฟอรัส และแคลเซียม ดังนี้ 92.4%, 16.0%, 2.0%, 20.0%, 26.0% และ 26.0% ตามลำดับ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของโภชนาะต่างๆ ในหญ้าปักกิ่งที่ระยะการเก็บเกี่ยวต่างๆ บนฐานของอาหารแห้ง มีความชื้น (Air -dry basis)

ระยะเก็บเกี่ยว โภชนาะ	ก่อนออกดอก (อายุ 2 เดือน)	กำลังออกดอก (อายุ 3 เดือน)	หลังออกดอก (อายุ 4 เดือน)
% วัตถุดิบ	93.14	92.52	92.27
% โปรตีน	16.61	17.73	13.25
% ไขมัน	2.30	3.70	1.33
% สารเยื่อใย	21.90	19.63	21.73
% ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก	27.77	25.09	25.78
% เถ้า	24.56	26.37	30.18
% ฟอสฟอรัส	1.40	2.93	3.78
% แคลเซียม	0.21	0.03	0.03
% ความหนาแน่น	19.6 ± 0.4		

หมายเหตุ % ความหนาแน่น (D) หาได้จากสูตร $D = \frac{M \text{ (น้ำหนักหญ้า)}}{V \text{ (ปริมาตรหญ้า)}} \times 100$

**ตารางที่ 2 องค์ประกอบของโภชนาต่างๆ ในหญ้าปักกิ่งที่ระยะการเก็บเกี่ยวต่างๆ บนฐานของอาหารแห้ง
ไม่มีความชื้น (Dry matter basis)**

โภชนา \ ระยะเก็บเกี่ยว	ก่อนออกดอก (อายุ 2 เดือน)	กำลังออกดอก (อายุ 3 เดือน)	หลังออกดอก (อายุ 4 เดือน)
% โปรตีน	17.83	19.16	14.36
% ไขมัน	2.47	4.00	1.44
% สารเยื่อใย	23.51	21.22	23.55
% ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก	29.82	27.12	27.94
% เถ้า	26.37	28.50	32.71
% ฟอสฟอรัส	1.50	3.16	4.06
% แคลเซียม	0.22	0.03	0.03

การทดลองใช้หญ้าปักกิ่งในนกกกระเพาะระยะเจริญเติบโต เริ่มจากการจัดกลุ่มของนกในแต่ละซ้ำโดยซึ่งน้ำหนักลูกนกเฉลี่ยเพศอายุ 1 วัน จัดกลุ่มแยกเป็นลูกนกที่มีน้ำหนักมาก น้ำหนักปานกลางและน้ำหนักน้อย แล้วจัดให้มีสัดส่วนของลูกนกทั้งสามประเภทเท่าๆ กันในแต่ละซ้ำๆ ละ 30 ตัว แต่มีปัญหาเรื่องนกอ่อนแอและนกไม่คุ้นเคยกับการกินน้ำในถาด นกจึงตายใน 2-3 วันแรกที่นำเข้าประกอบกับมีความผิดพลาดในการนับจำนวนนกด้วย จึงนับจำนวนนกกลางอาทิตย์ที่ 1 เป็นจำนวนนกตั้งต้นในการทดลอง จากนั้นจึงชั่งน้ำหนักนกแต่ละกลุ่มทุกๆ 2 สัปดาห์ จนสิ้นสุดการทดลองใน 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาสมรรถนะในนกระยะเจริญเติบโตได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 (ระยะอายุแรกเกิดจนถึง 3 สัปดาห์) ตารางที่ 4 (ระยะ 3 สัปดาห์จนถึง 6 สัปดาห์) และตารางที่ 5 เป็นภาพรวมตั้งแต่แรกอายุแรกเกิดจนถึง 6 สัปดาห์ พบว่านกกลุ่มที่ 5 ที่ให้หญ้าปักกิ่งในระดับ 9% มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นต่ำกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยให้ผลสอดคล้องกันระหว่างนกอายุแรกเกิดจนถึง 3 สัปดาห์และภาพรวมของนกตลอด 6 สัปดาห์และมีแนวโน้มว่านกในกลุ่มอื่นๆ จะมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นลดลงตามเปอร์เซ็นต์หญ้าปักกิ่งที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และนกทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างในเรื่องปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการใช้อาหาร ($P > 0.05$) นอกจากนี้ได้แสดงค่า uniformity ของนกกกระหาที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในตารางที่ 6 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์แล้วไม่พบว่ามีค่าแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนอัตราการตายในระยะ 6 สัปดาห์ที่ทดลองได้แสดงในตารางที่ 7 ซึ่งพบอยู่ในระหว่าง 1.7%-5.8% โดยกลุ่มที่มีอัตราการตายต่ำที่สุดคือกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม + น้ำหญ้าปักกิ่ง และกลุ่มที่มีอัตราการตายสูงที่สุดคือ กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าปักกิ่ง 3% ส่วนใหญ่ของนกที่ตายพบว่าเป็นนกในกลุ่มที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำ และประมาณ 50% ของนกที่ตาย ตายในสัปดาห์แรกของการทดลอง

**ตารางที่ 3 ปริมาณอาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารของนกกะทาคดลองที่
ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุแรกเกิด - 3 สัปดาห์**

นกกกลุ่มที่	จำนวน นกเริ่ม ต้น(ตัว)	น้ำหนัก เริ่มต้น (กรัม/ ตัว)	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม / ตัว)	น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (กรัม / ตัว)	ประสิทธิภาพ การใช้ อาหาร
1 (ควบคุม)	119		228.34 ± 1.9	145.68 ^a ± 2.1	1.57 ± 0.3
2 (อาหารสูตรควบคุม + วัคซีน)	117		225.30 ± 16.0	147.36 ^a ± 1.4	1.53 ± 0.1
3 (หญ้าปักกิ่ง 3% + วัคซีน)	121	เฉลี่ย	236.91 ± 13.8	146.51 ^a ± 5.0	1.62 ± 0.1
4 (หญ้าปักกิ่ง 6% + วัคซีน)	121	ประมาณ	245.02 ± 14.0	144.87 ^a ± 2.1	1.68 ± 0.1
5 (หญ้าปักกิ่ง 9% + วัคซีน)	114	10	216.82 ± 20.8	136.24 ^b ± 5.3	1.60 ± 0.8
6 (อาหารสูตรควบคุม + น้ำ หญ้าปักกิ่ง + วัคซีน)	116	กรัม	240.54 ± 29.0	146.55 ^a ± 2.2	1.67 ± 0.2

อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($P < 0.05$)

**ตารางที่ 4 ปริมาณอาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารของนกกะทาคดลองที่
ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุ 3 - 6 สัปดาห์**

นกกกลุ่มที่	จำนวนนก เริ่มต้น(ตัว)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ ตัว)	ปริมาณอาหารที่ กิน (กรัม / ตัว)	น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (กรัม / ตัว)	ประสิทธิภาพ การใช้อาหาร
1 (ควบคุม)	117	82.27 ± 1.38	252.76 ± 22.4	141.50 ± 1.9	1.78 ± 0.2
2 (อาหารสูตรควบคุม + วัคซีน)	115	83.09 ± 0.27	241.91 ± 17.2	142.89 ± 4.1	1.69 ± 0.1
3 (หญ้าปักกิ่ง 3% + วัคซีน)	117	80.68 ± 2.63	253.45 ± 11.7	142.63 ± 2.9	1.77 ± 0.1
4 (หญ้าปักกิ่ง 6% + วัคซีน)	116	78.63 ± 1.48	244.54 ± 10.2	137.13 ± 6.5	1.78 ± 0.1
5 (หญ้าปักกิ่ง 9% + วัคซีน)	112	76.31 ± 3.17	245.94 ± 10.3	129.45 ± 12.7	1.91 ± 0.1
6 (อาหารสูตรควบคุม + น้ำ หญ้าปักกิ่ง + วัคซีน)	115	82.02 ± 1.72	235.97 ± 13.7	139.22 ± 5.7	1.69 ± 0.1

ตารางที่ 5 ปริมาณอาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารของนกกะหะทดลองที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ ในช่วงอายุแรกเกิด - 6 สัปดาห์

นกกกลุ่มที่	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม / ตัว)	น้ำหนักตัวที่เพิ่ม (กรัม / ตัว)	ประสิทธิภาพการใช้อาหาร
1 (ควบคุม)	481.10 ± 22.8	287.18 ^a ± 2.9	1.67 ± 0.1
2 (อาหารสูตรควบคุม + วัคซีน)	467.21 ± 32.9	290.26 ^a ± 4.9	1.61 ± 0.1
3 (หญ้าปักกิ่ง 3% + วัคซีน)	490.36 ± 22.5	289.13 ^a ± 4.0	1.69 ± 0.1
4 (หญ้าปักกิ่ง 6% + วัคซีน)	489.56 ± 20.6	282.00 ^a ± 8.2	1.73 ± 0.03
5 (หญ้าปักกิ่ง 9% + วัคซีน)	462.75 ± 14.6	265.69 ^b ± 11.3	1.74 ± 0.1
6 (อาหารสูตรควบคุม + น้ำหญ้าปักกิ่ง + วัคซีน)	476.51 ± 28.0	285.76 ^a ± 7.0	1.67 ± 0.1

อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสัปดาห์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 6 ค่า uniformity ของนกกะหะที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ

นกกกลุ่มที่	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4
	% uniformity (ตัว)	% uniformity (ตัว)
1 (ควบคุม)	63.33 ± 4.17 (119)	79.88 ± 6.9 (116)
2 (อาหารสูตรควบคุม + วัคซีน)	56.9 ± 1.4 (117)	72.80 ± 3.6 (113)
3 (หญ้าปักกิ่ง 3% + วัคซีน)	45.9 ± 12.5 (121)	69.43 ± 6.7 (114)
4 (หญ้าปักกิ่ง 6% + วัคซีน)	53.93 ± 4.8 (119)	66.80 ± 9.9 (115)
5 (หญ้าปักกิ่ง 9% + วัคซีน)	54.88 ± 17.6 (114)	65.55 ± 19.5 (111)
6 (อาหารสูตรควบคุม + น้ำหญ้าปักกิ่ง + วัคซีน)	57.25 ± 14.0 (116)	74.70 ± 9.7 (114)

หมายเหตุ นกแต่ละกลุ่มมี 4 ซ้ำๆ ละ 27-31 ตัว

ค่า uniformity คำนวณจากน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น โดยใช้สูตร $\text{uniformity} = 100 - \text{CV} (\%)$

และ $\text{CV} = (\text{SD}/\bar{x}) \times 100$

ตารางที่ 7 อัตราการตายและจำนวนนกหลังสิ้นสุดการศึกษานกกระยาสารเย็บโต (0-6 สัปดาห์)

นกกลุ่มที่	จำนวนนก (ตัว)		จำนวนนกที่ตาย (ตัว)(%อัตรา การตาย)	จำนวนนกที่เหลือ	
	เริ่มต้นการ ทดลอง	สิ้นสุดการ ทดลอง		เพศผู้ (ตัว)	เพศเมีย (ตัว)
1 (ควบคุม)	119	116	3 (2.5%)	75	41
2 (อาหารสูตรควบคุม + วัคซีน)	117	113	4 (3.4%)	62	51
3 (หญ้าปักกิ่ง 3% + วัคซีน)	121	114	7 (5.8%)	62	52
4 (หญ้าปักกิ่ง 6% + วัคซีน)	121	115	6 (5.0%)	74	41
5 (หญ้าปักกิ่ง 9% + วัคซีน)	114	111	3 (2.6%)	53	58
6 (อาหารสูตรควบคุม + น้ำ หญ้าปักกิ่ง + วัคซีน)	116	114	2 (1.7%)	58	56

ผลการตรวจวัดค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่นพบว่า นกทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 และแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในระหว่าง 35.1%-38.5% (ตารางที่ 8) และเนื่องจากปริมาณเลือดมีน้อยต้องแบ่งไปแยกซีรัมเพื่อตรวจหาแกมมาโกลบูลิน จึงไม่สามารถแยกเป็นซ้ำและทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติได้

การวัดการตอบสนองต่อการสร้างภูมิคุ้มโรค ทำการตรวจ 2 วิธี คือ ใช้ ND-HI titers วัดการตอบสนองต่อการทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล และใช้ปริมาณแกมมาโกลบูลินเป็นตัวชี้วัด จากการสุ่มตรวจหา ND-HI titers ของนกแต่ละกลุ่มนั้น (ตารางที่ 9) พบว่า ก่อนเริ่มการทดลองตรวจไม่พบ titer หลังจากทำวัคซีนนิวคาสเซิลเมื่อนกอายุ 1 สัปดาห์ และตรวจ ND-HI titers เมื่อนกอายุ 3 สัปดาห์ (2 สัปดาห์หลังทำวัคซีน) พบ ND-HI titers ต่อโรคนิวคาสเซิลในระดับ $<2^1-2^2$ ซึ่งพบตัวที่ให้ titer เพียง 1-2 ตัวต่อกลุ่ม และได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นให้วัคซีนป้องกันโรคพิษตาชเมื่อนกอายุ 3 สัปดาห์แล้วเจาะเลือดตรวจอีกครั้งเมื่อนกอายุ 5 สัปดาห์ พบว่าค่า ND-HI titers ลดลงใกล้เคียงกับระดับก่อนที่จะทำวัคซีน ส่วนระดับแกมมาโกลบูลินในนกอายุ 1 วัน ใกล้เคียงกับในนกอายุ 3 สัปดาห์ ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับการตรวจ ND-HI titers ระดับของแกมมาโกลบูลินมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มตามเปอร์เซ็นต์หญ้าปักกิ่งที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่อาจนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติได้เนื่องจากใช้วิธีรวมซีรัม