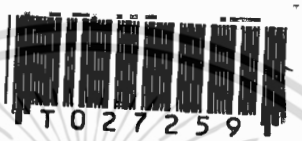
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้สารเคมีควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดและผลกระทบต่อนกกระทาญี่ปุ่น

CHEMICAL CONTROL OF AFLATOXIN PRODUCTION IN CORN AND ITS EFFECT ON PERFORMANCE OF JAPANESE QUAILS



นายอาทิตย์ พลายมาศ

MR.ARTIT PLAIMAST

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2539

ISBN 974 - 621 - 768 - 2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 27259
วัน, เดือน, ปี 18 ธ.ค. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHEMICAL CONTROL OF AFLATOXIN PRODUCTION IN CORN AND ITS EFFECT ON PERFORMANCE OF JAPANESE QUAILS

ARTIT PLAIMAST

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN ANIMAL SCIENCE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1996

ISBN 974 - 621 - 768 - 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้สารเคมีควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดและผลกระทบต่อนกกระทาญี่ปุ่น
นักศึกษา	นายอาทิตย์ พลายมาศ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สุชีพ สุขสุแพทย์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
ภาควิชา	เทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2539

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและระดับของสารเคมีที่เหมาะสมในการเก็บรักษาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ชนิดเมล็ดที่ปรับให้มีความชื้น 25 % และเก็บรักษาไว้นาน 8 สัปดาห์ ที่มีต่อการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพด และศึกษาผลกระทบของสารเคมีที่ใช้ตลอดจนข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วยสารเคมีต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะภายใน ของนกกระทาญี่ปุ่นคละเพศจากอายุแรกเกิดจนถึงให้ผลผลิตไข่ได้ 10 % โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ประกอบด้วย 3 การทดลอง โดยเป็นการศึกษาการใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด ได้แก่กรดโพรพิโอนิค แอมโมเนีย และโซเดียมคลอไรด์ตามระดับที่แนะนำ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลการใช้สารเคมีในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพด การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการใช้อาหารผสมสารเคมีในระดับ 25 % ของระดับที่ใช้ในการทดลองที่ 1 ต่อการเจริญเติบโตของนกกระทา และการทดลองที่ 3 ศึกษาผลการใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วยสารเคมีในสูตรอาหารนกกระทา การทดลองชุดที่ 2 ประกอบด้วย 3 การทดลองได้แก่ การทดลองที่ 4, 5 และ 6 โดยมีการวางแผนการทดลองและการศึกษาวิจัยเหมือนชุดที่ 1 แต่ใช้สารเคมีเพียง 2 ชนิด ได้แก่ กรดโพรพิโอนิค และโซเดียมคลอไรด์โดยลดระดับของสารเคมีที่ใช้ลง โดยการทดลองทั้งหมดวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ซึ่งให้ผลการศึกษาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าการใช้กรดโพรพิโอนิคทั้ง 3 ระดับ (1.0, 1.5 และ 2.0 % w/w) เปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารเคมีสามารถควบคุมปริมาณอะฟลาทอกซิน B_1 และการเจริญของเชื้อราในข้าวโพดได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนการใช้แอมโมเนียทั้ง 3 ระดับ (1.0, 1.5 และ 2.0 % w/w) พบว่าสามารถควบคุมปริมาณอะฟลาทอกซินได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ และยังทำให้สีของข้าวโพดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่อีกด้วย การใช้โซเดียมคลอไรด์ทั้ง 3 ระดับ (8, 10 และ 12 % w/w) สามารถควบคุมปริมาณอะฟลาทอกซินได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนการควบคุมการเจริญของเชื้อราขึ้นอยู่กับระดับของโซเดียมคลอไรด์ที่ใช้ โดยใช้โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 8, 10 และ 12 % สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้นาน 2, 3 และ 5 สัปดาห์ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 ผลการศึกษาการใช้สารเคมีในปริมาณ 25 % ของระดับที่ใช้ในการทดลองที่ 1 ในสูตรอาหารนกกระทา พบว่าการใช้กรดโพรพิโอนิคในสูตรอาหารนกกระทาทั้ง 3 ระดับ (0.25, 0.375 และ 0.5 %) ให้ผลการเจริญเติบโตของนกกระทาและการผลิตไข่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ใช้สารเคมี ส่วนการใช้แอมโมเนียที่ระดับ 0.25 % ในสูตรอาหารมีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง ($P<0.05$) แต่ที่ระดับ 0.375 และ 0.50 % ในสูตรอาหารไม่มีผล ส่วนการใช้โซเดียมคลอไรด์ในสูตรอาหารทั้ง 3 ระดับ (2.0, 2.5 และ 3.0 %) มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง ($P<0.05$) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารเคมี และไม่พบความผิดปกติของอวัยวะภายในของนกกระทาที่อายุ 4 สัปดาห์ เมื่อใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด

การทดลองที่ 3 ผลการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีนาน 8 สัปดาห์ ตามวิธีการในการทดลองที่ 1 ในปริมาณ 25 % ในสูตรอาหารนกกระทา เปรียบเทียบกับการใช้ข้าวโพดที่ปราศจากเชื้อราและสารพิษซึ่งเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่าการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 1.0 % ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของนกกระทาและการผลิตไข่ แต่ที่ระดับ 1.5 และ 2.0 % มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง ($P<0.01$) ส่วนการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียที่ระดับ 1.0 % มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง ($P<0.01$) แต่ที่ระดับ 1.5 และ 2.0 % ไม่มีผลกระทบ สำหรับผลของการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์พบว่าที่ระดับ 8 และ 10 % ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา แต่ที่ระดับ 12 % มีผลทำให้การเติบโตของนกกระทาและการผลิตไข่ต่ำลง ($P<0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษาในการทดลองชุดที่ 1 พบว่าการใช้กรดโพรพิโอนิคและโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับต่ำสุด สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ และสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้บางส่วน และไม่มีผลกระทบต่อนกกระทา ส่วนแอมโมเนียไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราและทำให้สีของข้าวโพดเปลี่ยนแปลงไป และยังมีผลกระทบต่อนกกระทา จึงทำการศึกษาทดลองชุดที่ 2 โดยใช้กรดโพรพิโอนิคและโซเดียมคลอไรด์ในระดับที่ต่ำลง ซึ่งให้ผลการศึกษาดังนี้

การทดลองที่ 4 จากการศึกษาการใช้กรดโพรพิโอนิค 5 ระดับคือ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 % พบว่าที่ระดับ 0.2 และ 0.4 % สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนการใช้ที่ระดับ 0.6, 0.8 และ 1.0 % สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 และการเจริญของเชื้อราได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนการใช้โซเดียมคลอไรด์ทั้ง 4 ระดับ (2, 4, 6 และ 8 %) พบว่าสามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์

การทดลองที่ 5 ผลการศึกษาการใช้สารเคมีในปริมาณ 25 % ของระดับที่ใช้ในการทดลองที่ 4 ในสูตรอาหารนกกระทา พบว่าการใช้กรดโพรพิโอนิคในสูตรอาหารทั้ง 5 ระดับ (0.05, 0.1, 0.15, 0.20 และ 0.25 %) ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของนกกระทาและการผลิตไข่เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารเคมี ส่วนการใช้โซเดียมคลอไรด์ระดับ 1.5 และ 2.0 % ในสูตรอาหารมีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้สารเคมี ($P<0.05$) แต่ไม่พบความผิดปกติของอวัยวะภายในของนกกระทาที่อายุ 4 สัปดาห์

การทดลองที่ 6 ผลการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยการไม่ใช้และใช้สารเคมีนาน 8 สัปดาห์ ตามวิธีการในการทดลองที่ 4 ในปริมาณ 25 % ในสูตรอาหารนกกระทาเปรียบเทียบกับการใช้ข้าวโพดที่ปราศจากเชื้อราและสารพิษซึ่งเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่าการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิคนิดทั้ง 5 ระดับ (0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 %) และโซเดียมคลอไรด์ทั้ง 4 ระดับ (2, 4, 6 และ 8 %) ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ นอกจากนั้นไม่พบความผิดปกติของอวัยวะภายในของนกกระทาที่อายุ 4 สัปดาห์ เมื่อใช้สารเคมีทั้ง 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาความเหมาะสมของสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดและผลกระทบต่อนกกระทาญี่ปุ่น สรุปได้ว่าการใช้กรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 0.6, 0.8 และ 1.0 % สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราในข้าวโพดได้ตลอดการเก็บรักษา 8 สัปดาห์ และไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาด้วย ส่วนแอมโมเนียสามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ สำหรับโซเดียมคลอไรด์ต้องใช้ในปริมาณที่สูงถึง 12 % จึงจะควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราได้ แต่มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Chemical Control of Aflatoxin Production in Corn and Its Effect on Performance of Japanese Quails.
Student	Mr.Artit Plaimast
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Sucheep Suksupath
Level of Study	Master of Science Program in Animal Science
Department	Animal Production Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1996

abstract

This study was conducted to determine the effects of optimal types and levels of chemicals in order to control growth of fungi and aflatoxin production on moist corn (25 % moisture content) stored for 8 weeks. Moreover, the effects of using pure chemicals and chemical treated corn on growth, feed utilization, egg production, relative internal organ weight of Japanese quail from one day old until 10 percent of egg production were also examined. The study was divided into 2 sets, each composed of 3 experiments. The first set of experiments aimed to determine the effects of recommended levels of chemicals namely propionic acid, ammonia and sodium chloride. The objective of experiment 1 was to investigate effects of recommended levels of these chemicals on control of fungal growth and aflatoxin production in corn, 25 % moisture, stored for 8 weeks. Experiment 2 was aimed to determine effects of using pure chemicals at 25 % of recomended levels in experiment 1 in quail diet. Experiment 3 was conducted to determine the effects of 25 % substituted corn treated with chemicals as recommended in experiment 1 on performances of quail. The second set of experiments was conducted in the same pattern as the first but used only propionic acid and sodium chloride at levels lower than recommended. These studies were designed in completely randomized design (CRD) and the results are shown as follows.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The result from experiment 1 showed that propionic acid at all levels (1.0, 1.5 and 2.0 % w/w) was able to control aflatoxin production and growth of fungi on moist corn for 8 weeks. Ammonia at levels of 1.0, 1.5 and 2.0 % w/w was able to control only aflatoxin production but not growth of fungi and changes of corn color from yellow to dark brown. Sodium chloride at levels of 8, 10 and 12 % w/w controlled only aflatoxin production for 8 weeks but the efficiency of fungal growth control varied depending on the levels of sodium chloride. Sodium chloride at levels of 8, 10 and 12 % totally controlled growth of fungi for 2, 3 and 5 weeks, respectively.

In experiment 2, pure chemicals at 25 % of the levels used in experiment 1 were studied in young quail diet. The results showed that propionic acid at levels of 0.25, 0.375 and 0.50 % in diet had no significant effect on growth and egg production of quail. Ammonia at a level of 0.25 % in diet significantly decreased performances of quail ($P<0.05$). Sodium chloride at levels of 2.0, 2.5 and 3.0 % significantly decreased performances of quail ($P<0.05$). However, there was no sign of chemical toxicity on the internal organs of quail at 4 weeks of age except sodium chloride tended to decrease size of testis.

Experiment 3 was designed to investigate the effect of 25 % substitute corn treated with chemicals and stored for 8 weeks on young quail performances. The results showed that 1.5 % propionic acid treated corn had no significant effect on growth and egg production of quail but performances were significantly decreased ($P<0.01$) when propionic acid was applied at 1.0 and 2.0 %. The performances were significantly affected only in quail fed 1.0 % ammonia treated corn. The use of corn treated by sodium chloride at levels of 8 and 10 % had no effect on quail performances. However, egg production and testical size were significantly reduced when quail were given 12 % sodium chloride treated corn.

The overall results from the first three experiments showed that the lowest level of propionic acid and sodium chloride tend to control growth of fungi and aflatoxin production. Using ammonia could not control fungal growth and changes of corn color. Therefore, in the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

second set of experiments (experiment 4, 5 and 6), propionic acid and sodium chloride were used at lower levels than set 1.

The results from experiment 4 showed that propionic acid at levels of 0.2 and 0.4 % w/w was able to control aflatoxin production for 8 weeks but they could not control fungal growth. Propionic acid at levels of 0.6, 0.8 and 1.0% was able to control aflatoxin production and growth of fungi for 8 weeks. Sodium chloride at levels of 2, 4 and 8 % w/w controlled aflatoxin production for 8 weeks but efficiency of fungal growth control was not significant.

Similar to experiment 2, pure chemicals were used in young quail diet in experiment 5. The results showed that propionic acid at all levels (0.05, 0.10, 0.15, 0.20 and 0.25 %) had no significant effect on growth and egg production of quail. The use of sodium chloride at level of 1.0 % in diet had no significant effect on perfomances of Japanese quail but sodium chloride at a levels of 1.5 and 2.0 % in diet significantly decreased ($P<0.05$) quail performances. There was no sign of chemical toxicity on the internal organs of quail at 4 weeks of age.

Experiment 6 was designed similar to experiment 3. The results showed that 25 % corn treated with either propionic acid (0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 %) or sodium chloride (2, 4, 6 and 8 %) had no effect on growth and egg production of quail. Moreover, there was no sign of chemical toxicity on internal organs of quail aged 4 weeks.

From this study, it can be concluded that propionic acid at levels of 0.6, 0.8 and 1.0 % w/w is able to control aflatoxin production and growth of fungi in corn during an 8 week storage period. Additionally, there is no effect on performance when propionic acid treated corn is added to diet. Ammonia at levels of 1.0, 1.5 and 2 % w/w controls only aflatoxin production but not fungal growth in corn. The high level of sodium chloride in this study controls both aflatoxin production and fungal growth. However, the performances of quail is significantly affected when corn is treated with sodium chloride at levels of 12 %.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.สุชีพ สุขสุเมทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและสนับสนุนในด้านการทดลองและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนและช่วยเหลือด้านอุปกรณ์การทดลอง สัตว์ทดลองและการวิเคราะห์อาหารทดลอง จากภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และได้รับความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์ตรวจหาสารพิษอะฟลาทอกซินจาก คุณศุภรัตน์ โฆษิตเจริญกุล นักวิชาการโรคพืช กลุ่มงานวิจัยโรคพืชผลิตผลเกษตร กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้โอกาสและสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

อาทิตย์ พลายมาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....V
กิตติกรรมประกาศ.....VIII
สารบัญ.....IX
สารบัญตาราง.....XI
สารบัญภาพ.....XXI
บทที่
1. บทนำ.....1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2
วิธีดำเนินการวิจัย.....2
2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....13
ประวัติความเป็นมาของสารพิษอะฟลาทอกซิน.....13
ชนิดและคุณสมบัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน.....14
ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของอะฟลาทอกซิน.....16
ขบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน.....18
การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของอะฟลาทอกซินในร่างกาย.....20
ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินต่อสัตว์.....23
ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินในสุกร.....25
ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินในสัตว์ปีก.....28
ปริมาณสูงสุดของอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์ที่ยอมรับได้
ของประเทศไทยและต่างประเทศ.....32
ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์ที่ตรวจพบในประเทศไทย.....33
การควบคุมป้องกันเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซินโดยวิธีทางเคมี.....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3. การวิเคราะห์ข้อมูล.....44

4. วิจารณ์ผลการทดลอง.....86

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....92

บรรณานุกรม.....95

ภาคผนวก.....105

ภาคผนวก ก. 106

ภาคผนวก ข. 115

ประวัติผู้เขียน.....163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการทดลองที่ 2.....9
2. แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการทดลองที่ 3.....10
3. แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการทดลองที่ 5.....11
4. แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการทดลองที่ 6.....12
5. แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอะฟลาทอกซิน.....16
6. ขนาดความเป็นพิษและผลของอะฟลาทอกซินในสัตว์ชนิดต่างๆ.....25
7. ปริมาณสูงสุดของอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์ที่ยอมรับได้ ของประเทศไทยและต่างประเทศ.....32
8. ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับไก่เนื้อ.....33
9. ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับไก่ไข่พันธุ์.....34
10. ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับเป็ดเนื้อ.....34
11. ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับ สุกรแรกเกิดถึง 30 กก.....35
12. ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับ สุกร นน. 30 - 60 กก.....35
13. ผลของกรดโพรพิโอนิคต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง.....39
14. ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 (ppb) การทดลองที่ 1.....46
15. เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา การทดลองที่ 1.....47
16. ชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ การทดลองที่ 1.....48
17. ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1.....49
18. น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 2.....55
19. อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และอัตราการตาย ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 2.....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

20. เปอร์เซ็นต์ตับ หัวใจ อัณฑะ อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 2 57
21. น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 3 62
22. อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และอัตราการตาย ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 3 63
23. เปอร์เซ็นต์ตับ หัวใจ อัณฑะ อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 3 64
24. ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 (ppb) การทดลองที่ 4 67
25. เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา การทดลองที่ 4 68
26. ชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ การทดลองที่ 4 69
27. ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 4 70
28. น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 5 76
29. อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และอัตราการตาย ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 5 77
30. เปอร์เซ็นต์ตับ หัวใจ อัณฑะ อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 5 78
31. น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 6 83
32. อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และอัตราการตาย ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 6 84
33. เปอร์เซ็นต์ตับ หัวใจ อัณฑะ อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 6 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

34. ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์และปริมาณของสารเคมีตกค้าง ของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1 116
35. ความชื้นในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) การทดลองที่ 1 117
36. ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์และปริมาณของสารเคมีตกค้าง ของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 4 118
37. ความชื้นในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) การทดลองที่ 4 119
38. ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์ของอาหารการทดลองที่ 2 120
39. ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์ของอาหารการทดลองที่ 3 121
40. ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์ของอาหารการทดลองที่ 5 122
41. ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์ของอาหารการทดลองที่ 6 123
42. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2) 124
43. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2) 124
44. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2) 125
45. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2) 125
46. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2) 126
47. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2) 126
48. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2) 127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตารางผนวกที่

49. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กิน
ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2).....127
50. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต
ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2).....128
51. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต
ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2).....128
52. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต
ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2).....129
53. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต
ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2).....129
54. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2).....130
55. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2).....130
56. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2).....131
57. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2).....131
58. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น
(การทดลองที่ 2).....132
59. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาญี่ปุ่น
(การทดลองที่ 2).....132
60. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาญี่ปุ่น
(การทดลองที่ 2).....132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตารางผนวกที่

61. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 2).....133
62. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเริ่มไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 2).....133
63. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 2).....133
64. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....134
65. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....134
66. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....135
67. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....135
68. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....136
69. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....136
70. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....136
71. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....137
72. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....137

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตารางผนวกที่

73. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....138
74. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....138
75. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....139
76. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....139
77. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....140
78. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....140
79. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3).....141
80. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3).....141
81. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3).....142
82. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3).....142
83. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3).....142
84. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเริ่มไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3).....143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางผนวกที่

85. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3).....143
86. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....143
87. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....144
88. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....144
89. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....145
90. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....145
91. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....146
92. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....146
93. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....147
94. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....147
95. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....148
96. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตารางผนวกที่

97. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....149
98. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....149
99. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....150
100. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....150
101. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5).....151
102. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5).....151
103. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5).....151
104. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5).....152
105. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5).....152
106. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเริ่มไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5).....152
107. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของ นกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5).....153
108. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตารางผนวกที่

109. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....153
110. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....154
111. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....154
112. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....154
113. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....155
114. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....155
115. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....156
116. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....156
117. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....157
118. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....157
119. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....158
120. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

ตารางผนวกที่

121. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....159
122. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....159
123. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6).....160
124. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6).....160
125. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6).....160
126. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6).....161
127. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6).....161
128. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเริ่มไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6).....161
129. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6).....162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

1. แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของอะฟลาทอกซินชนิดต่างๆ.....15
2. แสดงขบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน B_1.....19
3. แสดงอะฟลาทอกซิน B_1 ที่เกิดจากการใช้กรดอะซิติก (C^{14} - acetic acid) และกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (C^{14} - methionine) ที่มีกัมมันตภาพรังสี เป็นสารเริ่มต้นในอาหารสังเคราะห์ที่ใช้เลี้ยงเชื้อรา *A. flavus*.....20
4. แสดงการเปลี่ยนแปลงของอะฟลาทอกซิน B_1 เป็นสารเมตาโบไลท์ชนิดต่างๆ และการรวมตัวของอะฟลาทอกซิน B_1 อิป๊อกไซด์กับสารชีวโมเลกุลในเซลล์ตับ.....22
5. แสดงสูตรทั่วไป สูตรโครงสร้างทางเคมีและน้ำหนักโมเลกุล ของกรดโพรพิโอนิค และเกลือโพรพิโอเนต.....36
6. แสดงขบวนการ ammoniation ของอะฟลาทอกซิน B_1 ไปเป็นอะฟลาทอกซิน D_1.....41
7. แสดงข้าวโพดกลุ่มที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมี เปรียบเทียบกับข้าวโพด กลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมีในการเก็บรักษา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ การทดลองที่ 1.....50
8. แสดงข้าวโพดกลุ่มที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมี เปรียบเทียบกับข้าวโพด กลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมีในการเก็บรักษา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ การทดลองที่ 4.....71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาเกี่ยวกับสารพิษที่เกิดจากเชื้อราทวีความรุนแรงขึ้นตามลำดับ ไม่ว่าจะในด้านราคาของผลผลิตเกษตร เช่นข้าวโพดที่ประเทศไทยเคยส่งออกมีมูลค่าหลายพันล้านบาทต่อปี เมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับสารพิษอะฟลาทอกซิน ก็ส่งผลทำให้ประเทศไทยต้องลดการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศลงเป็นจำนวนมาก (ประวัติ, 2528) นอกจากนี้ผลผลิตทางการเกษตรที่ปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินโดยเฉพาะข้าวโพดที่ไม่สามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศจะถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารสัตว์ภายในประเทศ โดยในระหว่างปี พ.ศ. 2528 - 2537 กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ได้สำรวจพบสารพิษอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับ ไก่ เป็ดและสุกร จำนวน 309 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 721 ตัวอย่าง คิดเป็น 42.86 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างทั้งหมด และปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินระดับสูงสุดที่ตรวจพบคือ 274.20 ppb (คนึงนิจ และคณะ, 2538) ซึ่งอาหารสัตว์ที่ถูกปนเปื้อนด้วยสารพิษอะฟลาทอกซินจะก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ โดยสัตว์ที่ได้รับสารพิษนี้โดยตรงในปริมาณที่สูงๆ จะทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างเฉียบพลันและตายได้ ขณะเดียวกันถ้าได้รับในปริมาณน้อยๆแต่เป็นเวลานานจะทำให้เกิดการป่วยเรื้อรัง เบื่ออาหาร การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตลดลง และอาจก่อให้เกิดมะเร็งที่อวัยวะภายในได้โดยเฉพาะที่ตับ (มาลินี, 2527) ซึ่งสารพิษที่ตกค้างอยู่ในตัวสัตว์และผลผลิตเช่นน้ำนมจะไปมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคอีกด้วย (ทิม, 2532) ดังนั้นจึงมีความพยายามในการป้องกันไม่ให้เชื้อราเจริญและสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินขึ้นในข้าวโพด วิธีหนึ่งที่ได้มีการศึกษาคือการใช้สารเคมีบางชนิดหรือหลายชนิดรวมกันในการควบคุมหรือป้องกันการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน ซึ่งพบว่ามีสารเคมีหลายชนิดที่มีคุณสมบัติในการควบคุมป้องกันการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ดี แต่การศึกษาถึงผลกระทบของสารเคมีที่นำมาใช้ต่อตัวสัตว์ยังมีการศึกษากันน้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาชนิดของสารเคมีและระดับที่เหมาะสมในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดอาหารสัตว์ และศึกษาผลกระทบของสารเคมีที่ใช้ต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาชนิดของสารเคมีและระดับที่เหมาะสมในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดอาหารสัตว์
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นอายุ 0 - 4 สัปดาห์ และลักษณะการให้ไข่ 10 ฟองแรก
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นอายุ 0 - 4 สัปดาห์ และลักษณะการให้ไข่ 10 ฟองแรก

วิธีดำเนินการวิจัย

<u>อุปกรณ์</u>

1. ข้าวโพดเมล็ดที่สะอาด และไม่พบการเกิดราด้วยการสังเกต
2. กระสอบป่านสำหรับใส่ข้าวโพด
3. กรดโพรพิโอนิค (ความเข้มข้น 99.8 %)
4. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ความเข้มข้น 29 %)
5. เกลือโซเดียมคลอไรด์ (เกลือป่น)
6. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สารพิษอะฟลาทอกซิน
7. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ (proximate analysis)
8. เครื่องชั่งอาหารและเครื่องชั่งน้ำหนักนกกระทา
9. เครื่องผสมอาหารแบบนอน ความจุ 100 กิโลกรัม
10. อาหารทดลองซึ่งเป็นอาหารผสม
11. นกกระทาญี่ปุ่นอายุ 1 วัน
12. กรงทดลองขนาด 90 x 90 x 30 เซ็นติเมตร พร้อมที่ให้น้ำและอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

การทดลองที่ 1 เพื่อศึกษาชนิดและระดับของสารเคมีที่เหมาะสมในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดอาหารสัตว์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 10 กลุ่ม แต่ละกลุ่มเติมสารเคมีในข้าวโพดดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 ไม่ใช้สารเคมี
กลุ่มที่ 2 กรดโพรพิโอนิค 1.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 3 กรดโพรพิโอนิค 1.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 4 กรดโพรพิโอนิค 2.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 5 แอมโมเนีย 1.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 6 แอมโมเนีย 1.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 7 แอมโมเนีย 2.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 8 เกลือโซเดียมคลอไรด์ 8.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 9 เกลือโซเดียมคลอไรด์ 10.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 10 เกลือโซเดียมคลอไรด์ 12.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)

โดยแต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ข้าวโพด 30 กิโลกรัม รวมข้าวโพดที่ใช้ทั้งหมด 900 กิโลกรัม

1. การเตรียมข้าวโพด

1.1 หาปริมาณความชื้นในข้าวโพด ตามวิธี proximate analysis ก่อนการเติมสารเคมี

1.2 ปรับความชื้นในเมล็ดให้ได้ประมาณ 25 % โดยเติมน้ำกลั่นลงในข้าวโพดแล้วทิ้งไว้ 1 คืนเพื่อให้ข้าวโพดอิ่มตัวด้วยน้ำ

2. การเติมสารเคมี

2.1 ชั่งข้าวโพดที่เตรียมไว้จากข้อ 1 กลุ่มละ 90 กิโลกรัม

2.2 เติมสารเคมีลงไปในข้าวโพดตามที่กำหนดในแต่ละกลุ่มคลุกเคล้าให้ทั่ว

2.3 แบ่งข้าวโพดใส่กระสอบ กระสอบละ 30 กิโลกรัม จำนวน 3 กระสอบ (ซ้ำ)

2.4 นำข้าวโพดไปเก็บไว้ในห้องและใช้กระสอบป่านพรมน้ำปูรองอยู่ใต้ชั้นวางข้าวโพดเพื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องให้ได้ประมาณ 80 % เพื่อป้องกันความชื้นในเมล็ดข้าวโพดลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การสุ่มตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างข้าวโพดในทุกซ้ำจากทุกกลุ่ม ซ้ำละประมาณ 1000 กรัม ทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยตัวอย่างที่สุ่มเก็บในแต่ละครั้งจะนำไปวิเคราะห์หาความชื้น และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดและเก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดสนิท เก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 0 - 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินต่อไป

4. การบันทึกข้อมูล

4.1 จดบันทึกเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราทุกสัปดาห์

4.2 ตรวจวัดปริมาณความชื้นในเมล็ดและปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดที่ได้จากการวิเคราะห์ทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง

4.3 สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดทุกซ้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางโภชนะ และตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราด้วยอาหาร PDA

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการใช้สารเคมีที่ใช้ในการควบคุมเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินที่อาจจะมีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นอายุ 0 - 4 สัปดาห์ และลักษณะการให้ไข่ 10 ฟองแรก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 10 กลุ่ม โดยใช้อาหารผสมสำหรับลูกนกกระทา แล้วเติมสารเคมีที่ต้องการทดสอบในระดับ 25 % ของที่ใช้ในการทดลองที่ 1 เนื่องจากข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีจากการทดลองที่ 1 จะถูกนำไปใช้ 25 % ในสูตรอาหารของการทดลองที่ 3 โดยแต่ละกลุ่มมีระดับของสารเคมีชนิดต่างๆดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 อาหารเปรียบเทียบ ไม่เติมสารเคมี
กลุ่มที่ 2 อาหารเปรียบเทียบที่มีกรดโพรพิโอนิค 0.25% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 3 อาหารเปรียบเทียบที่มีกรดโพรพิโอนิค 0.375% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 4 อาหารเปรียบเทียบที่มีกรดโพรพิโอนิค 0.50% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 5 อาหารเปรียบเทียบที่มีแอมโมเนีย 0.25% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 6 อาหารเปรียบเทียบที่มีแอมโมเนีย 0.375%(น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 7 อาหารเปรียบเทียบที่มีแอมโมเนีย 0.50% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 8 อาหารเปรียบเทียบที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 9 อาหารเปรียบเทียบที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 10อาหารเปรียบเทียบที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 3.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)

โดยแต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้นกกระทาญี่ปุ่นอายุ 1 วัน จำนวน 25 ตัว รวมนกกระทาที่ใช้ทั้งหมด 750 ตัว อาหารทดลองทุกกลุ่มมีโปรตีนในสูตรอาหาร 27 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 1 นกกระทาทุกกลุ่มจะได้รับอาหารและน้ำเต็มที่ตลอดเวลาการทดลอง เมื่อทดลองได้ 4 สัปดาห์จะสุ่มนกกระทาซ้ำละ 4 ตัว เป็นเพศผู้ 2 ตัว และเพศเมีย 2 ตัว นำมาชำแหละซากศึกษาหาเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอวัยวะภายในเทียบกับน้ำหนักตัวมีชีวิต ได้แก่น้ำหนักตับ หัวใจ และอัณฑะ และดูการเปลี่ยนแปลงที่พบได้ด้วยตาเปล่า สำหรับนกกระทาเพศเมียที่เหลือนำมาเลี้ยงต่อเพื่อศึกษาอายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก

1. การบันทึกข้อมูล

1.1 จดบันทึกปริมาณอาหารที่กินทุกสัปดาห์

1.2 จดบันทึกน้ำหนักตัวทุกสัปดาห์

1.3 สุ่มเก็บอาหารทดลองทุกกลุ่มเพื่อนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางโภชนะ

1.4 จดบันทึกอายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่ 10 ฟองแรกในแต่ละซ้ำ

1.5 บันทึกลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะภายในเมื่ออายุ 4 สัปดาห์ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับน้ำหนักตัวมีชีวิต

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีในการทดลองที่ 1 ต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นอายุ 0 - 4 สัปดาห์ และลักษณะการให้ไข่ 10 ฟองแรก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 11 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 อาหารเปรียบเทียบ ที่มีข้าวโพดสะอาดเป็นส่วนประกอบ

กลุ่มที่ 2 อาหารที่มีข้าวโพดที่ไม่ได้เติมสารเคมีและเก็บไว้ 8 สัปดาห์เป็นส่วนประกอบ

กลุ่มที่ 3 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมกรดโพรพิโอนิค 1.0% เป็นส่วนประกอบ

กลุ่มที่ 4 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมกรดโพรพิโอนิค 1.5% เป็นส่วนประกอบ

กลุ่มที่ 5 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมกรดโพรพิโอนิค 2.0% เป็นส่วนประกอบ

กลุ่มที่ 6 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมแอมโมเนีย 1.0% เป็นส่วนประกอบ

กลุ่มที่ 7 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมแอมโมเนีย 1.5% เป็นส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 8 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมแอมโมเนีย 2.0% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 9 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 8.0% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 10 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 10.0% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 11 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 12.0% เป็นส่วนประกอบ

โดยแต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้นกกระทาญี่ปุ่นอายุ 1 วัน จำนวน 25 ตัว รวมนกกระทาที่ใช้ทั้งหมด 825 ตัว อาหารทดลองทุกกลุ่มยกเว้นในกลุ่มที่ 1 จะใช้ข้าวโพดที่เป็นผลจากการทดลองที่ 1 ที่ผ่านการตากแดดจนมีความชื้นในเมล็ดต่ำกว่า 13 % โดยในสูตรอาหารทุกสูตรมีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบ 25 % อาหารทดลองทุกกลุ่มมีโปรตีนในสูตรอาหาร 27 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 2 ส่วนการเลี้ยงดู และบันทึกข้อมูลทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2

<u>การทดลองที่ 4</u> ศึกษาผลของกรดโพรพิโอนิคและเกลือโซเดียมคลอไรด์ในระดับต่ำที่เหมาะสมในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดอาหารสัตว์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 10 กลุ่ม แต่ละกลุ่มเติมสารเคมีในข้าวโพดดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 ไม่ใช้สารเคมี
กลุ่มที่ 2 กรดโพรพิโอนิค 0.2% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 3 กรดโพรพิโอนิค 0.4% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 4 กรดโพรพิโอนิค 0.6% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 5 กรดโพรพิโอนิค 0.8% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 6 กรดโพรพิโอนิค 1.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 7 เกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 8 เกลือโซเดียมคลอไรด์ 4.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 9 เกลือโซเดียมคลอไรด์ 6.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 10 เกลือโซเดียมคลอไรด์ 8.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยแต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ข้าวโพด 20 กิโลกรัม รวมข้าวโพดที่ใช้ทั้งหมด 600 กิโลกรัม ในการเตรียมข้าวโพด การเติมสารเคมี การสุ่มตัวอย่าง และการบันทึกข้อมูล ทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

<u>การทดลองที่ 5</u> ศึกษาผลของการใช้กรดโพรพิโอนิคและเกลือโซเดียมคลอไรด์ระดับต่ำที่ใช้ในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นอายุ 0 - 4 สัปดาห์ และลักษณะการให้ไข่ 10 ฟองแรก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 10 กลุ่ม ดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 อาหารเปรียบเทียบ ไม่เติมสารเคมี
กลุ่มที่ 2 อาหารเปรียบเทียบที่มีกรดโพรพิโอนิค 0.05% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 3 อาหารเปรียบเทียบที่มีกรดโพรพิโอนิค 0.10% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 4 อาหารเปรียบเทียบที่มีกรดโพรพิโอนิค 0.15% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 5 อาหารเปรียบเทียบที่มีกรดโพรพิโอนิค 0.20% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 6 อาหารเปรียบเทียบที่มีกรดโพรพิโอนิค 0.25% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 7 อาหารเปรียบเทียบที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 8 อาหารเปรียบเทียบที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)
กลุ่มที่ 9 อาหารเปรียบเทียบที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.0% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)

โดยแต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้นกกระทาญี่ปุ่นอายุ 1 วัน จำนวน 25 ตัว รวมนกกระทาที่ใช้ทั้งหมด 675 ตัว อาหารทดลองทุกกลุ่มมีโปรตีนในสูตรอาหาร 27 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 3 ส่วนการเลี้ยงดู และบันทึกข้อมูลทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2

<u>การทดลองที่ 6</u> ศึกษาผลการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีในการทดลองที่ 4 ที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นอายุ 0 - 4 สัปดาห์ และลักษณะการให้ไข่ 10 ฟองแรก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 11 กลุ่ม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 1 อาหารเปรียบเทียบ ที่มีข้าวโพดสะอาดเป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 2 อาหารที่มีข้าวโพดที่ไม่ได้เติมสารเคมีและเก็บไว้ 8 สัปดาห์เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 3 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมกรดโพรพิโอนิค 0.2% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 4 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมกรดโพรพิโอนิค 0.4% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 5 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมกรดโพรพิโอนิค 0.6% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 6 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมกรดโพรพิโอนิค 0.8% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 7 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมกรดโพรพิโอนิค 1.0% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 8 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.0% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 9 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 4.0% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 10 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 6.0% เป็นส่วนประกอบ
กลุ่มที่ 11 อาหารที่มีข้าวโพดที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 8.0% เป็นส่วนประกอบ

โดยแต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้นกกระทาญี่ปุ่นอายุ 1 วัน จำนวน 25 ตัว รวมนกกระทาที่ใช้ทั้งหมด 825 ตัว อาหารทดลองทุกกลุ่มยกเว้นในกลุ่มที่ 1 ใช้ข้าวโพดที่เป็นผลจากการทดลองที่ 4 ที่ผ่านการตากแดดจนมีความชื้นในเมล็ดต่ำกว่า 13 % โดยในสูตรอาหารทุกสูตรมีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบ 25 % อาหารทดลองทุกกลุ่มมีโปรตีนในสูตรอาหาร 27 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4 ส่วนการเลี้ยงดู และบันทึกข้อมูลทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2

<u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ</u>

ทุกการทดลองทำการวิเคราะข้อมูลที่ศึกษาทั้งหมด โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธี Dancan's new multiple range test (จรัญ, 2534) และวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SAS, 1985)

<u>สถานที่ทำการทดลอง</u>

เลี้ยงนกกระทาทดลองที่ฟาร์มสัตว์ปีก ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะของข้าวโพดและอาหารทดลอง ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิเคราะห์หาปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดและอาหารสัตว์ ที่ห้องปฏิบัติการสารพิษ ศูนย์ปรับปรุงคุณภาพข้าวโพดแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มการทดลองตั้งแต่เดือนเมษายน 2538 สิ้นสุดการทดลองเดือนมกราคม 2539

ตารางที่ 1

แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการทดลองที่ 2

วัตถุดิบ (%)	กลุ่มที่ 1 - 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
ปลายข้าว	37.6	34.5	33.4	32.4
รำละเอียด	10.0	10.0	10.0	10.0
กากถั่วเหลือง (44%)	41.8	42.3	42.5	42.6
ปลาป่น (58%)	8.0	8.0	8.0	8.0
ไขมันพืช	1.4	2.5	2.9	3.3
เปลือกหอย	0.2	0.2	0.2	0.2
เกลือ	0.5	2.0	2.5	3.0
พรีมิกซ์	0.5	0.5	0.5	0.5
ปริมาณโภชนะที่ได้จากการคำนวณ				
โปรตีน (%)	27.0	27.0	27.0	27.0
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900
เกลือ (%)	0.61	0.61	0.61	0.61
แคลเซียม (%)	0.81	0.81	0.81	0.81
ฟอสฟอรัส (%)	0.46	0.46	0.46	0.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการทดลองที่ 3

วัตถุดิบ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
ข้าวโพด	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
ปลายข้าว	12.3	11.5	11.5	11.4	11.5	12.4	12.3	12.5	12.2	12.2	12.0
รำละเอียด	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
กากถั่วเหลือง (44%)	41.5	41.9	41.9	42.0	41.9	41.2	41.3	41.1	42.0	42.0	42.2
ปลาป่น (58%)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
ไขมันพืช	2.0	2.4	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1
เปลือกหอย	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
เกลือ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
พรีมิกซ์	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ปริมาณโภชนะที่ได้จากการคำนวณ											
โปรตีน (%)	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
ME (kcal/kg)	2901	2901	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2901	2901	2900
เกลือ (%)	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	2.11	2.61	3.11
แคลเซียม (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
ฟอสฟอรัส (%)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47

ตารางที่ 3

แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการทดลองที่ 5

วัตถุดิบ (%)	กลุ่มที่ 1 - 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9
ปลายข้าว	33.4	36.6	35.5	34.5
รำละเอียด	10.0	10.0	10.0	10.0
กากถั่วเหลือง (44%)	42.5	41.9	42.1	42.3
ปลาป่น (58%)	8.0	8.0	8.0	8.0
ไขมันพืช	2.9	1.8	2.2	2.5
เปลือกหอย	0.2	0.2	0.2	0.2
เกลือ	0.5	1.0	1.5	2.0
พรีมิกซ์	0.5	0.5	0.5	0.5
ปริมาณโภชนะที่ได้จากการคำนวณ				
โปรตีน (%)	27.0	27.0	27.0	27.0
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900
เกลือ (%)	0.61	0.61	0.61	0.61
แคลเซียม (%)	0.81	0.81	0.81	0.81
ฟอสฟอรัส (%)	0.46	0.46	0.46	0.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4

แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองที่ใช้ในการทดลองที่ 6

วัตถุดิบ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
ข้าวโพด	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
ปลายข้าว	12.3	11.9	12.2	12.3	12.2	12.2	12.4	13.2	13.2	13.1	13.1
รำละเอียด	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
กากถั่วเหลือง (44%)	41.5	41.6	41.3	41.2	41.3	41.3	41.2	41.2	41.2	41.3	41.3
ปลาป่น (58%)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
ไขมันพืช	2.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	1.9	1.9	1.9	1.9
เปลือกหอย	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
เกลือ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
พรีมิกซ์	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ปริมาณโภชนะที่ได้จากการคำนวณ											
โปรตีน (%)	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
ME (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900
เกลือ (%)	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	1.11	1.61	2.11
แคลเซียม (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
ฟอสฟอรัส (%)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ประวัติความเป็นมาของสารพิษอะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซิน (aflatoxin) เป็นสารพิษที่เกิดจากขบวนการเมตาบอลิซึมของเชื้อราบางชนิด พบครั้งแรกจากเชื้อ *Aspergillus flavas* (Sargeant และคณะ,1961 a,b) ซึ่งคำว่า aflatoxin เกิดจากการรวมคำ 3 คำเข้าด้วยกันคือ *Aspergillus* (a-) , *flavus* (-fla) , และ toxin Blount (1961) ได้รายงานไว้เป็นครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษว่า ในปีค.ศ.1960 ได้เกิดโรคระบาดชนิดใหม่ขึ้นในไก่งวงโดยไม่ทราบสาเหตุของโรค และได้ตั้งชื่อโรคที่พบนี้ว่า Turkey X disease หลังจากนั้นได้มีรายงานเช่นเดียวกันนี้ในประเทศเคนยา และยูกานดา จากการศึกษาค้นคว้าถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคนี้ในประเทศอังกฤษพบว่าโรค Turkey X disease นี้เกี่ยวข้องกับถั่วลิสงที่สั่งซื้อมาจากประเทศบราซิล ภายหลังจากการนำเอาถั่วลิสงเหล่านี้มาเลี้ยงกับเป็ดทดลองแล้ว ปรากฏว่าเกิดการเป็นพิษเช่นเดียวกับไก่งวง คือมีอาการซึม เบื่ออาหาร ปีกตก คอตก ขาอ่อน เพลีย และตายในที่สุด ซึ่ง Sargeant และคณะ (1961 b) สามารถแยกเชื้อ *Aspergillus flavas* ได้จากถั่วลิสง และเชื้อนี้สามารถสร้างสารพิษได้เมื่อนำไปเลี้ยงบนวุ้น โดยสารพิษที่ถูกสร้างขึ้นเป็นชนิดเดียวกับที่สกัดได้ในถั่วลิสงที่เป็นพิษ

จากการตรวจสอบหาสารพิษอะฟลาทอกซินในผลิตผลทางการเกษตรต่างๆ ทั้งที่ผ่านการแปรรูปและที่ยังไม่ได้ผ่านการแปรรูป สามารถตรวจพบอะฟลาทอกซินในผลิตผลหลายชนิด เช่นถั่วลิสง ข้าวโพด ข้าวสาร มันสำปะหลัง หอม กระเทียม พริกแห้ง งา ถั่วเหลือง และถั่วอื่นๆ ในถั่วลิสงพบทั้งในถั่วลิสงดิบ ถั่วลิสงคั่วที่ใช้ปรุงอาหาร เนยถั่วลิสง กากถั่วลิสง และน้ำมันถั่วลิสง นอกจากนี้ยังพบในผัก ผลไม้ อาหารแห้งเช่น ปลาแห้ง กุ้งแห้ง เนื้อมะพร้าวเป็นต้น (ปริศนา, 2534) จากการตรวจหาชนิดของเชื้อราพบว่า นอกจากเชื้อรา *A. flavas* และ *A. parasiticus* แล้ว ยังมีเชื้อราอีกหลายชนิดที่สามารถสร้างสารพิษได้เช่น *A. niger, A. glaucus, A. ochracecus, Penicillium spp., Rhizopus spp., Fusarium spp.* (Shank และคณะ, 1972) อารันต์ (2528) รายงานว่าตรวจพบอะฟลาทอกซินมากในถั่วลิสง และผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง รองลงมาคือข้าวโพด โดยพบเชื้อ *A. flavas* เป็นเชื้อสาเหตุเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

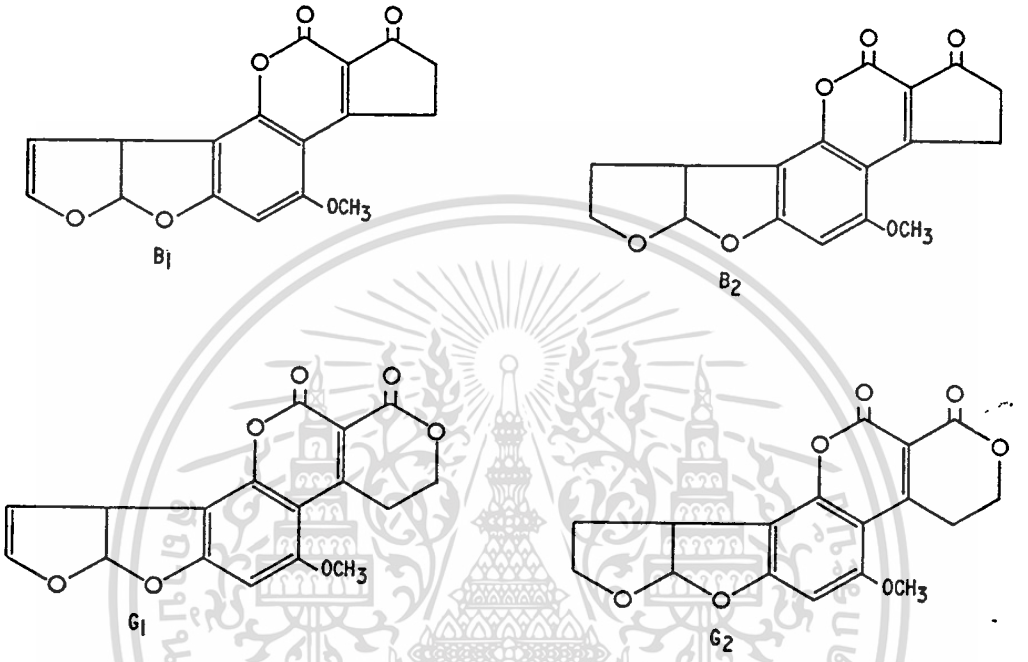
ชนิดและคุณสมบัติของสารพิษอะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินเป็นกลุ่มของสารเคมีพวกไดฟราโนคิวมาริน (difranocoumarin) ที่มีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน อะฟลาทอกซินที่พบอยู่ในอาหารของคนและสัตว์โดยทั่วไปจะเป็นอะฟลาทอกซิน B_1, B_2, G_1 และ G_2 แต่ก็มีอะฟลาทอกซินอีกหลายชนิดในปริมาณเล็กน้อยได้แก่ อะฟลาทอกซิน M_1, M_2, B_{2a} และ G_{2a} สูตรโครงสร้างของอะฟลาทอกซินเหล่านี้แสดงไว้ในภาพที่ 1 อะฟลาทอกซินสามารถเรืองแสงได้ภายใต้แสงอุลตร้าไวโอเลท (ultraviolet light) ขนาดความยาวคลื่น 365 - 366 นาโนเมตร โดยอะฟลาทอกซิน B_1 และ B_2 จะเรืองแสงสีน้ำเงิน อะฟลาทอกซิน B_1 แตกต่างจาก B_2 ตรงที่มีพันธะคู่ในวงที่หนึ่ง ส่วนอะฟลาทอกซิน G_1 และ G_2 จะเรืองแสงสีเขียวปนเหลือง (yellowish green fluorescence) อะฟลาทอกซิน B_1 แตกต่างจาก G_1 ตรงที่ไม่มีกลุ่มแลคโตน (lactone group) ในวงที่ห้า จากคุณสมบัติของการเรืองแสงนี้เองจึงนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการตรวจสอบหาปริมาณและคุณภาพของสารพิษเหล่านี้ได้ นอกจากนี้แล้วการที่อะฟลาทอกซินมีสูตรโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกัน ก็ทำให้ความรุนแรงของการเกิดพิษแตกต่างกันไปด้วย กล่าวคือการที่อะฟลาทอกซินมีพันธะคู่ในวงที่หนึ่งและไม่มีกลุ่มแลคโตนในวงที่ห้านั้น จะมีผลทำให้เกิดความเป็นพิษอย่างเฉียบพลัน (acute toxicity) และการเกิดมะเร็ง (carcinogenicity) ในตับเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นการเกิดการเป็นพิษอย่างเฉียบพลันและการเกิดมะเร็งในตับจะเป็นไปตามลำดับของอะฟลาทอกซินดังนี้คือ อะฟลาทอกซิน $B_1 > G_1 > B_2 > G_2$ สำหรับอะฟลาทอกซิน M_1, M_2 กับ B_{2a} และ G_{2a} นั้น เป็นเมตาโบไลท์ (metabolite) ของอะฟลาทอกซิน B_1, B_2 และ G_2 ตามลำดับ อะฟลาทอกซิน M_1 และ M_2 พบมากในน้ำนมและปัสสาวะของสัตว์ที่ได้รับอะฟลาทอกซิน B_1 และ B_2 เข้าไป ส่วน B_{2a} และ G_{2a} นั้นพบได้ในอาหารทั่วไป ดังนั้นจะเห็นได้ว่าน้ำนมที่ให้ดื่มซึ่งได้มาจากคนและสัตว์นั้นอาจจะมีอะฟลาทอกซิน M_1 และ M_2 ปะปนอยู่ได้ถ้าคนและสัตว์นั้นกินอาหารที่มีอะฟลาทอกซิน B_1 และ B_2 ปะปนอยู่ด้วยเข้าไป

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าอะฟลาทอกซินเป็นกลุ่มของสารอินทรีย์เคมี ดังนั้นอะฟลาทอกซินจึงละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์เคมีหลายชนิดด้วยกันคือ เมททานอล (methanol) เอททานอล (ethanol) คลอโรฟอร์ม (chloroform) อะซิโตน (acetone) แต่ไม่ค่อยละลายในปิโตเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) เฮกเซน (hexane) และน้ำ อะฟลาทอกซินสามารถถูกทำลายได้ด้วยแสง ความร้อน สารละลายที่เป็นด่าง เช่น โซเดี่ยมไฮโปคลอไรด์ (sodium hypochloride) และไฮโดรเจนเปอร์อ๊อกไซด์ (hydrogen peroxide) เป็นต้น (ธีระยุทธ และชัยวัฒน์, 2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1



แสดงสูตรโครงสร้างทางเคมีของอะฟลาทอกซินชนิดต่างๆ
ที่มา : ธีระยุทธ และชัยวัฒน์ (2524)

มาลินี (2527) รายงานว่าอะฟลาทอกซินจะคงอยู่ได้นานและจะไม่ถูกทำลาย หรือเสื่อมสภาพไปที่อุณหภูมิระดับต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ หรือในสภาวะที่เมล็ดพืชถูกนำไปเปลี่ยนสภาพเป็นอาหารสำหรับสัตว์ ศรีสิทธิ์ (2515) กล่าวว่าสารพิษพวกนี้สามารถทนต่อความร้อนได้สูงถึง 500 องศาฟาเรนไฮท์ หรือ 260 องศาเซลเซียส

Coomes และคณะ (1966) ได้ทำการทดลองนึ่งอาหารถั่วลิสง (ความชื้น 60 %) ซึ่งมีปริมาณอะฟลาทอกซิน B_1 อยู่ 7,000 ppb โดยใช้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว และอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ผลการทดลองปรากฏว่าปริมาณอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงลดลงเหลือ 2,000 และ 340 ppb ภายในเวลา 2 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ ส่วนการคั่วถั่วลิสงที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซินที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมงครึ่ง จะทำให้ปริมาณอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงเหลือเพียง 20 % เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Feuell (1966) รายงานว่าอะฟลาทอกซินถูกทำลายได้ด้วยแสง และความร้อนในรูปต่างๆ ดังนั้นการใช้ความร้อนระหว่างการเตรียมอาหารจะทำให้อะฟลาทอกซินลดลงไปได้บ้าง ความพยายามที่จะใช้ความร้อนในรูปของการต้ม คั่ว หรือนึ่งโดยใช้ความดัน ไม่มีผลต่อการทำลายอะฟลาทอกซินเท่าที่ควร อะฟลาทอกซินที่แยกมาจากอาหารจะคงสภาพเดิมอยู่จนกระทั่งใกล้จุดหลอมที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส

Wogan (1966) และ Ciegler และคณะ (1971) ได้รายงานคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอะฟลาทอกซินชนิดต่างๆ ไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5

แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของอะฟลาทอกซิน

ชนิดของอะฟลาทอกซิน	น้ำหนักโมเลกุล	จุดหลอมตัว (เซลเซียส)
B_1	312	268 - 269
B_2	314	286 - 289
G_1	328	244 - 246
G_2	330	237 - 240

ที่มา : Wogan (1966) และ Ciegler และคณะ (1971)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของอะฟลาทอกซิน

1. ชนิดของเชื้อรา (Fungal strain and species) ธีรยุทธ (2529) รายงานถึงความสามารถที่ต่างกันของการสร้างสารพิษจากเชื้อราในประเทศไทยพบว่าเชื้อรา *A. flavus* ที่ได้จากแหล่งอาหารต่างๆกัน 84.6 % สามารถผลิตอะฟลาทอกซิน B_1 และ B_2 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Glinsukon และคณะ (1976) ซึ่งได้ศึกษาเชื้อราที่ขึ้นบนอาหารในประเทศไทยพบว่าเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* สามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้ดีกว่าเชื้อราชนิดอื่น ซึ่งอะฟลาทอกซินที่ได้จากเชื้อราชนิดต่างๆจะมีปริมาณและชนิดของอะฟลาทอกซินแตกต่างกันไป เสาวรส (2526) รายงานว่าเชื้อรา *A. flavus* มีตั้งแต่สายพันธุ์ที่สร้างอะฟลาทอกซิน และสายพันธุ์ที่ไม่สร้าง บางสายพันธุ์มีความสามารถในการสร้างอะฟลาทอกซินได้ครบทุกตัวคือ B_1, B_2, G_1 และ G_2 บางสายพันธุ์สร้างเฉพาะ B_1 หรือ G_1 เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความชื้นในเมล็ดและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Moisture content and relative humidity) ธีรยุทธ (2529) รายงานว่าความชื้นมีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้ความชื้นในอากาศสูงด้วย ระดับความชื้นสูงสุดในเมล็ดพืชบางชนิด เช่น ข้าวโพด และข้าวสาลี ที่ไม่ทำให้เกิดเชื้อราคือ 12.5 - 13.5 %, ถั่วลิสง 8 %, ข้าวฟ่าง 13.6 - 14.5 % แต่มีข้อยกเว้นสำหรับถั่วลิสงที่ระดับความชื้น 8 % อาจพบเชื้อรา *A. flavus* ได้ ทั้งนี้เพราะถั่วลิสงเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการเจริญติบโตของเชื้อรา *A. flavus*

นรสีห์ (2520) กล่าวว่า ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของเชื้อรา คือ ความชื้นสัมพัทธ์ 80 - 100 % Ceigler และคณะ (1971) รายงานว่า เชื้อรา *A. flavas* เจริญเติบโตได้ดีในข้าวโพด ซึ่งเก็บไว้ในที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 80 % หรือสูงกว่า และการเจริญเติบโตของเชื้อรานี้จะเจริญเติบโตได้ดีในเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 16.2 - 24.4 % ดังนั้นการเก็บเมล็ดธัญพืชควรทำให้ความชื้นลดต่ำลงเหลือ 13 % หรือต่ำกว่า นอกจากนี้ยังพบว่ากากถั่วลิสงที่เก็บไว้ในที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 85 % มีผลทำให้เชื้อรา *A. flavus* สร้างอะฟลาทอกซินได้มาก เชื้อราโดยทั่วไปจะเจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่มีความชื้นระหว่าง 14 - 30 % นอกจากนี้เชื้อรายังเจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศตั้งแต่ 75 % ขึ้นไป ความชื้นเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราที่สร้างอะฟลาทอกซิน คือถ้ามีปริมาณของความชื้นในอาหารและในอากาศต่ำก็จะทำให้การสร้างอะฟลาทอกซินลดน้อยลงไปด้วย ดังนั้นการลดปริมาณความชื้นของอาหารจึงเป็นวิธีป้องกันการขึ้นปะปนของเชื้อราในอาหารได้

3. อุณหภูมิและระยะเวลาในการเจริญเติบโตของเชื้อรา ศรีสิทธิ์ (2515) รายงานว่าสภาพที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างอะฟลาทอกซิน ได้แก่สภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศประมาณ 98 % และมีอุณหภูมิระหว่าง 25 - 27 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสภาพเดียวกับเชื้อรา *A. flavus* สามารถเจริญเติบโตได้ดี นรสีห์ (2520) กล่าวว่าโดยปกติเชื้อราจะเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 24 - 32 องศาเซลเซียส เชื้อราจะสร้างอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดที่ทำให้ชื้นแล้วภายใน 48 ชั่วโมง ธีระยุทธ และชัยวัฒน์ (2524) รายงานว่า ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เชื้อราสามารถสร้างอะฟลาทอกซินได้สูงสุดในวันที่ 11 - 13 ของการเลี้ยงเชื้อ และที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส เชื้อราจะผลิตอะฟลาทอกซินได้สูงสุดในวันที่ 7 - 9 และ 5 - 7 ตามลำดับ และให้ข้อสังเกตว่าอุณหภูมิและความชื้นในสภาพอากาศของประเทศไทย เหมาะสมต่อเชื้อราที่จะสร้างอะฟลาทอกซินได้เป็นอย่างดีในระยะเวลา 7 - 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ เสาวรส (2526) พบว่าถ้าคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 20 % เชื้อรายังคงเจริญเติบโตได้ดี แต่ความสามารถในการสร้างอะฟลาทอกซินจะลดลง 75 % ถ้าลดออกซิเจนเหลือเพียง 1 % เชื้อรายังคงสามารถเจริญได้ แต่การสร้างอะฟลาทอกซินจะลดลง ธีระยุทธ และชัยวัฒน์ (2524) ได้ทำการเลี้ยงเชื้อราบนอาหารพวกเมล็ดพืชในขวดแก้ว และพบว่าการเพิ่มปริมาณออกซิเจนโดยการเขย่าขวดแก้วตลอดเวลาจะทำให้เชื้อราเจริญเติบโต และการสร้างอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้น 3 - 150 เท่าตัว

5. ปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา เช่น วัสดุที่เชื้อราขึ้น การเข้าทำลายของแมลง ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ แหล่งอาหารคาร์บอนที่แตกต่างกัน ปริมาณไวตามินและแร่ธาตุปลีกย่อย (trace element) บางชนิด ธีระยุทธ และชัยวัฒน์ (2524) กล่าวว่า แหล่งคาร์บอนของเชื้อราได้แก่น้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น ซูโครส กลูโคส ฟรุ๊คโตส ไซโลส และไรโบส เป็นต้น แต่พบว่าซูโครสจะช่วยทำให้เชื้อราสร้างอะฟลาทอกซินได้ดีที่สุด แร่ธาตุที่สำคัญในการสร้างอะฟลาทอกซินคือสังกะสี ดังนั้นถ้าปริมาณสังกะสีในอาหารเลี้ยงเชื้อมีน้อยหรือจับตัวกับสารอื่นจะทำให้การสร้างอะฟลาทอกซินลดน้อยลง เช่น กากถั่วเหลืองมี phytic acid มากซึ่งจะจับตัวกับสังกะสีทำให้เชื้อราสร้างอะฟลาทอกซินบนกากถั่วเหลืองได้น้อยกว่ากากถั่วชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวโพด ข้าวสาลี และข้าวจะเป็นแหล่งเลี้ยงเชื้อ *A. flavus* ที่ผลิตอะฟลาทอกซินได้ดีกว่า ข้าวฟ่าง ถั่วลิสง และถั่วเหลือง และยังพบว่าเมล็ดพืชที่พ้นเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม จะช่วยให้เกิดการสร้างอะฟลาทอกซินได้มากขึ้นด้วย

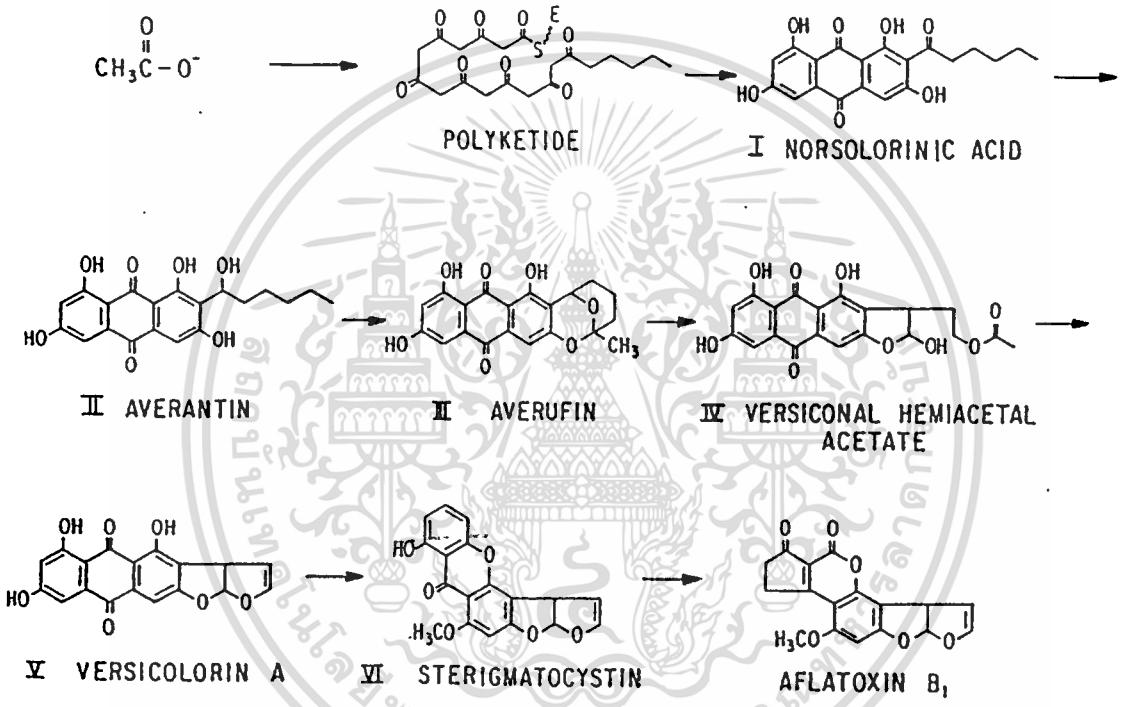
ขบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินถูกสังเคราะห์มาจาก acetate โดยที่ acetate เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเป็นวงได้เป็น cyclic polyketo acid ซึ่งมีคาร์บอน 20 ตัว ซึ่งสารประกอบนี้จะเปลี่ยนเป็น averufin ซึ่งจะเปลี่ยนเป็น versinocal และ sterigmatocystin และอะฟลาทอกซิน B_1 ในที่สุด ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2 (Ceigler และคณะ, 1971; Zaika และBuchanan, 1987)

Davis และคณะ (1967) ได้ทำการศึกษาขบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซินจากเชื้อราในอาหารสังเคราะห์ที่ใช้สารกัมมันตภาพรังสีเป็นแหล่งอาหารชนิดต่างๆ พบว่าอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่เปลี่ยนแปลงได้ acetic acid ซึ่งเป็นสารที่เป็นตัวให้คาร์บอนและออกซิเจนในโมเลกุลของอะฟลาทอกซินเป็นส่วนใหญ่ โดยมีเมทไทโอนีน (methionine) เป็นแหล่งของ methyl group ในโมเลกุลของอะฟลาทอกซิน ดังแสดงในภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2

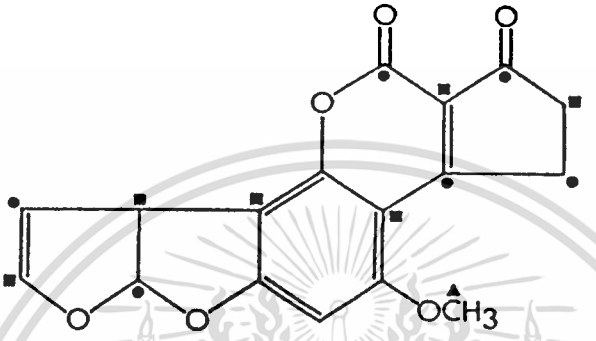


แสดงขบวนการสังเคราะห์อะฟลาทอกซิน B_1

ที่มา : Zaika และBuchanan (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3



$^{\blacksquare}CH_3{}^{\bullet}COOH$ = กรดอะซิติก (acetic acid) (C^{14} = $^{\blacksquare}C$ และ $^{\bullet}C$)

$^{\blacktriangle}CH_3SCH_2CH_2CH(NH_2)COOH$ = กรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) (C^{14} = $^{\blacktriangle}C$)

แสดงอะฟลาทอกซิน B_1 ที่เกิดจากการใช้กรดอะซิตริก (C^{14} - acetic acid) และกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (C^{14} - methionine) ที่มีกัมมันตภาพรังสีเป็นสารเริ่มต้นในอาหารสังเคราะห์ที่ใช้เลี้ยงเชื้อรา *A. flavus*

ที่มา : ธีระยุทธ และชัยวัฒน์ (2524)

การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของอะฟลาทอกซินในร่างกาย

เมื่อสารพิษอะฟลาทอกซิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอะฟลาทอกซิน B_1 เข้าสู่ร่างกายแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่ตับเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสามารถจำแนกออกตามผลของการตอบสนองทางชีวเคมีที่มีต่อเมตาโบลิซึมภายในเซลล์ของตับได้ 2 ทางด้วยกันคือ

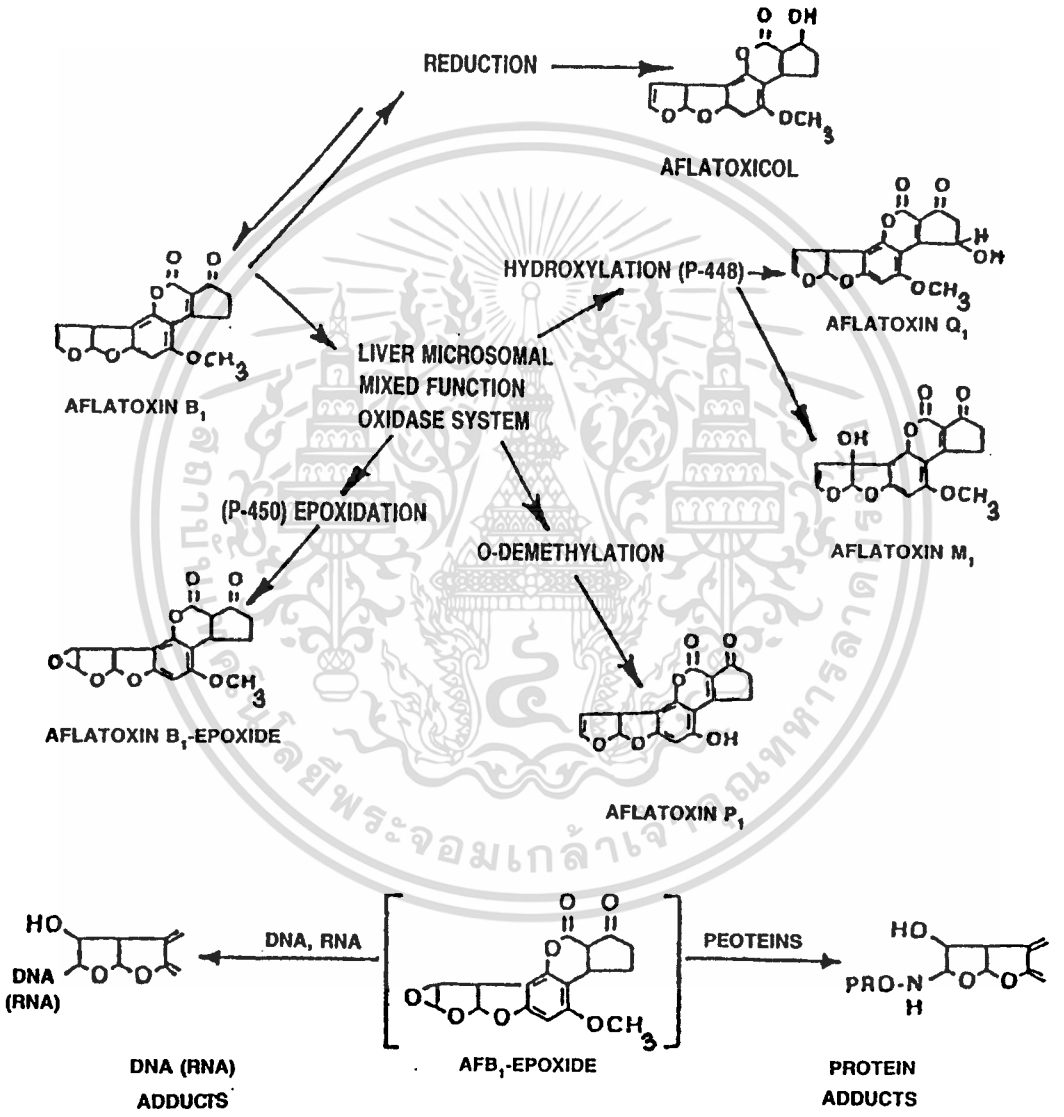
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเปลี่ยนแปลงเพื่อการกำจัดออกนอกร่างกาย (metabolic route) Shark และWogan (1965) กล่าวว่าอะฟลาทอกซินจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางลำไส้เล็ก หลังจากดูดซึมแล้วจะมีการรวมตัวกับอัลบูมิน (albumin) ในซีรั่ม (serum) โดยกระจายไปยังอวัยวะต่างๆของร่างกาย บางส่วนจะถูกเก็บไว้ที่ตับ ไต และอวัยวะต่างๆ นอกจากนี้ยังพบว่าโคนมจะมีการขับอะฟลาทอกซินออกทางน้ำนม ซึ่งสารที่ขับออกมานี้พบว่ามีความเป็นพิษ นอกจากนี้จากการฉีดอะฟลาทอกซิน B_1 กัมมันตภาพรังสี เข้าไปในหนู (rat) พบว่า 80 - 90 % ของอะฟลาทอกซินที่ฉีดเข้าไปจะถูกกำจัดออกนอกร่างกายภายใน 24 ชั่วโมง และพบว่าอะฟลาทอกซินถูกกำจัดออกทางอุจจาระมากที่สุดรองลงมาคือทางปัสสาวะ อวัยวะที่มีการสะสมของอะฟลาทอกซินมากจะพบที่ตับและไต ส่วนที่ม้าม หัวใจ และสมอง จะมีปริมาณของอะฟลาทอกซินสะสมน้อยกว่า 0.1 % ธีระยุทธ และชัยวัฒน์ (2524) กล่าวว่า เมื่ออะฟลาทอกซิน B_1 เข้าสู่ร่างกายแล้ว บางส่วนอาจถูกกำจัดออกนอกร่างกายได้โดยตรงโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ส่วนใหญ่แล้วจะถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีโดยอาศัยกลุ่มเอ็นไซม์ในเอ็นโดพลาสมิกเรติคูลั่ม (endoplasmic reticulum) ของเซลล์ตับที่เรียกว่า drug-metabolizing enzyme ได้ผลิตผลเป็นสารเมตาโบไลท์ชนิดต่างๆ ได้แก่ อะฟลาทอกซิน M_1, P_1, Q_1, B_{2a} และ R_0 โดยพบว่าอะฟลาทอกซินสามชนิดแรกมีปริมาณมากกว่าอีกสองชนิดหลัง สารเมตาโบไลท์ต่างๆนี้ส่วนใหญ่จะถูกกำจัดออกนอกร่างกายโดยทางปัสสาวะ

2. การเปลี่ยนแปลงเพื่อทำปฏิกริยากับส่วนประกอบทางชีวเคมีของเซลล์ตับ (activation route) นอกจากอะฟลาทอกซิน B_1 จะถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารเมตาโบไลท์ต่างๆ ดังกล่าวแล้ว ในเซลล์ของตับยังเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอะฟลาทอกซิน B_1 โดยอาศัยการกระตุ้นของเอ็นไซม์และโคเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในไมโครโซม (microsome) ของเซลล์ได้เป็นสารเมตาโบไลท์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ อีป็อกไซด์ของอะฟลาทอกซิน B_1 (aflatoxin B_1 - 2,3 - epoxide) ซึ่งสามารถรวมตัวได้ดีกับสารชีวโมเลกุลในเซลล์ตับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารพันธุกรรมได้แก่ DNA และ RNA รวมทั้งโปรตีน (ดังแสดงในภาพที่ 4) เป็นผลให้ DNA มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจากเดิม การสร้างโปรตีนบางชนิดจึงลดลง เป็นการกระตุ้นกระบวนการเกิดพิษอย่างเฉียบพลัน และการเกิดพิษอย่างค่อยเป็นค่อยไป รวมถึงการเกิดมะเร็งในเซลล์ตับด้วย (ธีระยุทธ และชัยวัฒน์, 2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4



แสดงการเปลี่ยนแปลงของอะฟลาทอกซิน B_1 เป็นสารเมตาโบไลท์ชนิดต่างๆ และการรวมตัวของอะฟลาทอกซิน B_1 อีปีอกไซด์กับสารชีวโมเลกุลในเซลล์ตับ

ที่มา : ธีระยุทธ และชัยวัฒน์ (2524)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินต่อสัตว์

อะฟลาทอกซินทำให้เกิดความเป็นพิษได้ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยความเป็นพิษจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ชนิด อายุ เพศ อาหารที่ได้รับ ปริมาณและเวลาที่ได้รับสารพิษ ซึ่งพบว่าสัตว์ที่มีความต้านทานต่ออะฟลาทอกซินจากน้อยไปหามากคือ ลูกเป็ด ปลาเรนโบว์เทราท์ หนูตะเภา ไก่งวง และไก่กระทง สัตว์ที่ได้รับพิษในปริมาณมากโดยเฉพาะในสัตว์อายุน้อยจะตายอย่างรวดเร็ว ส่วนอาการเรื้อรังของสัตว์ที่ได้รับสารพิษโดยทั่วไปคืออัตราการเจริญเติบโตลดลง ประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลง สัตว์ให้ผลผลิตลดลง และยังทำให้ความต้านทานต่อโรคและพยาธิน้อยลงอีกด้วย นอกจากนี้ในสัตว์อ่อนและสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโตจะได้รับผลกระทบมากกว่าสัตว์อายุมากหรือสัตว์ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว สำหรับแกะจะเป็นสัตว์ที่มีความทนทานต่อสารพิษมากกว่าสัตว์ชนิดอื่น (มาลินี, 2527; สุกัญญา, 2530)

สารพิษจากเชื้อรามีผลต่อระบบการทำงานของร่างกายสัตว์คือ

1. ถ้าระดับสารพิษอะฟลาทอกซินในเลือดสูงจะมีผลทำให้ระดับของสารโปรทรอมบินซึ่งเป็นสารที่ทำให้เลือดแข็งตัว มีระดับต่ำกว่าปกติมากอาจจะลดลงเหลือเพียง 20 % ของระดับปกติ

2. ทำให้ระดับแคลเซี่ยมในเลือดลดลง เนื่องจากการใช้ประโยชน์ได้ของแคลเซียมลดลง และมีผลให้สัตว์ไม่สามารถใช้ไวตามินดีได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นจึงพบปัญหาเรื่องขาและกระดูกไม่แข็งแรง สัตว์จะแสดงอาการกระดูกอ่อน หรือกระดูกเปราะแตกหักง่าย

3. ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนลดลง ทำให้ต้องเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารให้สูงขึ้นกว่าระดับปกติ มิฉะนั้นจะทำให้ระดับการเจริญเติบโตลดลง ประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลง รวมไปถึงสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ลดลงด้วย

4. มีผลไปลดความเข้มข้นของเกลือในน้ำดี (bile salt) ทำให้การดูดซึมและการย่อยได้ของไขมันลดลง

5. มีผลไปลดความเข้มข้นของน้ำย่อยไขมันจากตับอ่อน (pancreatic lipase) ทำให้การย่อยได้ของไขมันต่ำลง

6. มีผลไปลดน้ำย่อยโปรตีนจากตับอ่อน (pancreatic trypsin) ทำให้สัตว์ย่อยสลายโปรตีนได้น้อยลง

7. มีผลไปลดน้ำย่อยแป้ง (pancreatic amylase) ทำให้สัตว์ย่อยสลายสารอาหารจำพวกแป้งได้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ทำให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวมีปริมาณลดลง สัตว์ไม่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันโรคในระดับปกติได้ ส่งผลให้สัตว์ติดเชื้อโรคง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่เกิดจากเชื้อ ซัลโมเนลล่า และยังลดประสิทธิภาพของวัคซีนที่ให้แก่สัตว์ด้วย

9. ทำให้ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะในซีรั่มลดลง ดังนั้นการให้ยาในระดับการรักษาปกติจึงไม่ได้ผล

10. ทำให้การดูดซึมสารสีในสัตว์ปีกลดลง ผลคือทำให้ผิวหนังและไข่แดงมีสีซีด

11. อะฟลาทอกซินจะไปลดหรือหยุดการเจริญเติบโต ของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อร่างกายสัตว์ ซึ่งเราพบปรากฏการณ์นี้ในสัตว์สี่กระเพาะ และ เป็ด ไก่ นอกจากนี้ยังพบว่าอะฟลาทอกซินยังไปลดปริมาณของเชื้อแบคทีเรียในส่วนปลายของลำไส้ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสัตว์ด้วย

12. อะฟลาทอกซินจะไปทำลายผนังของลำไส้ (intestinal mucosa) และทำให้ผนังลำไส้ไม่สามารถขับเอาน้ำย่อย หรือดูดซึมสารอาหารเข้าสู่ร่างกายได้

13. เมื่ออะฟลาทอกซินถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายเข้ากระแสเลือดก็จะเข้าไปทำลายตับ ไขกระดูก สมอง และอวัยวะอื่นๆ

14. อะฟลาทอกซินจะไปมีผลทำให้การทำงานของเนื้อเยื่อในร่างกายตามส่วนต่างๆ ผิดปกติไป เช่น ขบวนการเมตาบอลิซึม การสร้างเอ็นไซม์และฮอร์โมนผิดปกติไป

สารพิษที่ปะปนมาในอาหารสัตว์ นอกจากจะเป็นปัญหาต่อสุขภาพของสัตว์แล้วยังส่งผลต่อไปถึงอาหารของมนุษย์ด้วย แม้ว่าสัตว์ส่วนใหญ่จะสามารถเปลี่ยนแปลงสารพิษที่ได้รับเข้าไปอย่างรวดเร็วก็ตาม แต่ก็ยังมีสะสมอยู่บ้างในส่วนของเนื้อเยื่อ และน้ำนม (ทิม, 2532)

มาลินี (2527) ได้รายงานผลของสารพิษอะฟลาทอกซินที่มีผลต่อสัตว์ชนิดต่าง ๆ อาการผิดปกติของตับ และผลต่อการเจริญเติบโต ไว้ในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6

ขนาดความเป็นพิษและผลของอะฟลาทอกซินในสัตว์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของสัตว์	ขนาดของอะฟลาทอกซิน (มก./กก.)	ระยะเวลาที่ให้ (สัปดาห์)	อาการผิดปกติของตับ	ผลต่อการเจริญเติบโต
<u>สุกร</u>				
20-60 กก.	0.28	12	ปานกลาง	ลดลง
20-90 กก.	0.28 และ 0.41	20	ปานกลาง	ลดลง
90 กก.ขึ้นไป	0.69	7	เล็กน้อย	ปกติ
อุ้มท้อง	0.3 ถึง 0.5	4	เล็กน้อย	เบื่ออาหารและตาย
<u>โคกระบือ</u>				
ลูกโค	0.2	16	เล็กน้อย	ลดลง
โคหนุ่ม	0.66	20	เล็กน้อย	ปกติ
โคนม	1.5	4	ไม่ผิดปกติ	น้ำนมลด
<u>สัตว์ปีก</u>				
ไก่เนื้อ	0.21	7	ปานกลาง	ปกติ
	0.42	7	ปานกลาง	ลดลง
ไก่งวง	0.25	4	ปานกลาง	ลดลง
ลูกเป็ด	0.03	4	เด่นชัด	ลดลงและตาย

ที่มา : มาลินี (2527)

ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินในสุกร

สุกัญญา (2530) รายงานว่า สุกรที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินในระดับต่ำกว่า 10 ppb จะไม่แสดงอาการออกมาให้เห็นภายนอก แต่ตับมีสีเหลืองซีด ส่วนสุกรที่ได้รับอะฟลาทอกซินในระดับสูงกว่านี้จะมีอาการในขั้นแรกคือ เบื่ออาหาร ขนหยาบกร้าน ซึม อ่อนแอ การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง สุกรที่ได้รับอะฟลาทอกซินในระดับต่ำ และรอดตายมักแคระแกรน แต่สุกรสามารถกลับเข้าสู่สภาพเดิมได้เมื่อได้รับอาหารที่ไม่มีอะฟลาทอกซิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธีระยุทธ และชัยวัฒน์ (2524) รายงานว่า เมื่อสุกรได้รับอะฟลาทอกซินที่ปนอยู่ในอาหารเข้าไปในปริมาณมากจะทำให้มีอาการซูบผอม ขนหยาบกร้าน อุจจาระร่วงมีสีเหลืองจัด แข็งเป็นก้อนและมีเยื่อเมือกปนอยู่ด้วย ขาหลังไม่มีกำลัง ยืนตัวโก่ง มีอาการดีซ่านและโลหิตจาง สุกรจะตายภายใน 1 - 5 วัน ผิวหนังมีสีเหลืองซีด อาจพบมีสีม่วงคล้ำตามแนวใต้คางลงไปตามช่วงอกและต่ำลงมาถึงใต้ขาหลัง บางรายมีจุดเลือดออกขนาด 1 - 2 มิลลิเมตร ซึ่งอาจเป็นกลุ่มหรือกระจายกันอยู่ใต้ผิวหนัง ตับเป็นอวัยวะที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือจะมีสีเหลืองซีด เพราะมีไขมันและสีของน้ำดีเพิ่มมากขึ้น มีปุ่มแข็งลักษณะสีขาวนูนปนสีน้ำตาล หรือสีเขียวปนสีน้ำตาล ถุงน้ำดีมีลักษณะบวมน้ำและอาจมีจุดเลือดออกรอบผิวนอกของถุงน้ำดี อาจพบมีน้ำคั่งในช่องอกหรือช่องท้อง พบจุดเลือดเล็กๆรอบไตและอาจพบการบวมน้ำในไต พบการตายของเซลล์ตับ จำนวนท่อน้ำดีเพิ่มขึ้น มีการเพิ่มปริมาณเส้นใยเกี่ยวพันรอบเซลล์ตับด้วย กิจจา (2530) อธิบายว่าการที่พบจุดเลือดออกทั่วไปตามอวัยวะต่างๆของสุกร เพราะสารพิษมีผลรบกวนการเกิดลิ่มเลือดซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำลายเซลล์ตับ เกี่ยวข้องกับการดูดซึมไวตามินเคที่ลำไส้ และเป็นผลจากสารพิษชนิด B_1 ถูกแปรสภาพโดยระบบเอ็นไซม์ (microsomal enzyme system) ภายในตับ เกิดเป็นสารที่มีคุณสมบัติป้องกันการเกิดลิ่มเลือด นอกจากนี้ยังมีผลขัดขวางการสร้างโปรตีนและทำให้กลไกการสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายด้อยประสิทธิภาพลง

Cook และคณะ (1989) รายงานถึงความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินที่สุกรแสดงออกหลังจากกินอาหารที่ปนเปื้อนด้วยอะฟลาทอกซินปริมาณ 1200 ppb พบว่าสุกรจะกินอาหารน้อยลงและน้ำหนักตัวลดลง สุกรบางตัวตายทันที แต่ส่วนใหญ่จะตายภายหลังจากแสดงอาการที่เกิดจากพิษของอะฟลาทอกซินไปแล้วระยะหนึ่ง ความเป็นพิษไม่สามารถสังเกตเห็นได้จนกว่าสุกรจะกินอาหารที่มีการปนเปื้อนเป็นเวลาติดต่อกัน 2 - 12 สัปดาห์ ตับของสุกรที่ตายส่วนใหญ่จะบวมเป็นสีส้มหรือสีน้ำตาลแดง เซลล์ตับบวมและโป่งพอง Yang และคณะ (1989) ทดลองเลี้ยงสุกรน้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 15 กิโลกรัม โดยให้สุกรกินอาหารที่มีอะฟลาทอกซิน B_1 ในระดับต่างๆคือ 0, 25, 50, 100, 200 และ 400 ppb ตามลำดับ พบว่าปริมาณไขมันในเซลล์ตับจะเพิ่มขึ้นตามระดับของอะฟลาทอกซินในอาหารที่เพิ่มขึ้น ($P<0.05$) และตามระยะเวลาที่สุกรได้รับอะฟลาทอกซิน ($P<0.01$) Southern และClawson (1979) ยังพบอีกว่าปริมาณโปรตีนทั้งหมดในซีรั่ม ปริมาณอัลบูมิน จี (IgG) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการได้รับอะฟลาทอกซิน แต่อิมมูโนโกลบูลิน เอ็ม (IgM) จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในสุกรที่ได้รับอะฟลาทอกซินระดับ 750 และ 1480 ppb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมพงษ์ (2526) ได้ศึกษาผลของอะฟลาทอกซินที่มีต่อคุณลักษณะ และการใช้พลังงานในอาหารสุกรระยะเจริญเติบโต (35 - 60 กิโลกรัม) พบว่าเมื่อระดับอะฟลาทอกซินในอาหารเพิ่มจาก 0 เป็น 145, 300, 600 และ 900 ppb มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตต่อวันและปริมาณอาหารที่กินต่อวันลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่ามีอะฟลาทอกซิน B_1 และ M_1 สะสมในตับมากขึ้นเมื่อสุกรได้รับอะฟลาทอกซินในระดับที่สูงขึ้น โดยจะสะสมในตับของสุกรเพศผู้เป็นปริมาณมากกว่าในสุกรเพศเมียเมื่อได้รับอะฟลาทอกซินในระดับเดียวกัน เมื่อศึกษาถึงผลที่มีต่อการใช้ประโยชน์ของพลังงานและโปรตีน พบว่าไม่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ของพลังงานในอาหาร เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของไนโตรเจนลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายดูดซึมไว้ได้ต่อวันลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณไนโตรเจนที่คงเหลือในร่างกายต่อวันลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) คุณค่าทางชีวภาพของโปรตีนลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนสุทธิลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Kondos (1986) ทดลองให้สุกรระยะเจริญเติบโตกินอาหารที่มีปริมาณอะฟลาทอกซิน B_1 ระดับ 100, 200 และ 400 ppb พบว่าผลของอะฟลาทอกซินที่มีต่อสุกรจะแปรผันตามความเข้มข้นของสารพิษและแปรผันไปในทิศทางตรงข้ามกับอายุของสัตว์ที่เพิ่มขึ้น สุกรจะแสดงอาการผิดปกติเมื่อได้รับอะฟลาทอกซินในระดับ 200 ppb โดยมีอาการเบื่ออาหาร อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงก็แต่เฉพาะในสุกรระยะเล็กเท่านั้น ส่วนสุกรที่ได้รับอะฟลาทอกซินในระดับ 400 ppb จะแสดงอาการให้เห็นตลอดระยะการทดลอง หลังจากสุกรได้รับสารพิษเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะตรวจพบอะฟลาทอกซิน B_1 และ M_1 ในตับ หัวใจ กล้ามเนื้อ เนื่อเยื่อเกี่ยวพัน และไต โดยปริมาณที่พบจะน้อยลงมากหลังจากชั่วโมงที่ 48 เนื่องจากขบวนการเมตาโบลิซึมของอะฟลาทอกซิน B_1 ไปเป็นสารเมตาโบไลท์ คืออะฟลาทอกซิน M_1 เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและใช้เวลาสั้น จึงตรวจพบอะฟลาทอกซิน B_1 เพียงเล็กน้อยในอวัยวะต่างๆ และพบอะฟลาทอกซิน M_1 เกิดขึ้นแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินในสัตว์ปีก

ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินในเป็ดและไก่งวง

Asplin และCarnaghan (1961) และ Carnaghan (1965) พบว่าไก่งวงและลูกเป็ดมีความต้านทานต่ออะฟลาทอกซินต่ำมาก ในกรณีที่เกิดการเป็นพิษเนื่องจากอะฟลาทอกซินจะมีอาการชักและตาย จากการผ่าซากเพื่อตรวจดูวิการพบว่า มีจุดเลือดออกใต้ผิวหนังและอวัยวะภายใน เลือดมีลักษณะใสและแข็งตัวยากกว่าปกติ มีอาการบวมน้ำรอบๆหัวใจ ตับมีขนาดใหญ่กว่าปกติ สีซีด มีการตายของเซลล์ตับ (necrosis) มีการสะสมไขมันที่ตับเพิ่มขึ้น เป็ดเป็นสัตว์ที่มีความทนทานต่อสารพิษอะฟลาทอกซินน้อยที่สุด มีค่า LD_{50} เพียง 0.335 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว

Bababunmi และBassir (1982) ได้ทำการทดลองฉีดอะฟลาทอกซิน B_1 ปริมาณ 58 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว เข้าช่องท้องเป็ดรุ่นเพศผู้ พบว่าสารพิษอะฟลาทอกซินทำให้ระยะเวลาที่เลือดแข็งตัวนานกว่าปกติ คือจาก 101.5 วินาที เป็น 194.5 วินาที อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งนี้เนื่องจากสารพิษอะฟลาทอกซินจะไปขัดขวางขบวนการสังเคราะห์โปรทอมบิน

ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินในนกกระทา

Bintvihok และคณะ (1993) ได้ทดลองให้อาหารที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน B_1 4 ระดับคือ 0, 50, 100, และ 200 ppb แก่นกกระทาญี่ปุ่นอายุ 35 วัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ปรากฏว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และน้ำหนักไข่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลผลิตไข่ในกลุ่มที่ได้รับอะฟลาทอกซิน 50, 100 และ 200 ppb จะลดลงในสัปดาห์ที่ 12, 7 และ 6 ตามลำดับ และอัตราการตายเท่ากับ 4.17, 6.94 และ 12.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากการตรวจผลตกค้างของสารพิษในเนื้อเยื่อต่างๆ พบว่าในตับมีการตกค้าง 0.008 - 3.632 ppb กล้ามเนื้อหน้าอก 0.001 - 0.969 ppb ไต 0.019 - 0.222 ppb และในไข่พบต่ำกว่า 0.01 ppb นอกจากนี้ Johri และคณะ (1989) รายงานว่าอาหารที่มีระดับอะฟลาทอกซิน 300 - 750 ppb จะทำให้การสะสมของวัตถุแห้ง โปรตีน แคลเซี่ยม และฟอสฟอรัสลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณฮีโมโกบิล และโปรตีนในซีรั่มมีค่าใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chang และHamilton (1982) รายงานไว้ว่า ระดับอะฟลาทอกซินในอาหารตั้งแต่ 1.25 ppm ขึ้นไปในอาหารจะทำให้ตับและม้ามมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 5 ppm ขึ้นไปจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกนกกระทาญี่ปุ่น และทำให้กึ๋นและกระเพาะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น แต่ต่อมเบอร์ซ่าจะมีน้ำหนักลดลง ที่ระดับ 20 ppm ทำให้นกตายประมาณ 50% ค่า LD_{50} ของลูกนกกระทาเท่ากับ 19.5 ± 4.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว Ottinger และDoerr (1980) ยังได้รายงานถึงความสมบูรณ์พันธุ์ของนกกระทาญี่ปุ่นไว้ว่า ที่ระดับอะฟลาทอกซินในอาหาร 2 ppm จะทำให้ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และอัตราการฟักออกลดลง นอกจากนี้สายพันธุ์ของนกกระทายังมีผลต่อความทนทานอะฟลาทอกซินในระดับที่ต่างกันด้วย (Pegram และWyatt, 1985)

<u>ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินในไก่กระทง</u>

Kubena และคณะ (1993) ได้ทำการทดลองให้อาหารที่ปนเปื้อนด้วยอะฟลาทอกซิน 2 ระดับคือ 0 และ 3.5 ppm แก่ลูกไก่กระทงอายุ 1 วัน เป็นเวลา 21 วัน พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงตั้งแต่วันที่ 8 เมื่อสิ้นสุดการทดลองกลุ่มที่ได้รับอะฟลาทอกซินจะมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง 16 % อัตราการตายจะเพิ่มขึ้นจาก 3 เป็น 5 % ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเพิ่มขึ้นจาก 1.64 เป็น 1.81 น้ำหนักของ ตับ ไต หัวใจ กึ๋น ม้าม และตับอ่อน จะเพิ่มขึ้น เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับอะฟลาทอกซิน จากการตรวจวิเคราะห์ค่าชีวเคมีของซีรั่มพบว่า กลุ่มที่ได้รับอะฟลาทอกซินจะมีปริมาณของ Triglycerides, Cholesterol, Calcium, Glucose, Total protein และ Albumin ในซีรั่ม ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนการหาค่าปริมาณเอ็นไซม์ต่างๆ พบว่าเอ็นไซม์ Lactate dehydrogenase และ Aspartate aminotransferase จะมีปริมาณลดลง แต่เอ็นไซม์ Creatine kinase และ Gramma glutamyltransferase จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Manning และคณะ (1990) นอกจากนี้ Manning และคณะ (1990) ยังรายงานไว้ว่า ปริมาณ อะฟลาทอกซิน 2.5 ppm ในอาหารจะทำให้มีการสะสมไขมันในตับเพิ่มขึ้น แต่น้ำหนักแห้งของตับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับอะฟลาทอกซิน

Wyatt และคณะ (1975) รายงานว่าไก่ที่ได้รับอะฟลาทอกซินจะทำให้ความสามารถในการทนต่ออากาศเย็นจะลดลง เพราะอะฟลาทอกซินจะทำให้ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดต่ำ (hypoglycemia) อุณหภูมิในร่ายกายต่ำ (hypothermia) และการสะสมไขมันในร่ายกายลดต่ำลง นอกจากนี้ Smith และHalminton (1970) ได้ทดลองผสมอะฟลาทอกซินในปริมาณต่างๆกันตั้งแต่ 0, 0.625, 1.25, 2.5, 5.0 และ 10.0 ppm ลงไปในสูตรอาหารไก่กระทง พบว่ามีผลทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเจริญเติบโตลดลง อัตราการตายเพิ่มสูงขึ้น และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารลดลงจาก 2.0 - 2.1 เป็น 2.3 - 2.4 น้ำหนักตัวเมื่ออายุส่งตลาดน้อยกว่าปกติ 204 กรัม นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อไก่ได้รับอะฟลาทอกซินมากกว่าระดับ 1.25 ppm จะทำให้ ตับ ตับอ่อน และม้ามมีขนาดใหญ่ขึ้น ส่วน bursa of fabricius มีขนาดเล็กลง ปริมาณไขมันที่สะสมในตับเพิ่มสูงขึ้น

Huff และคณะ (1984) ได้รายงานถึงคุณภาพซากของไก่กระทงที่ได้รับอะฟลาทอกซินในสูตรอาหาร 2.5 ppm ตลอดการเลี้ยง 7 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับอะฟลาทอกซินจะมีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักหลังชำแหละ และน้ำหนักหลังแช่เย็นต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอะฟลาทอกซิน ส่วนเปอร์เซ็นต์ซาก (น้ำหนักหลังแช่เย็น/น้ำหนักมีชีวิต) ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่เปอร์เซนต์ของกล้ามเนื้อหน้าอกในกลุ่มที่ได้รับอะฟลาทอกซินจะต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Giambrone และคณะ (1985) ได้รายงานไว้ว่าปริมาณอะฟลาทอกซิน B_1 ในอาหาร 800 ppb จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตในไก่กระทงลดลง และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเลวลงหลังจากได้รับอะฟลาทอกซินเป็นเวลา 3 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังพบว่าไก่ที่ได้รับอะฟลาทอกซินตั้งแต่ 200 ppb ขึ้นไปจะมีผลทำให้ภูมิคุ้มกันโรคหลังจากทำวัคซีนนิวคลาสเซิล และอหิวาต์ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ นอกจากนี้ Edd และBortell (1983) ได้รายงานว่าอะฟลาทอกซินทำให้ไก่กระทงไวต่อการเป็นโรค Salmonellosis, Coccidiosis และ Marek's disease อีกด้วย

<u>ความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินในไก่ไข่</u>

Rogers และคณะ (1991) ได้ทดลองให้อาหารที่ปนเปื้อนด้วยอะฟลาทอกซิน 3 ระดับคือ 0, 5, 10 ppm แก่ไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวอายุ 68 สัปดาห์ เป็นเวลาติดต่อกัน 3 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับอะฟลาทอกซิน 5 และ 10 ppm จะมีผลผลิตไข่ลดลงหลังจากได้รับอาหารที่มีอะฟลาทอกซิน 1 สัปดาห์ แต่ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักไข่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำหนักของตับและปริมาณไขมันในตับในกลุ่มที่ได้รับอะฟลาทอกซิน 5 และ 10 ppm มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระดับอะฟลาทอกซินที่ได้รับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Garlich และคณะ (1973) ได้ทดลองให้ไก่ไข่ได้รับอาหารที่มีสารพิษอะฟลาทอกซิน 20 ppm โดยให้ไก่ไข่กินอาหารนาน 7 วัน หลังจากนั้นให้อาหารปกติ พบว่าการให้ผลผลิตไข่ในช่วง 7 วันที่ได้รับอะฟลาทอกซินไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในวันที่ 8 การให้ผลผลิตไข่เริ่มลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยจะลดลงต่ำสุดในวันที่ 14 และจะกลับคืนสู่ระดับปกติในวันที่ 26 Huff และคณะ (1975) รายงานว่าไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นที่ได้รับอาหารที่มีอะฟลาทอกซิน 10 ppm จะมีอัตราการไข่ลดลง 70 % หลังจากได้รับอาหารที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินเป็นเวลา 4 สัปดาห์

จรูญ (2529) รายงานว่า อาหารไก่ไข่ที่มีระดับอะฟลาทอกซิน B_1 1.2 ppm ไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ของแม่ไก่ผิดปกติในช่วงการทดลอง 8 สัปดาห์ แต่ถ้าเพิ่มระดับอะฟลาทอกซินในอาหารเป็น 5 ppm พบว่าในช่วง 3 สัปดาห์แรก จะมีผลทำให้อัตราการไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนน้ำหนักไข่และปริมาณอาหารที่กินต่อตัวจะลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในช่วง 6 สัปดาห์ จะมีผลทำให้น้ำหนักไข่ ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในขณะที่อะฟลาทอกซิน B_1 10 ppm จะมีผลทำให้อัตราการไข่ น้ำหนักไข่ และปริมาณอาหารที่กินต่อตัวจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ตั้งแต่ในช่วง 3 สัปดาห์ แต่ยังไม่มีผลทำให้แม่ไก่ตายในช่วงการทดลอง 8 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับอะฟลาทอกซินในอาหาร 10 ppm จะไม่มีผลทำให้ความหนาของเปลือกไข่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสูงสุดของอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์ที่ยอมรับได้ของประเทศไทยและต่างประเทศ

คนึงนิจ และคณะ (2538) ได้รวบรวมและรายงานปริมาณสูงสุดของอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์ที่ยอมรับได้ของประเทศไทยและต่างประเทศ ไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7

ปริมาณสูงสุดของอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์ที่ยอมรับได้ของประเทศไทย และต่างประเทศ (ppb)

ชนิดอาหารสัตว์	ไทย	แคนนาดา	ออสเตรเลีย	สหรัฐอเมริกา	สหภาพยุโรป	ญี่ปุ่น
<u>ประเภทวัตถุดิบ</u>						
กากถั่วเหลือง	50	-	-	-	50*	20*
กากถั่วลิสง	500	-	5	-	200*	20*
ปลาป่น	40	-	-	-	50*	-
รำละเอียด	50	-	-	-	-	-
ข้าวโพดป่น	100	-	-	-	50*	-
ข้าวโพดเมล็ด	100	-	-	-	50*	-
ผลิตภัณฑ์จากถั่ว	-	15	15	-	200*	10*
<u>หัวอาหาร</u>						
ไก่	50	20	-	20	20*	40*
เป็ด	40	20	-	20	-	40*
กระบือ - โค	100	20	-	20	50*	20*
สุกร	50	20	-	20	20*	40*
<u>อาหารสำเร็จรูป</u>						
ไก่ไข่	100	20	-	20	20*	40*
ไก่เนื้อ	100	20	-	20	20*	40*
เป็ด	30	20	-	20	-	40*
สุกรแรกเกิด - 15 กก.	50	20	-	20	20*	40*
สุกร 15 กก. ขึ้นไป	100	20	-	20	20	40*
โคอายุไม่เกิน 1 ปี	100	20	-	20	50	20*
โคอายุ 1 ปีขึ้นไป	200	20	-	20	50	20*

* เฉพาะอะฟลาทอกซิน B_1

ที่มา : คนึงนิจ และคณะ (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์ที่ตรวจพบในประเทศไทย

กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ได้ทำการสำรวจเพื่อตรวจสอบปริมาณของสารพิษอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์ ประเภทวัตถุที่ผสมแล้ว ชนิดอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับ ไก่ เป็ด และสุกร ระหว่างปีพ.ศ. 2528 - 2537 ผลการสำรวจพบว่าจากจำนวน 721 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์พบอะฟลาทอกซิน 309 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนในอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับไก่ มีปริมาณค่อนข้างสูงกว่าอาหารสำหรับสัตว์อื่นๆ โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2531, 2532 และ 2534 ผลการสำรวจแสดงไว้ในตารางที่ 8 - 12 รายงานโดยคนึงนิจ และคณะ (2538)

ตารางที่ 8

ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับไก่เนื้อ

ปี	จำนวนตัวอย่าง			ปริมาณที่ตรวจพบ (ppb)		
พ.ศ.	วิเคราะห์	ตรวจพบ	% ที่พบ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	เฉลี่ย
2528	2	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2529	16	2	12.50	56.59	16.59	36.59
2530	4	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2531	65	59	90.76	143.88	64.12	104.00
2532	46	44	95.62	267.80	5.30	136.60
2533	6	4	66.66	47.68	0.80	24.24
2534	28	11	39.28	271.77	4.00	137.88
2535	4	2	50.00	83.19	26.23	54.17
2536	1	1	100.00	11.73	0.00	11.73
2537	41	32	78.04	97.57	3.80	50.68

ที่มา : คนึงนิจ และคณะ (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9

ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับไก่ไข่พันธุ์

ปี	จำนวนตัวอย่าง			ปริมาณที่ตรวจพบ (ppb)		
พ.ศ.	วิเคราะห์	ตรวจพบ	% ที่พบ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	เฉลี่ย
2528	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2529	6	1	16.66	5.98	0.00	5.98
2530	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2531	66	45	68.18	146.98	39.28	93.13
2532	31	27	87.10	274.20	6.40	140.30
2533	5	3	60.00	48.66	1.62	25.14
2534	19	8	42.10	41.17	20.20	30.68
2535	3	3	100.00	140.04	9.36	74.71
2536	2	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2537	18	12	66.66	16.79	5.43	11.11

ที่มา : คนึงนิจ และคณะ (2538)

ตารางที่ 10

ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับเป็ดเนื้อ

ปี	จำนวนตัวอย่าง			ปริมาณที่ตรวจพบ (ppb)		
พ.ศ.	วิเคราะห์	ตรวจพบ	% ที่พบ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	เฉลี่ย
2528	2	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2529	16	6	37.50	17.53	3.59	10.56
2530	10	3	30.00	27.20	6.30	16.75
2531	11	2	18.18	12.22	9.25	10.73
2532	34	12	35.29	27.20	2.10	14.65
2533	3	1	33.33	0.76	0.00	0.76
2534	7	4	57.14	20.45	4.80	12.62
2535	3	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2536	3	1	33.33	0.50	0.00	0.50
2537	4	1	25.00	19.00	0.00	19.00

ที่มา : คนึงนิจ และคณะ (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11

ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับสุกรแรกเกิดถึง 30 กก.

ปี	จำนวนตัวอย่าง			ปริมาณที่ตรวจพบ (ppb)		
พ.ศ.	วิเคราะห์	ตรวจพบ	% ที่พบ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	เฉลี่ย
2528	3	1	33.33	25.69	0.00	25.69
2529	8	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2530	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2531	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2532	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2533	9	2	22.22	1.50	0.50	1.00
2534	5	4	80.00	142.74	7.90	75.32
2535	5	3	60.00	132.17	29.71	80.94
2536	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2537	11	4	57.14	136.59	1.50	69.04

ที่มา : คนึงนิจ และคณะ (2538)

ตารางที่ 12

ผลการตรวจสอบอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับสุกร นน. 30-60 กก.

ปี	จำนวนตัวอย่าง			ปริมาณที่ตรวจพบ (ppb)		
พ.ศ.	วิเคราะห์	ตรวจพบ	% ที่พบ	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	เฉลี่ย
2528	2	2	100.00	2.00	1.25	1.62
2529	6	2	33.33	44.25	1.80	23.02
2530	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2531	4	4	100.00	25.69	8.23	15.96
2532	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2533	5	1	20.00	5.96	0.00	5.96
2534	5	3	60.00	31.80	6.20	19.00
2535	2	2	100.00	60.47	12.35	36.41
2536	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2537	9	5	55.55	10.43	3.20	6.81

ที่มา : คนึงนิจ และคณะ (2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมป้องกันเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซินโดยวิธีทางเคมี

การควบคุมป้องกันเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซินโดยวิธีทางเคมี มีรายงานว่าได้มีการนำสารเคมีหลายชนิดมาใช้และสามารถควบคุมเชื้อราได้ในระดับต่างๆกันดังนี้

<u>กรดโพรพิโอนิค และ เกลือโพรพิโอเนต</u> (propionic acid and propionates)

กรดโพรพิโอนิคเป็นกรดที่พบตามธรรมชาติในอาหารประเภทหมักดอง (ศิวาพร, 2529) ใน Swiss cheese ซึ่งผลิตโดยเชื้อ *Propionicbacterium freudenreichii spp.* (Braner และคณะ, 1990) ในเหงื่อของคนและในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (FAO/WHO, 1962) กรดโพรพิโอนิคมีคุณสมบัติที่สามารถละลายได้ดีในน้ำ เอทธานอล และอีเทอร์ ส่วนเกลือโพรพิโอเนตสามารถละลายในน้ำได้ประมาณ 30 % และไม่ละลายในไขมัน (คณะอุตสาหกรรมเกษตร, 2526; FAO/WHO, 1962) สูตรโครงสร้างของกรดโพรพิโอนิค และเกลือโพรพิโอเนตแสดงไว้ในภาพที่ 5 กรดโพรพิโอนิคและเกลือโพรพิโอเนตมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดี และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและยีสต์ได้บ้าง (คณะอุตสาหกรรมเกษตร, 2526; ศิวาพร, 2529; Braner และคณะ, 1990) ปฏิกริยาในการยับยั้งจุลินทรีย์พบว่ากรดโพรพิโอนิคจะไปยับยั้งเอ็นไซม์ที่จำเป็นต่อขบวนการเมตาบอลิซึม โดยจะเข้าแข่งขันกับ alanine และกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Braner และคณะ, 1990)

ภาพที่ 5

สูตรทั่วไป	$C_3H_6O_2$	$C_3H_5O_2Na$	$C_6H_{10}O_4Ca$
สูตรโครงสร้าง	CH_3CH_2COOH	CH_3CH_2COONa	$(CH_3CH_2COO)_2Ca$
น้ำหนักโมเลกุล	74.08	96.06	186.23
	กรดโพรพิโอนิค	โซเดียมโพรพิโอเนต	แคลเซี่ยมโพรพิโอเนต

แสดงสูตรทั่วไป สูตรโครงสร้างทางเคมีและน้ำหนักโมเลกุล ของกรดโพรพิโอนิคและเกลือโพรพิโอเนต

ที่มา : FAO/WHO (1962)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กุลยา (2533) รายงานว่าแคลเซียมโพรพิโอเนตและโซเดียมโพรพิโอเนตสามารถใช้ในการป้องกันเชื้อราและการเกิดเมือกในขนมปัง โดยใช้ในปริมาณ 0.2 - 0.4 % ของน้ำหนักแป้ง การยับยั้งจุลินทรีย์ของโซเดียมโพรพิโอเนตจะให้ผลดีที่ pH 3.5 - 4.5 ซึ่งจะดีกว่าที่ pH สูงกว่านี้ Vandegraft และคณะ (1975) ได้ทำการทดลองใช้กรดโพรพิโอนิคเติมลงในเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 28 % ในปริมาณ 1.0 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) พบว่าตลอดการทดลอง 29 สัปดาห์ ตรวจไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus parasiticus* (NRRL 2999) กับ *Aspergillus ochraceus* (NRRL 3174) และสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 กับสารพิษโอคร่าทอกซิน Buchanan และAyres (1976) รายงานว่าการใช้กรดโพรพิโอนิค 0.1 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรของอาหารเหลวเลี้ยงเชื้อที่มี pH 4.5 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus parasiticus* และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้บางส่วน แต่ถ้าเพิ่มเป็น 0.2 กรัม จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์ ภายในระยะเวลา 7 วัน ประวัติ และคณะ (2528) รายงานว่าการใช้กรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 1.5 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ในเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 26 % จะมีผลในการป้องกันเชื้อราไม่ให้เจริญเติบโตได้ในระยะเวลา 1 เดือน และตรวจไม่พบสารพิษอะฟลาทอกซินเลย นอกจากนี้ ประวัติ และคณะ (2530) ได้ทดลองใช้สารผสมระหว่างกรดโพรพิโอนิคกับแอมโมเนียมบิสโพรพิโอเนตในอัตราส่วน 8 ต่อ 2 พบว่าที่ระดับของสารผสม 6 ลิตรต่อเมล็ดข้าวโพด 1 ตัน สามารถควบคุมการสร้างสารพิษได้ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์ Raeker และคณะ (1992) รายงานว่ากรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 0.5 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในข้าวโพดที่มีความชื้น 26.8 และ 29.6 % ได้ตลอดการทดลอง 42 สัปดาห์ นอกจากนี้ Rouse และคณะ (1988) รายงานว่ากรดโพรพิโอนิคยังถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์โดยผสมลงในอาหาร เพื่อใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโต และฆ่าแบคทีเรีย โดยเฉพาะเชื้อ Salmonella ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์

ความเป็นพิษของกรดโพรพิโอนิคต่อสัตว์โดย FAO/WHO (1962) รายงานว่าค่า LD_{50} ของกรดโพรพิโอนิคในหนูเมื่อให้โดยการกินมีค่าเท่ากับ 2600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว แต่ถ้าใช้เกลือโซเดียมและโปแตสเซียมโพรพิโอเนตพบว่าหนูจะมีความทนได้มากกว่า ความเข้มข้นของสารละลายโพรพิโอเนตที่ไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตามีปริมาณเท่ากับ 15 % ในคน และ 20 % ในกระต่าย การศึกษาในระยะสั้นโดยให้หนูได้รับอาหารที่มีเกลือแคลเซียมโพรพิโอเนต 3 % ในอาหารเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าแคลเซียมโพรพิโอเนตไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต ส่วนการศึกษาในระยะยาวโดยให้หนูได้รับอาหารที่มีเกลือโซเดียมโพรพิโอเนตในสูตรอาหาร 3.75 % ในระยะเวลา 1 ปี พบว่าโซเดียมโพรพิโอเนตไม่มีผลกระทบต่อ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ผู้ใช้สามารถใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเจริญเติบโต อัตราการตาย น้ำหนักของอวัยวะภายใน และไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติของเนื้อเยื่อ

Hume และคณะ (1993) ได้ศึกษาขบวนการเมตาบอลิซึม และการกระจายของกรดโพรพิโอนิคในไก่กระทง โดยการให้ [^{14}C] กรดโพรพิโอนิค ทางสายยางให้อาหารในปริมาณ 4 ไมโครโมลต่อตัว หลังจากให้เป็นเวลา 15 และ 60 นาที สามารถตรวจพบกรดโพรพิโอนิคที่บริเวณทางเดินอาหารส่วนต้น (กระเพาะพัก, กึ๋น และกระเพาะจริง) 36.0 และ 10.0 % ลำไส้ (ลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่) 1.5 และ 1.2 % ไส้ติ่ง 0.1 และ 0.2 % ซีรั่ม 2.0 และ 0.1 % ตับ 1.0 และ 0.9 % ตรวจไม่พบ 59.4 และ 87.6 % ตามลำดับ ปริมาณของกรดโพรพิโอนิคที่ตรวจไม่พบนั้น ผู้ทดลองได้รายงานว่าบางส่วนถูกใช้เป็นแหล่งพลังงาน และบางส่วนถูกเมตาบอไลท์ และถูกดูดซึมอยู่ในส่วนประกอบของร่างกาย ส่วน Donaldson และคณะ (1994) ได้ทดลองฉีดสารละลายเกลือโซเดียมและแคลเซียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 1 โมล่าร์ จำนวน 0.25 มิลลิลิตร เข้าใต้ผิวหนังไก่งวงอายุ 1 วัน หลังจาก 24 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มที่ได้รับโซเดียมโพรพิโอเนตมีปริมาณความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดเพิ่มขึ้น แต่น้ำหนักตับและไกลโคเจนในตับไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนกลุ่มที่ได้รับแคลเซียมโพรพิโอเนตกลับพบว่าความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดไม่เปลี่ยนแปลง แต่น้ำหนักตับและไกลโคเจนในตับเพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

Huff และคณะ (1994) รายงานว่าการเสริมกรดโพรพิโอนิคลงในอาหารไก่กระทง 9.07 กิโลกรัมต่ออาหาร 1 ตันตลอดการเลี้ยง 6 สัปดาห์ ช่วยทำให้ลำไส้ไก่กระทงแข็งแรงขึ้น ลดการฉีกขาดในระหว่างขบวนการฆ่า ทำให้สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในซากได้ โดยไม่ทำให้น้ำหนักตัว และ pH ในลำไส้ของไก่กระทงเปลี่ยนแปลงไป

Cave (1984) ได้ศึกษาผลของกรดโพรพิโอนิคต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง พบว่าปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทง จะลดลงตามปริมาณกรดโพรพิโอนิคที่เพิ่มขึ้น โดยผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13

ผลของกรดโพรพิโอนิคต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง

ระดับ	ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)			น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)			อัตราการตาย (%)
(ก./กก.)	15 วัน	22 วัน	29 วัน	15 วัน	22 วัน	29 วัน	0-29 วัน
0	315	663	1155	233	440	690	0
10	286	613	1075	228	445	686	0
20	259	558	985	195	364	615	0
30	214	472	643	158	319	507	0
50	142	283	485	115	188	277	0
70	119	203	324	62	112	156	10
100	80	112	210	41	67	85	5

ที่มา : Cave (1984)

ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ฉบับที่3 พ.ศ.2531 ได้กำหนดปริมาณการใช้กรดโพรพิโอนิคในอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปไว้ไม่เกิน 0.1% และไม่เกิน 0.3% ในรูปของเกลือโพรพิโอเนต

<u>แอมโมเนีย</u> (ammonia)

Bothast และคณะ (1972) รายงานว่าแอมโมเนียที่ระดับ 0.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) สามารถฆ่าเชื้อราและยีสต์ที่ติดอยู่ที่ผิวด้านนอกของเมล็ดข้าวโพดได้ทั้งหมด และยังสามารถลดปริมาณแบคทีเรียลงได้ภายในระยะเวลา 1 ชั่วโมง โดยเชื้อราที่ถูกฆ่าได้แก่เชื้อราในสปีชีส์ *Aspergillus, Penicillium, Fusarium, Trichoderma* และ *Rhizopus* นอกจากนี้ยังพบว่าแอมโมเนียสามารถนำมาใช้ในการกำจัดหรือลดสารพิษอะฟลาทอกซินได้โดยตรง โดยขบวนการ ammoniation ซึ่งจะเปลี่ยนอะฟลาทอกซิน B_1 ให้อยู่ในรูป D_1 ซึ่งไม่เป็นอันตราย (Phillips และคณะ, 1994) ดังแสดงในภาพที่ 6 ประวัติ (2528) รายงานว่าในข้าวโพดบดปฏิกริยาของแอมโมเนียจะเกิดเร็วมากที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และมีความชื้น 18% ขึ้นไป สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินจาก 425 ppb จนเหลือต่ำกว่า 20 ppb แต่ข้อเสียคือทำให้สีและกลิ่นของข้าวโพดเปลี่ยนไปจากสีเหลืองเป็นสีเหลืองออกน้ำตาลและมีกลิ่นของแอมโมเนียติดอยู่ด้วย การทำให้แห้งหรืออบใหม่ก็ไม่ทำให้กลิ่นนั้นหมดไป Wongurai และคณะ (1992) ได้ทำการทดลองใช้แอมโมเนีย (anhydrous ammonia) ควบคุมการเจริญของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 20 และ 25% โดยใช้แอมโมเนียในระดับ 0.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)

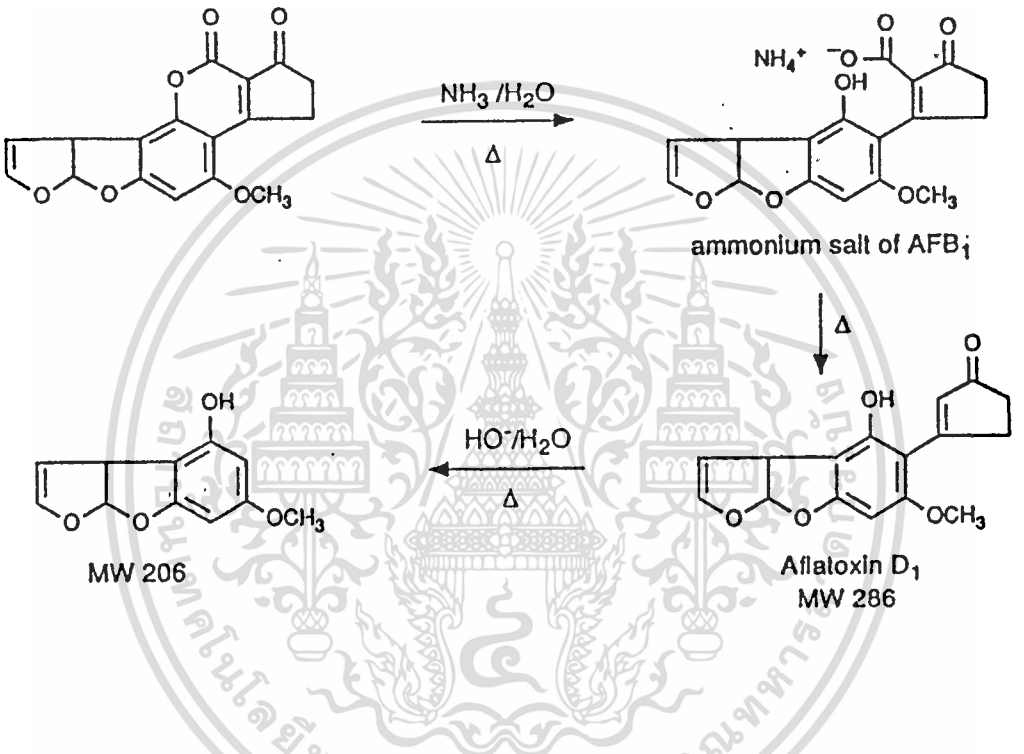
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าแอมโมเนียสามารถทำลายสารพิษอะฟลาทอกซินที่ติดมากับข้าวโพดที่มีความชื้น 20 และ 25 % (มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 246 และ 529 ppb ตามลำดับ) ให้หมดไปได้ในเวลา 1 วัน และสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซินได้ในระยะเวลา 5 วัน แต่หลังจาก 14 วันพบว่าข้าวโพดจะเน่าเสียเนื่องจากมีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อื่นๆ และยีสต์เป็นปริมาณมาก Vandegraft และคณะ (1975) รายงานว่าการใช้แอมโมเนีย (แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 29 %) ที่ระดับ 2.0 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ในเมล็ดข้าวโพดโดยทำการทดลองใน flask ที่ปิดฝาสามารถป้องกันการเกิดสารพิษอะฟลาทอกซินและโอคร่าทอกซินได้อย่างสมบูรณ์ในระยะเวลา 1 สัปดาห์ แต่ที่ 7 และ 25 สัปดาห์ สามารถตรวจพบสารพิษอะฟลาทอกซินได้ 0.032 และ 25.0 ppm ตามลำดับ Phillips และคณะ (1994) ได้แนะนำความเข้มข้นของแอมโมเนีย และระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดและเมล็ดนุ่นให้เหลือต่ำกว่า 20 ppb ไว้ว่า ที่ความดันสูง (35 - 50 psi.) และอุณหภูมิสูง (80 - 120 องศาเซลเซียส) ความชื้น 12 - 16 % ต้องใช้แอมโมเนียเข้มข้น 0.5 - 2.0 % เป็นเวลา 20 - 60 นาที ส่วนที่ความดันปกติและอุณหภูมิสภาพแวดล้อม (25 - 45 องศาเซลเซียส) ความชื้น 12 - 16 % ต้องใช้แอมโมเนียเข้มข้น 1 - 5 % เป็นเวลา 14 - 42 วัน

ความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์ Norred (1979) รายงานว่าหนูที่ได้รับอาหารที่มีแอมโมเนียในสูตรอาหาร 14.5 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จะมีอัตราการเจริญเติบโต และเปอร์เซ็นต์ตับไม่แตกต่างจากหนูที่ได้รับอาหารปกติ Jensen และคณะ (1977) ได้ทดลองนำข้าวโพดที่ผ่านขบวนการ ammoniation ที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนีย 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 % (น้ำหนักต่อน้ำหนักแห้งข้าวโพด) ไปเลี้ยงสุกรโดยผสมกับหัวอาหารในอัตราส่วน 83 ต่อ 17 (ข้าวโพดต่อหัวอาหาร) ปรากฏว่าสุกรจะกินอาหารลดลงตามปริมาณแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันดังนี้ 3.4, 2.5, 2.5 และ 1.7 กิโลกรัม ตามลำดับแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้น Hughes และคณะ (1979) รายงานว่าไก่เล็กฮอร์นขาวอายุ 22 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดที่ผ่านขบวนการ ammoniation (ใช้แอมโมเนียในระดับ 0.5 - 1.5 % น้ำหนักต่อน้ำหนักแห้งข้าวโพด เก็บไว้ 12 - 13 วัน) ในสูตรอาหาร 66.3 % เป็นระยะเวลา 280 วัน มีอัตราการตาย น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ เปอร์เซ็นต์การฟักออก น้ำหนักลูกไก่ที่ฟักออก เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของลูกไก่ ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ และไม่พบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะภายในด้วย Deaton และคณะ (1982) รายงานว่าไก่ไข่ที่อยู่ในโรงเรือนที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศ 200 ppm มีผลผลิตไข่ลดลง ปริมาณอาหารที่กินลดลง และน้ำหนักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ความแข็งของเปลือกไข่และน้ำหนักไข่ไม่เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้ ... ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6



แสดงขบวนการ ammoniation ของอะฟลาทอกซิน B_1 ไปเป็นอะฟลาทอกซิน D_1
ที่มา : Phillips และคณะ (1994)

<u>เกลือโซเดียมคลอไรด์</u> (sodium chloride)

เกลือโซเดียมคลอไรด์ได้ถูกนำมาใช้ในการป้องกันการเน่าเสียของอาหารมาเป็นระยะเวลานานแล้ว โดยโซเดียมคลอไรด์จะไปดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เกิดสภาวะ osmotic shock จุลินทรีย์จะหยุดการเจริญเติบโตหรือตาย แต่จุลินทรีย์บางชนิดจะมีความทนทานต่อโซเดียมคลอไรด์ โดยที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ระดับต่ำจะไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ แต่ถ้าความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Braner และคณะ 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

El-Gazzar และคณะ (1986) รายงานว่าการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่ำ 1 - 3 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรอาหารเลี้ยงเชื้อ จะกระตุ้นการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน ปริมณฑ์ และสุภร (2520) รายงานว่าเมื่อใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ 15% (น้ำหนักต่อปริมาตร) จะไม่พบการสร้างอะฟลาทอกซินเลย กิตติศักดิ์ และคณะ (2535) รายงานว่าการใช้เกลือป่นที่ระดับ 80 มิลลิกรัมต่อกรัม สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อราในถั่วลิสงได้ตลอดการทดลอง 14 วัน แต่ที่ระดับ 20 มิลลิกรัมต่อกรัมจะกระตุ้นการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน Thanaboripat และคณะ (1992) รายงานว่า การใช้โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 80 มิลลิกรัมต่อกรัม สามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flavus* (102566) ในข้าวโพดบดได้เป็นระยะเวลา 7 วัน ส่วนที่ระดับ 120 มิลลิกรัมต่อกรัม จะสามารถยับยั้งได้ตลอดการทดลอง 14 วัน Uraih และChipley (1976) รายงานว่าการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 0.2 ถึง 10.0 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตรของอาหารเลี้ยงเชื้อ จะไปกระตุ้นการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน โดยปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินที่สร้างขึ้นจะมีปริมาณที่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ แต่ที่ระดับ 12 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรของอาหารเลี้ยงเชื้อ จะสามารถยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้อย่างสมบูรณ์ ตลอดการทดลอง 8 วัน

ความเป็นพิษของโซเดียมคลอไรด์ต่อสัตว์ พบว่าโซเดียมคลอไรด์มีค่า LD_{50} เท่ากับ 2.7 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว เมื่อให้โดยการกินในหนูที่อดอาหาร ส่วนในหนูที่ไม่ได้อดอาหารมีค่า LD_{50} เท่ากับ 16 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว และอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ในสูตรอาหาร 2.8 - 5.6 % จะไปลดการเจริญเติบโตและทำให้อายุของหนูสั้นลง (Braner และคณะ, 1990) McDonald และคณะ (1972) รายงานว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ 4 % และได้รับน้ำดื่มอย่างจำกัดจะมีอัตราการตายเป็นจำนวนมาก แต่ถ้าได้รับน้ำดื่มอย่างเพียงพอไก่ไข่จะสามารถทนได้ ลูกไก่จะมีความทนทานต่อโซเดียมคลอไรด์ได้ต่ำกว่าไก่ที่โตแล้ว ระดับของโซเดียมคลอไรด์สูงสุดในอาหารที่ลูกไก่สามารถทนได้คือ 2 % ส่วนไก่งวงจะมีความทนทานต่อโซเดียมคลอไรด์ได้ต่ำสุด โดยในสูตรอาหารไก่งวงไม่ควรมีโซเดียมคลอไรด์เกิน 1 % ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Harms (1982) ซึ่งได้ทำการทดลองเสริมเกลือโซเดียมคลอไรด์ลงในสูตรอาหารไก่งวงระยะ 0 - 21 วัน 7 ระดับคือ 0.0, 0.07, 0.14, 0.21, 0.28, 0.35 และ 0.42 % พบว่าที่ระดับของโซเดียมคลอไรด์ 0.35 % เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้ไก่งวงมีสมรรถภาพการผลิตดีที่สุด ในไก่กระทง March (1984) รายงานว่าระดับของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในอาหาร ที่ทำให้ไก่กระทงมีสมรรถภาพการผลิตดีที่สุดคือที่ระดับ 1.0 % ในไก่ไข่ Junqueira และคณะ (1984) รายงานว่าไก่ไข่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.11 % จะมีผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร น้ำหนักไข่ และความถ่วงจำเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของไข่ ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.37 % และในนกกระทา Ingram และคณะ (1984) ได้ทดลองเสริมเกลือโซเดียมคลอไรด์ลงในสูตรอาหารระยะ 0 - 5 สัปดาห์ 2 ระดับ คือ 0.40 และ 0.65 % พบว่าอัตราการเจริญเติบโต อัตราการตาย ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหารของนกกระทาทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

ความเป็นพิษของโซเดียมคลอไรด์ Maynard และคณะ (1981) รายงานว่าสัตว์ที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณมาก จะมีผลทำให้มีการสะสมของน้ำในร่างกายเป็นปริมาณมาก ทำให้เกิดการบวมน้ำของเนื้อเยื่อ ซึ่งจะพบการบวมน้ำในลูกไก่ที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ในอาหารเกิน 3 % และการได้รับโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณที่สูงติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะทำให้ความดันเลือดสูงขึ้น Georgievskii และคณะ (1982) รายงานว่าสัตว์ทุกชนิดรวมทั้งสัตว์ปีกถ้าได้รับน้ำดื่มอย่างเพียงพอ จะสามารถทนต่อโซเดียมคลอไรด์ได้มากกว่าระดับปกติ 3 - 5 เท่า โคนม สุกร และสัตว์ปีกที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณที่สูงมาก ๆ จะแสดงอาการกระหายน้ำอย่างมาก ปัสสาวะบ่อย มูลเหลว เนื้อเยื่อบวมน้ำ ท่าทางผิดปกติ อาเจียร เยื่อเมือกมีสีน้ำเงินคล้ำเนื่องจากขาดออกซิเจน ระบบหายใจผิดปกติ และตายภายใน 24 - 48 ชั่วโมง และความผิดปกติของอวัยวะภายในที่พบได้แก่ มีเลือดคั่งที่ระบบทางเดินอาหาร ไตขยายและอักเสบ เนื้อเยื่อมีการบวมน้ำ และกล้ามเนื้อมีสีซีด นอกจากนี้ Braner และคณะ (1990) ยังรายงานว่าในคนและสัตว์ที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณที่สูงจะมีอาการเครียด และติดเชื้อโรคได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองที่ 1

ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน

ผลการศึกษาปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ในข้าวโพด (แสดงไว้ในตารางที่ 14) พบว่าปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ในข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมีมีปริมาณสูงมากกว่า 100 ppb ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ซึ่งเกินกว่าที่ยอมให้มีได้ในข้าวโพดที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ของประเทศไทย และพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บ ส่วนข้าวโพดในกลุ่มที่ใช้สารเคมีทั้งหมด (กลุ่มที่ 2 - 10) พบว่ามีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ต่ำกว่า 100 ppb ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 เฉลี่ยในข้าวโพดทั้ง 10 กลุ่ม ที่ 8 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 701.00, 12.00, 4.00, 0.00, 0.00, 7.33, 10.33, 31.10, 2.00 และ 0.00 ppb ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา (แสดงไว้ในตารางที่ 15) พบว่าข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมี มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา 100 % ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ส่วนกลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิคตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มที่ใช้แอมโมเนีย 0.5 และ 1.0 % มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราน้อยกว่า 80 % ในสัปดาห์ที่ 1 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 100 % ในสัปดาห์ที่ 2 กลุ่มที่ใช้แอมโมเนีย 2.0 % ตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราในสัปดาห์ที่ 1 แต่ตรวจพบได้น้อยกว่า 100 % ในสัปดาห์ที่ 2 และตรวจพบได้ 100 % ในสัปดาห์ที่ 3 ส่วนกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ พบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรกตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา สัปดาห์ที่ 3 ตรวจพบได้น้อยกว่า 10 % ในกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 8% เพิ่มเป็นน้อยกว่า 50 % ในสัปดาห์ที่ 4 เพิ่มเป็นน้อยกว่า 80 % ในสัปดาห์ที่ 5 และเพิ่มเป็นน้อยกว่า 100 % ในสัปดาห์ที่ 7 กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 10 % เริ่มตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราได้น้อยกว่า 10 % ในสัปดาห์ที่ 4 เพิ่มเป็นน้อยกว่า 50 % ในสัปดาห์ที่ 5 และเพิ่มเป็นน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นการเผยแพร่ผลงานที่ได้รับการสนับสนุนการศึกษาจากมหาวิทยาลัย ทั้งนี้ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80 % ในสัปดาห์ที่ 6 ส่วนกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 12 % เริ่มตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา ได้น้อยกว่า 10 % ในสัปดาห์ที่ 6 และเพิ่มเป็นน้อยกว่า 50 % ในสัปดาห์ที่ 8

<u>ชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด</u>

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด หลังสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยใช้อาหาร PDA (potato dextrose agar + chloramphenical + rose bengal) (แสดงไว้ในตารางที่ 16) พบว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมีมีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 98 % และ *Aspergillus niger* 17 % ส่วนกลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิคตรวจไม่พบการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA กลุ่มที่ใช้แอมโมเนีย 1.0 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 48 % และ *Emericella nidulans* 44 % กลุ่มที่ใช้แอมโมเนีย 1.5 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 17 % และ *Emericella nidulans* 24 % กลุ่มที่ใช้แอมโมเนีย 2.0 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 19 %, *Aspergillus terreus* 7 % และ *Emericella nidulans* 5 % กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 8 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 19 %, *Aspergillus niger* 5 % และ *Eurotium chevalieri* 43 % กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 10 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 1 % และ *Eurotium chevalieri* 97 % และกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 12 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 1 %, *Eurotium chevalieri* 43 % และ *Fusarium solani* 1 %

<u>ส่วนประกอบทางโภชนะของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง</u>

ผลการศึกษาส่วนประกอบทางโภชนะของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ (แสดงไว้ในตารางที่ 17) พบว่าข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียมีแนวโน้มของปริมาณโปรตีนในข้าวโพดสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนปริมาณไขมัน เยื่อใย และเถ้า มีปริมาณใกล้เคียงกับข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมี ส่วนข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิคมีปริมาณโภชนะต่างๆใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมี ส่วนข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์มีแนวโน้มของปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่มีแนวโน้มของปริมาณเถ้าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆตามระดับของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14

ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 (ppb) การทดลองที่ 1

	ไม่ใช้สารเคมี	โพรพิโอนิค (%)			แอมโมเนีย (%)			โซเดียมคลอไรด์ (%)		
		1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	8	10	12
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
1	6.33	1.00	10.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	2.33	9.67
2	342.00	0.00	6.67	0.00	6.00	0.00	0.00	12.33	0.67	0.00
3	413.00	1.33	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	1.00	1.47
4	213.67	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	6.00	0.00
5	358.33	3.00	0.33	13.33	0.00	0.33	2.67	3.67	2.00	3.67
6	1005.33	3.00	0.00	0.00	3.67	1.10	0.00	0.40	0.67	0.00
7	639.00	2.33	20.67	2.00	0.00	0.00	3.33	0.00	1.67	0.00
8	701.00	12.00	4.00	0.00	0.00	7.33	10.33	31.10	2.00	0.00

ตารางที่ 15

เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา การทดลองที่ 1

	ไม่ใช้สารเคมี	โพรพิโอนิค (%)			แอมโมเนีย (%)			โซเดียมคลอไรด์ (%)		
		1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	8	10	12
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
1	5	0	0	0	3	3	0	0	0	0
2	5	0	0	0	5	5	4	0	0	0
3	5	0	0	0	5	5	5	1	0	0
4	5	0	0	0	5	5	5	2	1	0
5	5	0	0	0	5	5	5	3	2	0
6	5	0	0	0	5	5	5	3	3	1
7	5	0	0	0	5	5	5	4	3	1
8	5	0	0	0	5	5	5	4	3	2

0 = ตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา 1 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 10 %

2 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 50 % 3 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 80 %

4 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 100 % 5 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา = 100 %

ตารางที่ 16

ชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ การทดลองที่ 1

	ไม่ใช้สารเคมี	โพรพิโอนิค (%)			แอมโมเนีย (%)			โซเดียมคลอไรด์ (%)		
		1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	8	10	12
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
Aspergillus flavus	98	0	0	0	48	17	19	19	1	1
Aspergillus niger	17	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Aspergillus terreus	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Emericella nidulans	0	0	0	0	44	24	5	0	0	0
Eurotium chevalieri	0	0	0	0	0	0	0	43	97	33
Fusarium solani	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ตารางที่ 17

ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของข้าวโพด เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1

	ไม่ใช้สารเคมี	โพรพิโอนิค (%)			แอมโมเนีย (%)			โซเดียมคลอไรด์ (%)		
		1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	8	10	12
โภชนะ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
โปรตีน	8.64	8.60	8.57	8.57	9.15*	9.29*	9.29*	8.22	8.17	7.98
ไขมัน	3.64	3.88	3.67	3.80	3.63	3.25	3.21	3.26	3.10	3.18
เยื่อใย	1.83	2.04	1.87	1.94	1.71	1.56	1.79	2.00	1.92	1.86
เถ้า	1.23	1.34	1.39	1.38	1.55	1.38	1.36	7.43	8.95	11.02

* หักไนโตรเจนจากแอมโมเนียที่ตกค้างในเมล็ดข้าวโพดออกแล้ว

ภาพที่ 7

แสดงข้าวโพดกลุ่มที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมี เปรียบเทียบกับข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมีในการเก็บรักษา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ การทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่2

น้ำหนักตัว

ผลการศึกษาน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ที่ได้รับสารเคมีซึ่งมีชนิดและปริมาณต่างๆกัน พบว่านกกระทาทั้ง 10 กลุ่มมีน้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในทุกช่วงอายุ ผลการศึกษาตลอดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมีมีน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกับนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค และกลุ่มที่ได้รับแอมโมเนีย 0.375 และ 0.50 % ($P>0.05$) แต่มีน้ำหนักตัวมากกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2.0 และ 3.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับแอมโมเนียมีน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกับนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค และนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ ($P>0.05$) แต่นกกระทาในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิคมีน้ำหนักตัวมากกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2.0 และ 3.0 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ผลการศึกษาน้ำหนักตัวนกกระทาเฉลี่ยทั้ง 10 กลุ่ม ที่อายุ 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 96.88, 95.36, 95.55, 95.29, 89.80, 92.53, 91.80, 86.40, 91.92 และ 86.36 กรัมตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 18

ปริมาณอาหารที่กิน

ผลการศึกษาปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 10 กลุ่มมีปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในช่วง 0 - 1 สัปดาห์ แต่เริ่มมีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตั้งแต่ช่วง 0 - 2 สัปดาห์เป็นต้นไป ผลการศึกษาตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมีมีปริมาณอาหารที่กินมากกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค 0.375 % แอมโมเนีย 0.25 และ 0.375 % และโซเดียมคลอไรด์ 3.0 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิคมีปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับแอมโมเนีย และกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2.5 และ 3.0 % ($P>0.05$) ผลการศึกษาปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 11.73, 10.77, 10.57, 10.89, 10.72, 10.55, 10.90, 11.85, 10.84 และ 10.42 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเจริญเติบโต

ผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 10 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทุกช่วงอายุ ผลการศึกษาตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมีไม่มีความแตกต่างกับนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค และกลุ่มที่ได้รับแอมโมเนีย 0.375 และ 0.50 % ($P>0.05$) แต่มีอัตราการจริญเติบโตดีกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2.0 และ 3.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.13, 3.07, 3.06, 3.08, 2.86, 2.96, 2.94, 2.75, 2.94 และ 2.75 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 19

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในช่วง 0 - 1 สัปดาห์ แต่เริ่มมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ตั้งแต่ช่วง 0 - 2 สัปดาห์เป็นต้นไป ผลการศึกษาตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมีมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกับนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับสารเคมี ($P>0.05$) ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2.0 % เพียงกลุ่มเดียว ($P<0.01$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.75, 3.51, 3.45, 3.54, 3.75, 3.56, 3.70, 4.31, 3.69 และ 3.79 ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 19

อัตราการตาย

ผลการศึกษาอัตราการตายของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 2.67, 2.67, 0.00, 2.67, 2.67, 4.00, 2.67, 0.00, 4.00 และ 2.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าอัตราการตายของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ตับ

ผลการศึกษาน้ำหนักตับของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 3.52, 3.14, 3.70, 3.15, 3.38, 3.31, 3.75, 3.96, 3.40 และ 3.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 20)

เปอร์เซ็นต์หัวใจ

ผลการศึกษาน้ำหนักหัวใจของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.88, 0.93, 0.84, 0.91, 0.88, 0.92, 0.83, 0.90, 0.84 และ 0.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 20)

เปอร์เซ็นต์อัณฑะ

ผลการศึกษาน้ำหนักอัณฑะของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.31, 1.07, 0.94, 0.99, 1.08, 1.14, 1.41, 0.66, 0.88 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 20)

อายุเริ่มไข่

ผลการศึกษาอายุเริ่มไข่ของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม มีอายุเริ่มไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยนกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2.0 และ 3.0 % มีอายุเริ่มไข่ช้ากว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) อายุเริ่มไข่เฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 36.00, 36.00, 36.33, 36.00, 37.00, 36.33, 36.67, 40.33, 37.67 และ 41.00 วัน ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก

ผลการศึกษาน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 8.17, 8.53, 7.90, 7.60, 8.97, 8.33, 8.63, 9.23, 8.93 และ 9.37 กรัมต่อฟอง ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 10 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18

น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 2

	กลุ่ม	โพรพิโอนิค (%)			แอมโมเนีย (%)			โซเดียมคลอไรด์ (%)		
	เปรียบเทียบ	0.25	0.375	0.50	0.25	0.375	0.50	2.0	2.5	3.0
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
น้ำหนักตัว (กรัม)										
1	26.48^{ก}	25.02^{กขค}	25.01^{กขค}	25.97^{ก}	25.42^{กข}	23.56^{ค}	23.43^{ค}	23.99^{ขค}	23.79^{ค}	23.88^{ขค}
2	53.43^{ก}	45.78^{ขคง}	48.80^{ข}	49.32^{ข}	47.24^{ขค}	46.29^{ขค}	46.31^{ขค}	46.00^{ขคง}	44.37^{คง}	42.30^{ง}
3	77.59^{ก}	70.03^{ขค}	69.50^{ขคง}	71.69^{ข}	67.12^{คง}	69.20^{ขคง}	66.14^{คง}	65.36^{งจ}	65.06^{งจ}	61.61^{จ}
4	96.88^{ก}	95.36^{กข}	95.55^{กข}	95.29^{กข}	89.80^{ขค}	92.53^{กขค}	91.80^{กขค}	86.40^{ค}	91.92^{กขค}	86.30^{ค}
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)										
0-1	5.27	5.08	5.19	5.11	5.32	5.06	5.10	5.09	4.98	4.73
0-2	8.15^{ก}	7.56^{กข}	7.59^{กข}	7.56^{กข}	7.50^{กข}	7.11^{ข}	7.19^{ข}	8.26^{ก}	7.46^{กข}	7.08^{ข}
0-3	10.57^{ก}	9.47^{ขค}	9.23^{ค}	9.47^{ขค}	9.19^{ค}	9.26^{ค}	9.46^{ขค}	10.18^{กข}	9.15^{ค}	8.90^{ค}
0-4	11.73^{กข}	10.77^{ขค}	10.57^{ค}	10.89^{กขค}	10.72^{ค}	10.55^{ค}	10.90^{กขค}	11.85^{ก}	10.84^{ขค}	10.42^{ค}

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 19

อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 2

กลุ่ม		โพรพิโอนิค (%)			แอมโมเนีย (%)			โซเดียมคลอไรด์ (%)		
	เปรียบเทียบ	0.25	0.375	0.50	0.25	0.375	0.50	2.0	2.5	3.0
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)										
0-1	2.42^{ก}	2.22^{กขค}	2.24^{กข}	2.34^{ก}	2.30^{ก}	2.03^{ขค}	1.99^{ค}	2.07^{ขค}	2.05^{ขค}	2.05^{ขค}
0-2	3.10^{ก}	2.58^{ขคง}	2.88^{กข}	2.76^{ขค}	2.77^{ขค}	2.68^{ขค}	2.62^{ขคง}	2.58^{ขคง}	2.51^{คง}	2.31^{ง}
0-3	3.25^{ก}	2.89^{ขค}	2.85^{ขคง}	2.98^{ข}	2.74^{คง}	2.84^{ขคง}	2.70^{คง}	2.67^{งจ}	2.64^{งจ}	2.49^{จ}
0-4	3.13^{ก}	3.07^{กข}	3.06^{กข}	3.08^{กข}	2.86^{ขค}	2.96^{กขค}	2.94^{กขค}	2.75^{ค}	2.94^{กขค}	2.75^{ค}
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร										
0-1	2.19	2.29	2.32	2.19	2.31	2.50	2.56	2.47	2.43	2.31
0-2	2.63^{ก}	2.93^{กขค}	2.64^{ก}	2.73^{กข}	2.70^{กข}	2.65^{ก}	2.74^{กข}	3.22^{ง}	2.97^{ขคง}	3.07^{คง}
0-3	3.25^{กข}	3.28^{กข}	3.24^{กข}	3.18^{ก}	3.36^{กขค}	3.26^{กข}	3.50^{ขค}	3.82^{ง}	3.46^{ขค}	3.58^{ค}
0-4	3.75^{ก}	3.51^{ก}	3.45^{ก}	3.54^{ก}	3.75^{ก}	3.56^{ก}	3.70^{ก}	4.31^{ข}	3.69^{ก}	3.79^{ก}
อัตราการตายตลอดการทดลอง (%)										
	2.67	2.67	0.00	2.67	2.67	4.00	2.67	0.00	4.00	2.67

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 20

เปอร์เซ็นต์ตับ หัวใจ อัณฑะ อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 2

กลุ่ม	โพรพิโอนิค (%)			แอมโมเนีย (%)			โซเดียมคลอไรด์ (%)		
เปรียบเทียบ	0.25	0.375	0.50	0.25	0.375	0.50	2.0	2.5	3.0
กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
เปอร์เซ็นต์ตับ									
3.52	3.14	3.70	3.15	3.38	3.31	3.75	3.96	3.40	3.73
เปอร์เซ็นต์หัวใจ									
0.88	0.93	0.84	0.91	0.88	0.92	0.83	0.90	0.84	0.95
เปอร์เซ็นต์อัณฑะ									
1.31	1.07	0.94	0.99	1.08	1.14	1.41	0.66	0.88	0.80
อายุเริ่มไข่ (วัน)									
36.00ก	36.00ก	36.33ก	36.00ก	37.00ก	36.33ก	36.67ก	40.33ข	37.67ก	41.00ข
น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก (กรัม)									
8.17	8.53	7.90	7.60	8.97	8.33	8.63	9.23	8.93	9.37

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การทดลองที่ 3

น้ำหนักตัว

ผลการศึกษาน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 11 กลุ่มมีน้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทุกช่วงอายุ ผลการศึกษาตลอดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักตัวนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติไม่มีความแตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี (มีสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 69 ppb) ($P>0.05$) แต่นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีน้ำหนักตัวมากกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค 1.0 % กลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 % และกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 12 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) น้ำหนักตัวนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิคพบว่าไม่มีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม ($P>0.05$) แต่น้ำหนักตัวนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์มีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม โดยน้ำหนักตัวนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 10 % มีน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 12 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ผลการศึกษาน้ำหนักตัวเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ที่อายุ 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 92.07, 86.64, 85.67, 90.62, 87.45, 77.96, 90.74, 91.23, 90.70, 87.64 และ 84.52 กรัม ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 21

ปริมาณอาหารที่กิน

ผลการศึกษาปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 11 กลุ่มมีปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทุกช่วงอายุ และผลการศึกษาปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 9.40, 9.38, 9.70, 9.57, 9.56, 10.11, 9.28, 9.32, 9.66, 9.70 และ 9.80 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเจริญเติบโต

ผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทุกช่วงอายุ ผลการศึกษาตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี และนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค 1.0 และ 2.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.5 และ 2.0 % และในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 8 และ 10 % มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ($P>0.05$) ผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.07, 2.85, 2.83, 3.01, 2.87, 2.56, 3.02, 3.02, 3.01, 2.90 และ 2.76 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 22

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในช่วงอายุ 0 - 1 สัปดาห์ แต่เริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ตั้งแต่ช่วงอายุ 0 - 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติไม่มีความแตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี ($P>0.05$) แต่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค 1.0 และ 2.0 % กลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 8 และ 12 % และกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค พบว่าไม่มีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม ($P>0.05$) ผลการศึกษาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.06, 3.29, 3.43, 3.18, 3.33, 3.96, 3.08, 3.08, 3.22, 3.34 และ 3.54 ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการตาย

ผลการศึกษาอัตราการตายของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 2.67, 5.33, 5.33, 4.00, 1.33, 6.67, 4.00, 4.00, 6.67, 2.67 และ 5.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าอัตราการตายของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 22)

เปอร์เซ็นต์ตับ

ผลการศึกษาน้ำหนักตับของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 2.96, 3.30, 3.13, 2.86, 2.97, 3.37, 2.99, 2.89, 2.93, 3.01 และ 3.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 23)

เปอร์เซ็นต์หัวใจ

ผลการศึกษาน้ำหนักหัวใจของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 0.81, 0.76, 0.77, 0.81, 0.92, 0.79, 0.82, 0.81, 0.85, 0.73 และ 0.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 23)

เปอร์เซ็นต์อัณฑะ

ผลการศึกษาน้ำหนักอัณฑะของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 0.84, 0.63, 0.74, 0.98, 0.78, 0.49, 0.64, 0.89, 0.58, 0.42 และ 0.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุเริ่มไข่

ผลการศึกษาอายุเริ่มไข่ของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีอายุเริ่มไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีอายุเริ่มไข่ไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี และในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค ($P>0.05$) นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีอายุเริ่มไข่เร็วกว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 และ 2.0 % และในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 8 และ 12 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) นกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิคมีอายุเริ่มไข่ไม่แตกต่างกันภายในกลุ่ม ($P>0.05$) ส่วนนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย และภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ พบว่ามีอายุเริ่มไข่แตกต่างกันภายในกลุ่มของสารเคมีเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ผลการศึกษาอายุเริ่มไข่เฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่มมีค่าเท่ากับ 39.33, 40.00, 40.00, 37.33, 39.33, 43.00, 40.00, 42.33, 39.00, 42.00 และ 42.67 วัน ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 23

น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก

ผลการศึกษาน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 9.97, 9.25, 9.61, 9.25, 9.31, 9.36, 9.84, 9.55, 9.34, 9.69 และ 9.86 กรัมต่อฟอง ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21

น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 3

	กลุ่มเปรียบเทียบ	ข้าวโพดไม่ใช้สารเคมี	ข้าวโพด+โพรพิโอนิค (%)			ข้าวโพด+แอมโมเนีย (%)			ข้าวโพด+โซเดียมคลอไรด์ (%)		
			1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	8	10	12
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
น้ำหนักตัว (กรัม)											
1	20.81^{ก}	21.09^{ขค}	20.87^{ขค}	20.14^{คง}	21.03^{ขค}	19.62^{คง}	20.67^{คง}	22.03^{กข}	22.34^{ก}	20.85^{ขค}	21.18^{ขค}
2	44.04^{กข}	42.24^{ขค}	41.81^{ขค}	44.35^{กข}	44.03^{กข}	39.57^{ค}	43.67^{กข}	46.67^{ก}	42.76^{ขค}	43.48^{กข}	44.01^{กข}
3	67.84^{กข}	64.10^{ข}	64.74^{กข}	68.25^{กข}	63.34^{ข}	54.32^{ค}	65.76^{กข}	69.82^{ก}	67.59^{กข}	65.48^{กข}	64.27^{ข}
4	92.07^{ก}	86.64^{กขค}	85.67^{ขค}	90.62^{กข}	87.45^{กขค}	77.96^{ง}	90.74^{กข}	91.23^{กข}	90.70^{กข}	87.64^{กขค}	84.52^{ค}
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)											
0-1	4.34	4.31	4.36	4.42	4.31	4.23	4.35	4.26	4.74	4.29	4.11
0-2	6.17	6.19	6.44	6.28	6.56	6.59	6.09	6.35	6.51	6.41	6.37
0-3	7.87	8.02	8.21	8.08	8.12	8.27	7.79	7.94	8.17	8.17	8.19
0-4	9.40	9.38	9.70	9.57	9.56	10.11	9.28	9.32	9.66	9.70	9.80

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 22

อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 3

	กลุ่มเปรียบเทียบ	ข้าวโพดไม่ใช้สารเคมี	ข้าวโพด+โพรพิโอนิค (%)			ข้าวโพด+แอมโมเนีย (%)			ข้าวโพด+โซเดียมคลอไรด์ (%)		
			1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	8	10	12
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)											
0-1	2.04^{ขค}	2.07^{ขค}	2.04^{ขค}	1.94^{คง}	2.06^{ขค}	1.87^{ง}	2.02^{คง}	2.21^{กข}	2.25^{ก}	2.04^{ขค}	2.08^{ขค}
0-2	2.68^{กข}	2.55^{ขค}	2.52^{ขค}	2.70^{กข}	2.68^{กข}	2.36^{ค}	2.65^{กข}	2.86^{ก}	2.59^{ขค}	2.64^{กข}	2.67^{กข}
0-3	2.91^{กข}	2.74^{ข}	2.77^{กข}	2.93^{กข}	2.71^{ข}	2.27^{ค}	2.82^{กข}	3.01^{ก}	2.91^{กข}	2.80^{กข}	2.75^{ข}
0-4	3.07^{ก}	2.85^{ขค}	2.83^{ขค}	3.01^{กข}	2.87^{ขค}	2.56^{ง}	3.02^{กข}	3.02^{กข}	3.01^{กข}	2.90^{กขค}	2.76^{ค}
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร											
0-1	2.14	2.08	2.14	2.28	2.09	2.27	2.16	1.93	2.11	2.10	1.97
0-2	2.31^{กข}	2.44^{กขค}	2.56^{ค}	2.33^{กขค}	2.46^{ขค}	2.79^{ง}	2.30^{กข}	2.22^{ก}	2.52^{ขค}	2.43^{กขค}	2.39^{กขค}
0-3	2.70^{กข}	2.93^{ขค}	2.97^{ขค}	2.76^{กขค}	3.00^{ค}	3.64^{ง}	2.77^{กขค}	2.64^{ก}	2.82^{กขค}	2.92^{ขค}	2.98^{ขค}
0-4	3.06^{ก}	3.29^{กขคง}	3.43^{คง}	3.18^{กขค}	3.33^{ขคง}	3.96^{จ}	3.08^{กข}	3.08^{กข}	3.22^{กขค}	3.34^{ขคง}	3.54^{ง}
อัตราการตายตลอดการทดลอง (%)											
	2.67	5.33	5.33	4.00	1.33	6.67	4.00	4.00	6.67	2.67	5.33

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 23

เปอร์เซ็นต์ตับ หัวใจ อัณฑะ อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 3

กลุ่ม	ข้าวโพดไม่	ข้าวโพด+โพรพิโอนิค (%)			ข้าวโพด+แอมโมเนีย (%)			ข้าวโพด+โซเดียมคลอไรด์ (%)		
เปรียบเทียบ	ใช้สารเคมี	1.0	1.5	2.0	1.0	1.5	2.0	8	10	12
กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
เปอร์เซ็นต์ตับ										
2.96	3.30	3.13	2.86	2.97	3.37	2.99	2.89	2.93	3.01	3.29
เปอร์เซ็นต์หัวใจ										
0.81	0.76	0.77	0.81	0.92	0.79	0.82	0.81	0.85	0.73	0.70
เปอร์เซ็นต์อัณฑะ										
0.84	0.63	0.74	0.98	0.78	0.49	0.64	0.89	0.58	0.42	0.38
อายุเริ่มไข่ (วัน)										
39.33^{ก}	40.00^{กข}	40.00^{กข}	37.33^{ก}	39.33^{ก}	43.00^{ค}	40.00^{กข}	42.33^{ขค}	39.00^{ก}	42.00^{ขค}	42.67^{ค}
น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก (กรัม)										
9.97	9.25	9.61	9.25	9.31	9.36	9.84	9.55	9.34	9.69	9.86

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การทดลองที่ 4

ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน

ผลการศึกษาปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ในข้าวโพด (แสดงไว้ในตารางที่ 24) พบว่าปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ในข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมีมีปริมาณสูงมากกว่า 100 ppb ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บ ส่วนข้าวโพดในกลุ่มที่ใช้สารเคมีทั้งหมด (กลุ่มที่ 2 - 10) พบว่ามีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ต่ำกว่า 100 ppb ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 เฉลี่ยในข้าวโพดทั้ง 10 กลุ่ม ที่สิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 365.00, 37.67, 49.00, 13.33, 8.33, 18.67, 3.67, 1.67, 0.43 และ 5.50 ppb ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา (แสดงไว้ในตารางที่ 25) พบว่า ข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมี มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา 100 % ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 กลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิค 0.2 % และกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 2 % พบว่ามีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา 100 % ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ด้วยเช่นกัน ส่วนข้าวโพดกลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิค 0.6, 0.8 และ 1.0 % ตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนข้าวโพดกลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิค 0.4 % ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราได้น้อยกว่า 80 % ในสัปดาห์ที่ 2 และตรวจพบได้ 100 % ในสัปดาห์ที่ 3 ส่วนข้าวโพดกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 4 % ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราได้น้อยกว่า 50 % ในสัปดาห์ที่ 1 ตรวจพบได้น้อยกว่า 100 % ในสัปดาห์ที่ 2 และตรวจพบได้ 100 % ในสัปดาห์ที่ 3 ส่วนข้าวโพดกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 6 และ 8 % ตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราในสัปดาห์ที่ 1 แต่ตรวจพบได้น้อยกว่า 100 % ในสัปดาห์ที่ 2 และตรวจพบได้ 100 % ในสัปดาห์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด หลังสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยใช้อาหาร PDA (potato dextrose agar + chloramphenical + rose bengal) (แสดงไว้ในตารางที่ 26) พบว่าข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ใช้สารเคมีมีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 55 % และ *Emericella nidulans* 4 % กลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิค 0.2 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 61 % กลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิค 0.4 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 48 % และ *Aspergillus terreus* 5 % กลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิค 0.6 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 1 % กลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิค 0.8 และ 1.0 % ตรวจไม่พบการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 2 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 6 % และ *Aspergillus terreus* 21 % กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 4 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 16 % กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 6 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 3 % และ *Eurotium chevalieri* 15 % กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 8 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 1 % และ *Eurotium chevalieri* 27 %

ส่วนประกอบทางโภชนะของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ผลการศึกษาส่วนประกอบทางโภชนะของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ (แสดงไว้ในตารางที่ 27) พบว่าข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิคมีปริมาณโภชนะต่างๆใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมี ส่วนข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์มีแนวโน้มของปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่มีแนวโน้มของปริมาณเถ้าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆตามระดับของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24

ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 (ppb) การทดลองที่ 4

	ไม่ใช้สารเคมี	โพรพิโอนิค (%)					โซเดียมคลอไรด์ (%)			
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
1	8.67	6.67	3.33	0.17	0.13	0.23	0.10	0.20	0.03	0.77
2	170.67	11.67	3.33	1.00	0.77	6.00	3.37	4.00	1.80	2.67
3	117.67	15.67	2.67	1.33	1.37	11.33	27.67	12.67	2.33	1.00
4	66.67	8.00	11.67	1.80	1.97	0.67	1.67	0.87	0.40	1.00
5	91.67	4.33	6.67	0.00	0.00	0.00	0.33	1.00	1.00	1.67
6	79.00	7.67	6.33	4.33	1.40	6.67	14.00	14.67	6.67	2.00
7	197.00	18.67	32.67	15.33	0.17	2.67	3.33	8.00	3.67	20.33
8	365.00	37.67	49.00	13.33	8.33	18.67	3.67	1.67	0.43	5.50

ตารางที่ 25

เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา การทดลองที่ 4

ไม่ใช้สารเคมี		โพรพิโอนิค (%)					โซเดียมคลอไรด์ (%)			
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
1	5	5	0	0	0	0	5	2	0	0
2	5	5	3	0	0	0	5	4	4	4
3	5	5	5	0	0	0	5	5	5	5
4	5	5	5	0	0	0	5	5	5	5
5	5	5	5	0	0	0	5	5	5	5
6	5	5	5	0	0	0	5	5	5	5
7	5	5	5	0	0	0	5	5	5	5
8	5	5	5	0	0	0	5	5	5	5

0 = ตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา 1 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 10 %

2 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 50 % 3 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 80 %

4 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 100 % 5 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา = 100 %

ตารางที่ 26

ชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ การทดลองที่ 4

	ไม่ใช้สารเคมี	โพรพิโอนิค (%)					โซเดียมคลอไรด์ (%)			
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
Aspergillus flavus	55	61	48	1	0	0	6	16	3	1
Aspergillus terreus	0	0	5	0	0	0	21	0	0	0
Emericella nidulans	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eurotium chevalieri	0	0	0	0	0	0	0	0	15	27

ตารางที่ 27

ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของข้าวโพด เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 4

	ไม่ใช้สารเคมี	โพรพิโอนิค (%)					โซเดียมคลอไรด์ (%)			
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8
โภชนะ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
โปรตีน	9.32	9.32	9.44	9.27	9.34	9.48	9.32	9.26	9.11	9.09
ไขมัน	3.67	3.75	3.55	3.45	3.81	3.83	3.43	3.53	3.58	3.48
เยื่อใย	2.39	2.63	2.58	2.34	2.35	2.27	2.95	2.73	2.35	2.43
เถ้า	1.82	1.80	1.56	1.33	1.87	1.51	4.08	6.09	8.99	12.16

ภาพที่ 8

แสดงข้าวโพดกลุ่มที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมี เปรียบเทียบกับข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมีในการเก็บรักษา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ การทดลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5

น้ำหนักตัว

ผลการศึกษาน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม มีน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในสัปดาห์ที่ 1 แต่เริ่มมีน้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ผลการศึกษาตลอดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมีมีน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกับนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค ($P>0.05$) แต่มีน้ำหนักตัวมากกว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 1.5 และ 2.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักตัวของนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค ($P>0.05$) แต่พบความแตกต่างของน้ำหนักตัวของนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ โดยนกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 1 % มีน้ำหนักตัวมากกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) น้ำหนักตัวเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ที่อายุ 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 96.99, 93.41, 94.47, 96.15, 92.52, 95.19, 91.77, 88.23 และ 86.42 กรัม ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 28

ปริมาณอาหารที่กิน

ผลการศึกษาปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทุกช่วงอายุ ผลการศึกษาตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมีมีปริมาณอาหารที่กินมากกว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค 0.10, 0.15 และ 0.20 % และกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 1.5 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ไม่พบความแตกต่างของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค ($P>0.05$) ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 11.73, 11.02, 10.80, 10.63, 11.04, 10.77, 11.07, 10.50 และ 11.85 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเจริญเติบโต

ผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในช่วง 0 - 1 สัปดาห์ แต่เริ่มมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ตั้งแต่ช่วง 0 - 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมี มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค (P>0.05) แต่มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 1.5 และ 2.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค (P>0.05) แต่พบความแตกต่างของอัตราการเจริญเติบโตภายในกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ โดยนกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 1% มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.13, 2.99, 3.05, 3.09, 2.98, 3.07, 2.95, 2.82 และ 2.75 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 29

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในช่วง 0 - 1 สัปดาห์ แต่เริ่มมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ตั้งแต่ช่วง 0 - 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมีมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกับนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับสารเคมี (P>0.05) ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ระดับสูงสุดคือ 2 % (P<0.01) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.75, 3.68, 3.55, 3.44, 3.71, 3.51, 3.75, 3.73 และ 4.31 ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการตาย

ผลการศึกษาอัตราการตายของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 2.67, 2.67, 1.33, 4.00, 0.00, 2.67, 0.00, 5.33 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าอัตราการตายของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 29)

เปอร์เซ็นต์ตับ

ผลการศึกษาน้ำหนักตับของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.52, 3.58, 3.19, 3.56, 3.89, 3.14, 3.63, 3.68 และ 3.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 30)

เปอร์เซ็นต์หัวใจ

ผลการศึกษาน้ำหนักหัวใจของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 0.88, 0.82, 0.90, 0.84, 0.82, 0.93, 0.88, 0.93 และ 0.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 30)

เปอร์เซ็นต์อัณฑะ

ผลการศึกษาน้ำหนักอัณฑะของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 1.31, 0.92, 0.95, 1.09, 0.65, 1.07, 0.91, 0.87 และ 0.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 30)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุเริ่มไข่

ผลการศึกษาอายุเริ่มไข่ของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม มีอายุเริ่มไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยนกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมีมีอายุเริ่มไข่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับสารเคมี ($P>0.05$) ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ระดับสูงสุดคือ 2.0 % เพียงกลุ่มเดียว อายุเริ่มไข่เฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 36.00, 37.33, 36.00, 37.00, 37.33, 36.00, 37.33, 37.33 และ 40.33 วัน ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบแสดงไว้ในตารางที่ 30

น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก

ผลการศึกษาน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 8.17, 9.20, 8.43, 8.37, 8.30, 8.53, 8.33, 8.97 และ 9.23 กรัมต่อฟอง ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 9 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 30)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 28

น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 5

	กลุ่มเปรียบเทียบ	โพรพิโอนิค (%)					โซเดียมคลอไรด์ (%)		
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	1.0	1.5	2.0
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9
น้ำหนักตัว (กรัม)									
1	26.33	24.93	25.11	25.56	25.37	24.75	25.06	24.25	23.80
2	52.75ก	47.08ขค	46.86ขค	45.51ขค	48.98ข	45.37ขค	45.07ค	44.08ค	45.40ขค
3	77.60ก	72.51ข	72.32ข	67.90ขคง	71.83ข	69.91ขค	66.48คง	64.52คง	65.34คง
4	96.99ก	93.41กข	94.47ก	96.15ก	92.52กข	95.19ก	91.77กข	88.23ขค	86.42ค
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)									
0-1	5.27กขค	5.37กข	5.31กขค	5.05ค	5.55ก	5.08ขค	5.45ก	5.11ขค	5.09ขค
0-2	8.15กข	7.54ขคง	7.53ขคง	7.36คง	7.93กขค	7.56ขคง	7.59ขคง	7.19ง	8.26ก
0-3	10.57ก	9.83ขค	9.52คง	9.08ง	9.87ขค	9.47คง	9.30คง	9.14ง	10.18กข
0-4	11.73ก	11.02กข	10.80ข	10.63ข	11.04กข	10.77ข	11.07กข	10.50ข	11.85ก

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 29

อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 5

	กลุ่มเปรียบเทียบ	โพรพิโอนิค (%)					โซเดียมคลอไรด์ (%)		
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	1.0	1.5	2.0
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)									
0-1	2.42	2.19	2.28	2.27	2.31	2.22	2.28	2.15	2.07
0-2	3.10^{ก}	2.68^{ขค}	2.69^{ขค}	2.57^{ขค}	2.84^{ข}	2.58^{ขค}	2.56^{ขค}	2.49^{ค}	2.58^{ขค}
0-3	3.25^{ก}	3.01^{ข}	3.00^{ข}	2.78^{ขคง}	2.98^{ข}	2.89^{ขค}	2.72^{คง}	2.63^{ค}	2.67^{คง}
0-4	3.13^{ก}	2.99^{กข}	3.05^{ก}	3.09^{ก}	2.98^{กข}	3.07^{ก}	2.95^{กข}	2.82^{ขค}	2.75^{ค}
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร									
0-1	2.19	2.45	2.33	2.25	2.40	2.29	2.40	2.39	2.47
0-2	2.63^{ก}	2.81^{กข}	2.80^{กข}	2.87^{ข}	2.80^{กข}	2.93^{ข}	2.96^{ข}	2.90^{ข}	3.22^{ค}
0-3	3.25^{ก}	3.28^{ก}	3.17^{ก}	3.28^{ก}	3.31^{ก}	3.28^{ก}	3.42^{ก}	3.47^{ก}	3.82^{ข}
0-4	3.75^{ก}	3.68^{ก}	3.55^{ก}	3.44^{ก}	3.71^{ก}	3.51^{ก}	3.75^{ก}	3.73^{ก}	4.31^{ข}
อัตราการตายตลอดการทดลอง (%)									
	2.67	2.67	1.33	4.00	0.00	2.67	0.00	5.33	0.00

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 30

เปอร์เซ็นต์ตับ หัวใจ อัณฑะ อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 5

กลุ่มเปรียบเทียบ	โพรพิโอนิค (%)					โซเดียมคลอไรด์ (%)		
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	1.0	1.5	2.0
กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9
เปอร์เซ็นต์ตับ								
3.52	3.58	3.19	3.56	3.89	3.14	3.63	3.68	3.96
เปอร์เซ็นต์หัวใจ								
0.88	0.82	0.90	0.84	0.82	0.93	0.88	0.93	0.90
เปอร์เซ็นต์อัณฑะ								
1.31	0.92	0.95	1.09	0.65	1.07	0.91	0.87	0.66
อายุเริ่มไข่ (วัน)								
36.00ก	37.33ก	36.00ก	37.00ก	37.33ก	36.00ก	37.33ก	37.33ก	40.33ข
น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก (กรัม)								
8.17	9.20	8.43	8.37	8.30	8.53	8.33	8.97	9.23

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การทดลองที่ 6

น้ำหนักตัว

ผลการศึกษาน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีน้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในสัปดาห์ที่ 1 เท่านั้น โดยกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี (มีสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 28 ppb) และกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมี (กลุ่มที่ 3 - 11) ($P>0.05$) น้ำหนักตัวนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค และภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกันภายในกลุ่มสารเคมีเดียวกัน ($P<0.05$) ผลการศึกษาน้ำหนักตัวเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ที่อายุ 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 102.85, 100.43, 100.00, 102.13, 104.44, 100.94, 99.74, 101.45, 101.45, 100.73 และ 101.60 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่นัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 31

ปริมาณอาหารที่กิน

ผลการศึกษาปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในช่วงอายุ 0 - 1, 0 - 2 และ 0 - 3 สัปดาห์ ผลการศึกษาปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ในช่วงอายุ 0 - 3 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี และนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค 0.2, 0.8 และ 1.0 % ($P>0.05$) นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีปริมาณอาหารที่กินน้อยกว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ผลการศึกษาตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยเท่ากับ 10.27, 10.28, 10.45, 10.71, 10.57, 10.44, 10.19, 10.93, 10.83, 10.78 และ 10.97 กรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเจริญเติบโต

ผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทุกช่วงอายุ ผลการศึกษาตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี และนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมี (กลุ่มที่ 3 - 11) ($P>0.05$) นกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค และภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันภายในกลุ่ม ($P>0.05$) ผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.38, 3.29, 3.28, 3.34,3.45, 3.31, 3.21, 3.31, 3.26, 3.31 และ 3.28 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 32

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม พบว่านกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทุกช่วงอายุ ผลการศึกษาตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี และในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค แต่นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 2, 4 และ 8 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค และภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันภายในกลุ่มสารเคมีเดียวกัน ($P>0.05$) ผลการศึกษาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.04, 3.12, 3.19, 3.20, 3.06, 3.16, 3.18, 3.30, 3.32, 3.25 และ 3.34 ตามลำดับ ผลการทดลองทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการตาย

ผลการศึกษาอัตราการตายของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 0.00, 0.00, 1.33, 0.00, 0.00, 0.00, 2.67, 1.33, 0.00, 1.33 และ 1.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าอัตราการตายของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 32)

เปอร์เซ็นต์ตับ

ผลการศึกษาน้ำหนักตับของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 2.62, 2.77, 2.97, 2.95, 2.84, 2.85, 2.64, 2.91, 2.57, 2.93 และ 2.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 33)

เปอร์เซ็นต์หัวใจ

ผลการศึกษาน้ำหนักหัวใจของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท้ากับ 0.92, 0.95, 0.96, 0.92, 0.91, 0.88, 0.91, 0.88, 0.88, 0.88, 0.94 และ 0.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 33)

เปอร์เซ็นต์อัณฑะ

ผลการศึกษาน้ำหนักอัณฑะของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 1.51, 1.24, 1.39, 1.24, 1.29, 1.57, 1.34, 1.41, 1.18, 1.38 และ 0.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 33)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุเริ่มไข่

ผลการศึกษาอายุเริ่มไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 35.67, 37.00, 36.67, 37.33, 37.67, 36.33, 36.33, 37.67, 37.33, 36.33 และ 37.33 วัน ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 33)

น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก

ผลการศึกษาน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 8.45, 8.10, 8.77, 7.70, 8.10, 8.51, 8.51, 8.51, 8.43, 8.58, 8.32 และ 8.77 กรัมต่อฟอง ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 33)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 31

น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 6

	กลุ่มเปรียบเทียบ	ข้าวโพดไม่ใช้สารเคมี	ข้าวโพด+โพรพิโอนิค (%)					ข้าวโพด+โซเดียมคลอไรด์ (%)			
			0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
น้ำหนักตัว (กรัม)											
1	27.25^{กขค}	27.69^{กข}	27.38^{กขค}	27.78^{กข}	28.66^{ก}	28.59^{ก}	26.41^{ขค}	27.92^{กข}	27.73^{กข}	25.99^{ค}	27.59^{กข}
2	52.59	53.58	53.27	52.40	54.97	55.40	53.08	53.48	51.77	51.04	54.09
3	80.20	79.13	79.18	79.42	83.12	82.23	78.46	79.62	79.73	78.97	80.36
4	102.85	100.43	100.00	102.13	104.44	100.94	99.74	101.45	101.45	100.73	101.60
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)											
0-1	5.01^{ค}	5.00^{ค}	5.36^{กขค}	5.49^{กข}	5.46^{กข}	5.59^{ก}	5.08^{ขค}	5.73^{ก}	5.45^{กข}	5.64^{ก}	5.30^{กขค}
0-2	6.95^{งจ}	7.15^{งจ}	7.43^{ขคง}	7.50^{ขค}	7.66^{กข}	7.50^{ขค}	7.21^{คงจ}	7.73^{กข}	7.61^{กข}	7.93^{ก}	7.76^{กข}
0-3	8.62^{จ}	8.84^{คงจ}	9.05^{ขคงจ}	9.17^{กขคง}	9.24^{กขค}	9.03^{ขคงจ}	8.73^{งจ}	9.53^{ก}	9.34^{กข}	9.56^{ก}	9.56^{ก}
0-4	10.27	10.28	10.45	10.70	10.57	10.44	10.19	10.93	10.83	10.78	10.97

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 32

อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 6

	กลุ่มเปรียบเทียบ	ข้าวโพดไม่ใช้สารเคมี	ข้าวโพด+โพรพิโอนิค (%)					ข้าวโพด+โซเดียมคลอไรด์ (%)			
			0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8
สัปดาห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)											
0-1	2.66^{กข}	2.72^{ก}	2.68^{กข}	2.73^{ก}	2.87^{ก}	2.87^{ก}	2.50^{ข}	2.74^{ก}	2.68^{กข}	2.49^{ข}	2.67^{กข}
0-2	3.18^{กขค}	3.24^{กขค}	3.22^{กขค}	3.14^{คง}	3.38^{ก}	3.37^{กข}	3.06^{คง}	3.20^{กขค}	2.95^{ง}	3.10^{คง}	3.15^{ขคง}
0-3	3.44^{ขค}	3.37^{ขคง}	3.38^{ขคง}	3.38^{ขคง}	3.59^{ก}	3.52^{กข}	3.25^{ง}	3.38^{ขคง}	3.30^{คง}	3.39^{ขคง}	3.35^{คง}
0-4	3.38^{กข}	3.29^{ขค}	3.28^{ขค}	3.34^{กข}	3.45^{ก}	3.31^{ขค}	3.21^{ขค}	3.31^{ขค}	3.26^{ขค}	3.31^{ขค}	3.28^{ขค}
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร											
0-1	1.89^{กข}	1.84^{ก}	2.00^{กข}	2.02^{กข}	1.90^{กข}	1.96^{กข}	2.03^{กข}	2.09^{ข}	2.03^{กข}	2.27^{ค}	1.99^{กข}
0-2	2.18^{ก}	2.21^{ก}	2.31^{กขค}	2.40^{ขคง}	2.27^{กข}	2.23^{ก}	2.36^{กขค}	2.42^{ขคงจ}	2.58^{จ}	2.56^{งจ}	2.47^{คงจ}
0-3	2.51^{ก}	2.62^{กขค}	2.68^{ขค}	2.71^{คง}	2.57^{กข}	2.56^{กข}	2.69^{ขค}	2.82^{งจ}	2.83^{งจ}	2.82^{งจ}	2.85^{จ}
0-4	3.04^{ก}	3.12^{กข}	3.19^{กขค}	3.20^{กขค}	3.06^{ก}	3.16^{กขค}	3.18^{กขค}	3.30^{ขค}	3.32^{ขค}	3.25^{กขค}	3.34^{ก}
อัตราการตายตลอดการทดลอง (%)											
	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	0.00	2.67	1.33	0.00	1.33	1.33

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 33

เปอร์เซ็นต์ตับ หัวใจ อัณฑะ อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาญี่ปุ่น การทดลองที่ 6

กลุ่ม	ข้าวโพดไม่	ข้าวโพด+โพรพิโอนิค (%)					ข้าวโพด+โซเดียมคลอไรด์ (%)			
เปรียบเทียบ	ใช้สารเคมี	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8
กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
เปอร์เซ็นต์ตับ										
2.62	2.77	2.97	2.95	2.84	2.85	2.64	2.91	2.57	2.93	2.89
เปอร์เซ็นต์หัวใจ										
0.92	0.95	0.96	0.92	0.91	0.88	0.91	0.88	0.88	0.94	0.95
เปอร์เซ็นต์อัณฑะ										
1.51	1.24	1.39	1.24	1.29	1.57	1.34	1.41	1.18	1.38	0.99
อายุเริ่มไข่ (วัน)										
35.67	37.00	36.67	37.33	37.67	36.33	36.33	37.67	37.33	36.33	37.33
น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก (กรัม)										
8.45	8.10	8.77	7.70	8.10	8.51	8.51	8.43	8.58	8.32	8.77

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

<u>การควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพด</u>

ผลการศึกษาการใช้สารเคมีควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพด พบว่าข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ใช้สารเคมีมีเชื้อราเจริญเป็นปริมาณมากตั้งแต่สัปดาห์แรก และมีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 สูงเกิน 100 ppb ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Kositcharoenkul และคณะ (1992) และสอดคล้องกับรายงานของธีระยุทธ และชัยวัฒน์ (2524) ที่ว่าอุณหภูมิและความชื้นในสภาพอากาศของประเทศไทยเหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้เป็นอย่างดีในระยะเวลา 7 - 14 วัน

ผลการศึกษาการใช้กรดโพรพิโอนิค พบว่าการใช้กรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 0.6 - 2.0 % สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อรา และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Raeker และคณะ (1992) ที่รายงานว่ากรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 0.5 % สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดได้ตลอดการทดลอง 42 สัปดาห์ ส่วนปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินที่ตรวจพบได้บ้างในการทดลอง เนื่องมาจากการปนเปื้อนของสารพิษอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดก่อนการนำมาใช้ทดลอง เพราะไม่พบการเกิดราบนเมล็ดข้าวโพดจากการสังเกตด้วยตาเปล่าตลอดการทดลอง และผลการตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดด้วยอาหาร PDA เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ไม่พบการเจริญของเชื้อราชนิดใดเลย ส่วนการใช้กรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 0.2 และ 0.4 % สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ได้ต่ำกว่า 100 ppb ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราบนเมล็ดข้าวโพด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของประวัติ และคณะ (2528) ที่รายงานว่ากรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 0.5 % สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราในข้าวโพดได้ 1 สัปดาห์ ผลการศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดด้วยอาหาร PDA หลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่าข้าวโพดกลุ่มที่ใช้กรดโพรพิโอนิค 0.2 และ 0.4 % มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* ใกล้เคียงกับข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมี แต่มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ต่ำกว่ามาก อาจเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาจากกรดโพรพิโอนิคทำให้ pH และแหล่งของคาร์บอนในเมล็ดข้าวโพดเปลี่ยนแปลงไป ไม่เหมาะสมต่อการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ของเชื้อรา (ธีระยุทธ และชัยวัฒน์, 2524)

ผลการศึกษาการใช้แอมโมเนีย พบว่าแอมโมเนียสามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ในข้าวโพดได้ต่ำกว่า 100 ppb ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อรา ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Wongurai และคณะ (1992) ที่รายงานว่าแอมโมเนียที่ระดับ 0.5 % สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราและจุลินทรีย์ชนิดอื่นในข้าวโพด และผลการตรวจหาชนิดและปริมาณเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดด้วยอาหาร PDA เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบเชื้อรา *Aspergillus flavus* แสดงว่าน่าจะมีการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพด แต่การที่ตรวจไม่พบสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 หรือตรวจพบได้ต่ำมาก อาจเป็นผลมาจากการเกิดขบวนการ ammoniation ทำให้อะฟลาทอกซิน B_1 เปลี่ยนรูปไปเป็นอะฟลาทอกซิน D_1 (Phillips และคณะ, 1994; ประวัติ, 2528) นอกจากนี้ยังพบว่าแอมโมเนียทำให้สีของข้าวโพดเปลี่ยนไปจากสีเหลืองไปเป็นสีน้ำตาลแก่ทันทีที่ข้าวโพดสัมผัสกับแอมโมเนีย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Wongurai และคณะ (1992) และ ประวัติ (2528)

ผลการศึกษาการใช้โซเดียมคลอไรด์ พบว่าโซเดียมคลอไรด์มีความสามารถในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 ในข้าวโพดได้ต่ำกว่า 100 ppb ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ แต่ไม่มีความสามารถในการควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ตลอดการทดลอง โดยระยะเวลาในการควบคุมการเจริญของเชื้อราจะนานขึ้นตามระดับของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Thanaboripat และคณะ (1992) และ Uraih และChipley (1976) ที่รายงานว่าโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับต่ำกว่า 8 % ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้มากกว่า 1 สัปดาห์ และพบว่าข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์มีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่มีปริมาณเถ้าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆมาก เนื่องจากมีการเติมโซเดียมคลอไรด์ลงไปในข้าวโพดเป็นปริมาณมาก จึงทำให้มีสัดส่วนของเถ้าในข้าวโพดสูงขึ้นแต่มีสัดส่วนของโปรตีนและไขมันในข้าวโพดลดลง ตามปริมาณของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นโดยตรง

ผลการศึกษาผลกระทบของสารเคมีที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นโดยตรง พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค มีสมรรถภาพการผลิตทั้งหมด และอัตราการตายไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมี ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Huff และคณะ (1994) ที่รายงานว่าไก่กระทงที่ได้รับกรดโพรพิโอนิค 0.9 % ในสูตรอาหารตลอดการทดลอง 6 สัปดาห์ มีน้ำหนักตัว pHที่ลำไส้ สมรรถภาพการผลิตอื่นๆ และอัตราการตายไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้รับกรดโพรพิโอนิค นอกจากนี้ยังพบว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับกรดโพรพิโอนิคมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมี เนื่องมาจากกรดโพรพิโอนิคที่นกกระทากินเข้าไป จะไปช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในลำไส้ ทำให้นกกระทาใช้ประโยชน์จากอาหารได้มากขึ้น (Miller, 1989) นอกจากนี้กรดโพรพิโอนิคยังสามารถถูกร่ายกายดูดซึมนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้อีกทางหนึ่ง (Hume และคณะ, 1993) และผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก พบว่าไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมี ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ WHO/FAO (1962) ที่ทดลองให้หนูได้รับอาหารที่มีเกลือโซเดียมโพรพิโอเนตในสูตรอาหาร 3.75 % เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักอวัยวะภายใน และไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติของเนื้อเยื่อ

นกกระทาในกลุ่มที่ได้รับแอมโมเนีย พบว่ามีแนวโน้มของสมรรถภาพการผลิตโดยรวมและอัตราการตายไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมี ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Hughes และคณะ (1979) ที่รายงานว่า ไก่เล็กฮอร์นขาวที่ได้รับอาหารมีแอมโมเนีย 0.33 - 0.99 % มีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับแอมโมเนีย และผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก พบว่าไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Norred (1979) ที่รายงานว่าหนูที่ได้รับอาหารที่มีแอมโมเนียในสูตรอาหาร 14.5 % เป็นเวลา 72 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ตับไม่แตกต่างจากหนูที่ได้รับอาหารปกติ และรายงานของ Hughes และคณะ (1979) ที่รายงานว่าไก่เล็กฮอร์นขาวอายุ 22 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดที่ผ่านขบวนการ ammoniation ในสูตรอาหาร 66.3 % เป็นระยะเวลา 280 วัน มีผลผลิตไข่ และคุณภาพของไข่ ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ

ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 1.0 % มีสมรรถภาพการผลิตทั้งหมดไม่แตกต่างกับนกกระทาในกลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมี และจากการสังเกตมูลนกกระทาในระหว่างการทดลอง พบ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมเดียมคลอไรด์ 1.0 % มีลักษณะปกติไม่เหลว แสดงว่าโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 1.0 % ในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อระบบทางเดินอาหารของนกกระทา ทำให้นกกระทาใช้ประโยชน์จากอาหารได้ตามปกติ ส่วนนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 1.5 - 3.0 % มีสมรรถภาพการผลิตโดยรวมต่ำกว่านกกระทากลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมี เนื่องมาจากโซเดียมคลอไรด์ในอาหารทำให้นกกระทาท้องเสีย อาหารไหลผ่านทางเดินอาหารเร็วขึ้น ทำให้การใช้ประโยชน์จากอาหารได้น้อยลง (Georgierskii และคณะ, 1982) และจากผลการสังเกตมูลนกกระทาในระหว่างทดลอง พบว่ามูลนกกระทามีลักษณะเหลว ผลการศึกษาอัตราการตาย เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ของนกกระทาที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ มีอัตราการตาย เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสารเคมี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Georgierskii และคณะ (1982) ที่รายงานว่าสัตว์ทุกชนิดรวมทั้งสัตว์ปีกถ้าได้รับน้ำดื่มอย่างเพียงพอ จะสามารถทนต่อโซเดียมคลอไรด์ได้มากกว่าระดับปกติ 3 - 5 เท่า และสัตว์ที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณที่สูงมากๆ จะมีผลทำให้เกิดเลือดคั่งที่ระบบทางเดินอาหาร ไตขยายและอักเสบ และผลการศึกษาอายุเริ่มไข่ พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับด้วยโซเดียมคลอไรด์ 2 และ 3 % มีอายุเริ่มไข่ช้ากว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ เนื่องจากนกกระทาในกลุ่มนี้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่า ทำให้รังไข่มีการเจริญและพัฒนาช้าตามไปด้วย ส่วนนกกระทากลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2.5 % มีสมรรถภาพการผลิตดีกว่าที่กลุ่มที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 2.0 และ 3.0 % เนื่องมาจากกลุ่มนี้มีนกกระทาตายในช่วงสัปดาห์ที่ 4 มากกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งนกกระทาที่ตายเป็นนกกระทาที่อ่อนแอ และแคระแกรน ทำให้นกกระทาในกลุ่มนี้มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวมากขึ้น

<u>ผลของการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น</u>

ผลการศึกษาการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น พบว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีและมีสารพิษอะฟลาทอกซิน มีน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ แต่นกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีมีแนวโน้มของสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของมาลินี (2527) และ อุทัย (2529) ที่รายงานว่าสารพิษอะฟลาทอกซินทำให้อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และการให้ผลผลิตลดลง ส่วนผลการศึกษาอัตราการตาย เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก พบว่าไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chang และHamilton (1982) ที่รายงานว่านกกระทาที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินในสูตรอาหาร 5 ppm ในช่วงอายุ 0 - 4 สัปดาห์ มีอัตราการตายไม่แตกต่างกับนกกระทาที่ไม่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน และที่ระดับต่ำกว่า 1.25 ppm ไม่มีผลต่อตับและม้าม

ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค พบว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค 0.2 - 1.5 % มีสมรรถภาพการผลิตโดยรวมไม่แตกต่างกับนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ แต่นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิค 2.0 % มีสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Cave (1984) ที่เสริมกรดโพรพิโอนิคลงในสูตรอาหารไก่กระทงตั้งแต่ระดับ 0.1 - 1.0 % พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทงมีแนวโน้มลดลงตามระดับของกรดโพรพิโอนิคที่เพิ่มขึ้น และผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทา พบว่าไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ WHO/FAO (1962) ที่ทดลองให้หนูได้รับอาหารที่มีเกลือโซเดียมโพรพิโอเนตในสูตรอาหาร 3.75 % เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักอวัยวะภายใน และไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติของเนื้อเยื่อ

ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย พบว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.5 และ 2.0 % มีสมรรถภาพการผลิตทั้งหมดไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ส่วนนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 % มีสมรรถภาพการผลิตโดยรวมต่ำกว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ อาจเป็นผลเนื่องมาจากข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 % มีปริมาณของเชื้อราในเมล็ดมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ซึ่งเชื้อราและสปอร์ของเชื้อราอาจไปมีผลทำให้ระบบทางเดินหายใจเกิดการระคายเคือง ส่วนผลการศึกษาอัตราการตาย เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก พบว่าไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Norred (1979) ที่รายงานว่าหนูที่ได้รับอาหารที่มีแอมโมเนียในสูตรอาหาร 14.5 % เป็นเวลา 72 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ตับไม่แตกต่างจากหนูที่ได้รับอาหารปกติ และรายงานของ Hughes และคณะ (1979) ที่รายงานว่าไก่เล็กฮอร์นขาวอายุ 22 สัปดาห์ ที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดที่ผ่านขบวนการ ammoniation ในสูตรอาหาร 66.3 % เป็นระยะเวลา 280 วัน มีอัตราการตาย ผลผลิตไข่ และคุณภาพของไข่ ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ส่วนผลการศึกษาอายุเริ่มไข่ พบว่านกกระทานกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่าน

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 % มีอายุเริ่มไข่ช้ากว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ เนื่องจากนกกระทาในกลุ่มนี้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่า ทำให้รังไข่มีการเจริญและพัฒนาช้าตามไปด้วย

ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ พบว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 2 - 10 % มีสมรรถภาพการผลิตโดยรวมไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ แต่นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 12 % (มีโซเดียมคลอไรด์ในสูตรอาหาร 3.0 %) ที่มีสมรรถภาพการผลิตโดยรวมต่ำกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลของการทดลองที่ 2 ส่วนการที่นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 6 - 10 % (มีโซเดียมคลอไรด์ในสูตรอาหาร 1.5 - 2.5 %) มีสมรรถภาพการผลิตโดยรวมไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งขัดแย้งกับผลของการเติมโซเดียมคลอไรด์ลงในสูตรอาหารโดยตรง (การทดลองที่ 2 และ 5) เนื่องมาจากมีการสูญเสียของโซเดียมคลอไรด์ในข้าวโพดระหว่างขบวนการตากแดดลดความชื้น และในระหว่างขบวนการบดเมล็ดข้าวโพดหลังสิ้นสุดการทดลอง ส่วนผลการศึกษาอัตราการตายเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก พบว่าไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Georgierskii และคณะ (1982) ที่รายงานว่าสัตว์ทุกชนิดรวมทั้งสัตว์ปีกถ้าได้รับน้ำดื่มอย่างเพียงพอ จะสามารถทนต่อโซเดียมคลอไรด์ได้มากกว่าระดับปกติ 3 - 5 เท่า และสัตว์ที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณที่สูงมากๆ จะมีผลทำให้เกิดเลือดคั่งที่ระบบทางเดินอาหาร ไตขยายและอักเสบ และผลการศึกษาอายุริ่มไข่ พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 12 % มีอายุเริ่มไข่ช้ากว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ เนื่องจากนกกระทาในกลุ่มนี้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่า ทำให้รังไข่มีการเจริญและพัฒนาช้าตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. การใช้กรดโพรพิโอนิคในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราในข้าวโพด พบว่ากรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 0.2 - 0.4 % มีความสามารถในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน แต่ไม่มีความสามารถในการควบคุมการเจริญของเชื้อราในข้าวโพด การใช้ตั้งแต่ระดับ 0.6 % ขึ้นไปถึงมีความสามารถในการการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราในข้าวโพดได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนการใช้แอมโมเนียในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราในข้าวโพด พบว่าแอมโมเนียที่ระดับ 1.0 - 2.0 % มีความสามารถในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ แต่ไม่มีความสามารถในการควบคุมการเจริญของเชื้อราในข้าวโพด ส่วนการใช้โซเดียมคลอไรด์ในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราในข้าวโพด พบว่าโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 2 - 12 % มีความสามารถในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนความสามารถในการควบคุมการการเจริญของเชื้อราขึ้นอยู่กับระดับของโซเดียมคลอไรด์ โดยโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 6, 8, 10 และ 12 % สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราในข้าวโพดได้นาน 1, 2, 3 และ 5 สัปดาห์ตามลำดับ

2. ผลของกรดโพรพิโอนิคต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา พบว่ากรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 0.05 - 0.50 % ในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา และยังมีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาดีขึ้นอีกด้วย และผลของการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิคในสูตรอาหารนกกระทา 25 % พบว่าข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิคที่ระดับ 0.2 - 1.5 % ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา แต่ที่ระดับ 2.0 % มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง ส่วนผลของแอมโมเนียและผลของการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียในสูตรอาหาร 25 % พบว่าแอมโมเนียที่ระดับ 0.25 % และข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียที่ระดับ 1.0 % ในสูตรอาหาร มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง แต่แอมโมเนียที่ระดับ 0.375 และ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ผู้ใช้สามารถใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.50 % และข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียที่ระดับ 1.5 และ 2.0 % ในสูตรอาหารไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา ส่วนผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา พบว่าโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 1.0 % ในสูตรอาหาร ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา แต่ที่ระดับตั้งแต่ 1.5 % ขึ้นไปมีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง และผลของการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 25 % ในสูตรอาหาร พบว่าข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 2 - 10 % ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา แต่ที่ระดับ 12 % มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง

3. ความเหมาะสมของสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราในข้าวโพดและผลต่อการนำไปเลี้ยงสัตว์ พบว่าการใช้กรดโพรพิโอนิกที่ระดับ 0.6 % ในข้าวโพด สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ และไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา ส่วนแอมโมเนียมีความสามารถในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้เท่านั้น แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อรา ถึงแม้การใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียที่ระดับ 1.5 - 2.0 % จะไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา แต่เชื้อราที่ขึ้นอยู่บนข้าวโพดเป็นปริมาณมากอาจส่งผลกระทบต่อผู้เลี้ยง เนื่องจากสปอร์ของเชื้อราอาจฟุ้งกระจายในอากาศทำให้เกิดความระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจได้ และอาจทำให้อาหารที่ผสมแล้วขึ้นราและเสียได้ง่าย ส่วนโซเดียมคลอไรด์ต้องใช้ในปริมาณที่สูงมากถึงจะควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราได้ แต่โซเดียมคลอไรด์ในระดับที่สูงมีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำลง และเชื้อราที่ขึ้นบนเมล็ดข้าวโพดอาจส่งผลกระทบต่อผู้เลี้ยงและอาหารที่ผสมแล้วได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ในการสุ่มตัวอย่างข้าวโพดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน พบว่าปริมาณของสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพด ในแต่ละซ้ำภายในทรีตเมนต์เดียวกัน มีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นการสุ่มตัวอย่างข้าวโพดควรสุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น

2. ผลการศึกษาพบว่ากรดโพรพิโอนิคมีความเหมาะสมในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน และควบคุมการเจริญของเชื้อราในข้าวโพดได้ดีกว่าแอมโมเนียและโซเดียมคลอไรด์ แต่กรดโพรพิโอนิคมีราคาที่ค่อนข้างแพง ดังนั้นควรมีการนำสารเคมีชนิดอื่นที่มีราคาถูกกว่ามาใช้ร่วมด้วย เพื่อลดปริมาณการใช้กรดโพรพิโอนิคลง

3. ผลการศึกษาพบว่าแอมโมเนียไม่มีความสามารถในการควบคุมการการเจริญของเชื้อราในข้าวโพด และยังทำให้สีของข้าวโพดเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลแก่ แต่มีความสามารถในการลดหรือทำลายสารพิษอะฟลาทอกซินได้ดี ดังนั้นจึงควรศึกษาการนำแอมโมเนียไปใช้ในการลดหรือทำลายพิษอะฟลาทอกซินจะให้ผลดีกว่าการนำไปใช้ในการควบคุม

4. ผลการศึกษาพบว่าโซเดียมคลอไรด์มีความสามารถในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน และการเจริญของเชื้อราในข้าวโพด ต่อเมื่อใช้ในระดับที่สูง แต่ระดับของโซเดียมคลอไรด์ที่สูงมีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา ดังนั้นจึงควรทำการแยกโซเดียมคลอไรด์ออกจากข้าวโพดก่อนที่จะนำไปเลี้ยงสัตว์ โดยอาจใช้วิธีนำข้าวโพดใส่ตะแกรงแล้วแช่ย่าให้เกลือโซเดียมคลอไรด์หลุดออกจากเมล็ดข้าวโพด

5. การนำข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินปนเปื้อนอยู่ไปใช้ในการผสมสูตรอาหาร ต้องคำนึงถึงระดับของอะฟลาทอกซินในสูตรอาหารไม่ให้สูงเกินกว่าที่กรมปศุสัตว์กำหนด และต้องเพิ่มระดับโปรตีนในสูตรอาหารให้สูงขึ้นด้วย เพราะสารพิษอะฟลาทอกซินมีผลทำให้การใช้ประโยชน์จากโปรตีนในอาหารลดลง

6. การนำข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิคไปใช้ผสมในสูตรอาหาร ต้องคำนึงถึงปริมาณของกรดโพรพิโอนิคทั้งหมดในสูตรอาหาร โดยต้องมีปริมาณไม่เกินตามที่กรมปศุสัตว์กำหนด คือไม่เกิน 0.3 % ในรูปของเกลือโพรพิโอเนต และ 0.1 % ในรูปของกรดโพรพิโอนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิจจา อุไรวงค์. แนวทางวินิจฉัย รักษา และควบคุมโรคสุกร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สารมวลชน, 2530.

กิตติศักดิ์ จิตอารีย์, ทวีรัตน์ กิจสมภพ และ วรสิทธิ์ ปานจันทร์. การควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงโดยใช้เกลือ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2535.

กุลยา จันทร์อรุณ. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : กรมการฝึกหัดครู, 2533.

คณะอุตสาหกรรมเกษตร. วัตถุกันเสียในอาหาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

คนึงนิจ ก่อธรรมฤทธิ์, อดิลักษ์ เล็บนาค และ นันทวัน อารยะรังสฤษฎ์. "สารพิษอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์." วารสารธุรกิจอาหารสัตว์. ปีที่ 12 เล่มที่ 4 (2538) : 29-40.

จรูญ ไชยเมือง. ผลของการเสริมไวตามินบางชนิดในอาหารไก่ไข่ที่มีอะฟลาทอกซินระดับต่างๆ ต่อการใช้ประโยชน์ของโปรตีนและสมรรถภาพการผลิตไข่ของไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2529.

จรัญ จันทลักขณา. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2534.

ทิม พรรณศิริ. "ข้าวโพดและข้าวโพดกับอาหารสัตว์." ธุรกิจอาหารสัตว์. ปีที่ 6, ฉบับที่ 19 (2532) : 9-15.

ธีรยุทธ เวชรัชต์พิมล. "อาหารสัตว์ และ aflatoxin." ธุรกิจอาหารสัตว์. ปีที่ 3, ฉบับที่ 7 (2529) : 65-69.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธีระยุทธ กลิ่นสุคนธ์ และ ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว. แอฟฟลาทอกซิน สารพิษจากเชื้อราที่ทำให้เกิดมะเร็งในตับ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2524.

นรสีห์ ตระกูลช่าง. "เชื้อราบ่อนทำลายเศรษฐกิจ." แก่นเกษตร. ปีที่ 5 ฉบับที่ 6 (2520) : 269.

ประวัติ ตันบุญเอก. "การศึกษาสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดสารพิษอะฟลาทอกซิน." กสิกร. ปีที่ 58 ฉบับที่ 5 (2528) : 391-394.

ประวัติ ตันบุญเอก, ดารา พวงสุวรรณ, ปริศนา เหมสุจิ และ อรุณศรี วงษ์อุไร. "การศึกษาสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดสารพิษแอฟลาทอกซิน." รายงานผลงานวิจัย พ.ศ. 2528 กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 2528.

ประวัติ ตันบุญเอก, กัญจนา พุทธสมัย, ศุภรัตน์ โฆษิตเจริญกุล และ รวงรอง อัจฉริประดิษฐ์. "การศึกษาสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดสารพิษแอฟลาทอกซิน." รายงานผลงานวิจัย พ.ศ. 2530 กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 2530.

ปริมณฑ์ กาจนัษฐิติ และ สุภร พันธุ์สิทธิกุล. "การยับยั้งสารพิษประเภทแอฟลาทอกซิน." วารสารวิทยาศาสตร์. ปีที่ 31 ฉบับที่ 2 (2520) : 64-67.

ปริศนา สิริอาชา. การตรวจสอบอะฟลาทอกซินอย่างรวดเร็ว. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร, 2534.

มาลินี ลิ้มโภคา. พิษวิทยาและปัญหาที่พบในสัตว์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จรัลสนิทวงศ์, 2527.

ศรีสิทธ์ การุณยะวนิช. "ท็อกซินจากเชื้อราบางชนิด." วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. ปีที่ 14 (2515) : 37.

ศิวาพร ศิวเวชช. วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมพงษ์ หันพงศ์กิตติกุล. ผลของอะฟลาทอกซินที่มีต่อคุณลักษณะและการใช้พลังงานในอาหารของสุกรในระยะเจริญเติบโต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2526.

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. วัตถุดิบอาหารสัตว์ การใช้และการตรวจสอบคุณภาพ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เมืองพิมพ์, 2530.

เสาวรส อิ่มวิทยา. "แอฟฟล่าทอกซิน." วารสารสุขภาพ. ปีที่ 11 ฉบับที่ 10 (2526) : 38-42.

อังคณา หาญบรรจง และ ควงสมร สินเจิมศิริ. การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.

อารันต์ พัฒโนทัย. "อะฟลาทอกซิน ปัญหาของถั่วลิสง." แก่นเกษตร. ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (2528) : 1-9.

อุทัย คันโธ. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกร และ สัตว์ปีก. นครปฐม : มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2529.

Asplin, F.D. and R.B.A. Carnaghan. "The Toxicity of Certain Groundnut Meals for Poultry with Special Reference to Their Effect on Duckling and Chickens." Vet. Rec. 73 (1961) : 1215-1218.

Bababunmi, E.A. and O. Bassir. "A Delay in Blood Clotting of Chickens and Ducks Induced by Aflatoxin Treatment." Poultry Sci. 61 (1982) : 166-168.

Bintvihok, A., S. Thienginin, T. Patchimasiri, S. Thummabood, S. Shoya, Y. Ogura, S. Kumagai and K. Doi. "Toxin Effects of Dietary Aflatoxin and its Residue in Tissues and Egg in Laying Quails." The 11th International Symposium of the World Association of Veterinary Food Hygienests. (1993) : 299-307.

Blount, W.P. "Turkey X Disease." Turkey. 9 (1961) : 52.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bothast, R.J., E.B. Lancaster and C.W. Hesseltine. "Ammonia Kill Spoilage Molds in Corn." J. Dairy Sci. 56 no.2 (1972) : 241-245.

Braner, A.L., P.M. Davidson and S. Salminen. Food Additive. New York : Marcel Dekker, 1990.

Bunchanan, R.L. and J.C. Ayres. "Effect of Sodium Acetate on Growth and Aflatoxin Production by *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999." J. Food Sci. 41 no.1 (1976) : 128-132.

Carnaghan, R.B.A. "Hepatic Tumors in Duck Fed Low Level of Toxin Groundnut Meal." Nature. 208 (1965) : 308-311.

Cave, N.A.G. "Effect of Dietary Propionic and Lactic Acids on Feed Intake by Chicks." Poultry Sci. 63 (1984) : 131-134.

Ceigler, A., S. Kadis and S.A. Aji. Microbial Toxin:Fungi Toxin Vol.6. New York : Academic Press, 1971.

Chang, C.F. and P.E. Hamilton. "Experimental Aflatoxicosis in Young Japanese Quail." Poultry Sci. 61 (1982) : 869-874.

Ciegler, A., E.B. Lillehoj, R.E. Peterson and H.H. Hall. "Microbial Detoxification of Aflatoxin." Appl. Microbiol. 14 (1966) : 934-939.

Clifton, E.M. Food Analysis Laboratory Experiments. Connecticut : The AVI, 1973.

Cook, W.O., W.G. Alstine van and G.D. Osweiler. "Aflatoxicosis in Iowa Swine: Eight Cases (1983-1985)." Nutr. Abstr. Rev. (Series B). 59 no.8 (1989) : 557.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coomes, T.S., P.G. Crowther, A.J. Feuell and B.J. Francis. "Experimental Detoxification of Groundnut Meals Containing Aflatoxin." Nature. 209 (1966) : 406.

Davis, N.D., U.L. Diener and V.P. Agnihotri. "Production of Aflatoxins B_1 and G_1 in Chemically Defined Media. Mycopathol." Mycol. Appl. 31 (1967) : 251.

Deaton, J.W., F.N. Reece and B.D. Lott. "Effect of Atmospheric Ammonia on Laying Hen Performance." Poultry Sci. 61 (1982) : 1815-1817.

Donaldson, W.E., V.L. Christensen and P.R. Ferket. "Administration of Propionate to Day-Old Turkeys." Poultry Sci. 73 (1994) : 1249-1253.

Edd, G.T. and R.R. Bortell. Biological Effects of Aflatoxin in Poultry. (Aflatoxin and *Aspergillus flavus* in corn). Alabama : Agric. Exp. Stn, 1983.

El-Gazzar, F.E., G. Rusul and E.H. Marth. "Growth and Aflatoxin Production by *A. parasiticus* in The Presence of Sodium Chloride." J. Food Prot. 49 no.3 (1986) : 461-466.

FAO/WHO. "Evaluation of The Toxicity of a Number of Antimicrobials and Antitoxidants." WHO Techn. Rep. Ser. no.228 (1962) : 84-86.

Feuell, A.J. "Aflatoxin in Groundnuts." Trop. Sci. 8 (1966) : 61.

Garilch, J.D., A.T. Tung and P.B. Hamilton. "The Effects of Short Term Feeding of Aflatoxin on Egg Production and Some Plasma Consitituents of The Laying Hen." Poultry Sci. 52 no.6 (1973) : 2206-2211.

Georgievskii, V.I., B.N. Annenkov and V.T. Samokhin. Mineral Nutrition of Animals. Witham : Great Britain by Mansell Bookbinders, 1982.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Giambrone, J.J., U.L. Diener, N.D. Davis, V.S. Panangala and F.J. Haerr. "Effects of Purified Aflatoxin on Broiler Chickens." Poultry Sci. 64 (1985) : 852-858.

Glinsukon, T., W. Thammavit and M. Ruchirawat. "Studies on The Population of Toxigenic Fungi in Market Foods and Foodstuffs." J. Sci. Soc. 2 (1976) : 176.

Harms, R.H. "Sodium Chloride Requirement of Young Turkeys." Poultry Sci. 61 (1982) : 1772-1774.

Huff, W.E., R.D. Wyatt and P.B. Hamilton. "Effects of Dietary Aflatoxin on Certain Egg Yolk Parameters." Poultry Sci. 54 (1975) : 2014-2018.

Huff, W.E., J.A. Daerr, G.J. Wabeck, G.W. Chaloupka, J.D. May and J.W. Mekley. "The Individual and Combined Effects of Aflatoxin and Ochratoxin A on Various Processing Parameters of Broiler Chickens." Poultry Sci. 63 (1984) : 2153-2161.

Huff, W.E., J.M. Balog, G.R. Bayyari and N.C. Rath." The Effect of Mycocurb®, Propionic Acid and Calcium Propionate on the Intestinal Strength of Broiler Chickens." Poultry Sci. 73 (1994) : 1352-1356.

Hughes, B.L., B.D. Barnett, J.E. Jones, J.W. Dick and W.P. Norred. "Safety of Feeding Aflatoxin-Inactivated Corn to White Leghorn Layer-Breeders." Poultry Sci. 58 (1979) : 1202-1209.

Hume, M.E., D.E. Corrier, G.W. Ivie and J.R. Deloach. "Metabolism of [^{14}C] Propionic Acid in Broiler Chicks." Poultry Sci. 72 (1993) : 786-793.

Ingram, D.R., H.R. Wilson, W.G. Nesbeth, B.L. Beane and C.R. Douglas. "Sodium Chloride Requirement of Bobwhite Quail Chicks." Poultry Sci. 63 (1984) : 1837-1840.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jensen, A.H., O.L. Brekke, G.R. Frank and A.J. Peplinski. "Acceptance and Utilization by Swine of Aflatoxin-Contaminated Corn Treated with Aqueous of Gaseous Ammonia." J. Anim. Sci. 45 no.1 (1977) : 8-12.

Johri, T.S., R. Agrawal and V.R. Sadagopan. "Effect of Commonly Occurring Levels of Dietary Aflatoxin on The Performance of Rhode Island Red x White Leghorn Cross, White Leghorn and Quail Starter Chicks." Ind. J. Anim. Sci. 59 no.3 (1989) : 378-384.

Junqueira, O.M., P.T. Costa, R.D. Miles and R.H. Harms. "Interrelationship Between Sodium Chloride, Sodium Bicarbonate, Calcium and Phosphorus in Laying Hen Diets." Poultry Sci. 63 (1984) : 123-130.

Kondos, A.C. "Effect of Aflatoxins on Pig Growth and Their Elimination From The Body." Nutri. Abstr. Rev.(Series B) 56 no.9 (1986):635.(Abstr.)

Kositcharoenkul, S., T. Goto and K. Arai. "Changes of Aflatoxin Content in Stroed Wet Maize." Research Report on Maize Quality Improvement Research Centre Project. Bangkok : Ministry of Agriculture and Cooperatives, 1992.

Kubena, L.F., R.B. Harvey, W.E. Huff, M.H. Elissalde, A.G. Yersin, T.D. Philips and G.E. Rottinghaus. "Efficancy of a Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate to Reduce The Toxicity of Aflatoxin and Diacetoxyscirperol." Poultry Sci. 72 (1993) : 51-59.

Manning, R.O., R.D. Wyatt, H.L. Marks and O.J. Fletcher. "Effect of Dietary Aflatoxin in Aflatoxin Resistant and Control Lines of Chickens." Poultry Sci. 69 (1990) : 933-928.

March, B.E. "Sodium Chloride Supplementation of All Plant Protein Broiler Diets." Poultry Sci. 63 (1984) : 703-705.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Maynard, L.A., J.K. Loosli, H.F. Hintz and R.G. Warner. Animal Nutrition. New Delhi : Tata Mc Graw-Hill, 1981.

McDonald, P., R.A. Edwards and J.F.D. Greenhalgh. Animal Nutrition. London : Longman group, 1972.

Miller, B.F. "Acidified Poultry Diets and Their Implications for The Poultry Industry." Animal Feeds Biological Additives. Sydney : University of Sydney, 1989.

Norred, W.P. "Effect of Ammoniation on The Toxicity of Corn Artificially Contaminated with Aflatoxin B_1." Toxicol. Appl. Pharmacol. 51 (1979) : 411-416.

Ottinger, M.A. and J.A. Doerr. "The Early Influence of Aflatoxin Upon Sexual Maturation in The Male Japanese Quail." Poultry Sci. 59 (1980) : 1750-1754.

Pegram, R.D. and R.D. Wyatt. "Comparative Responses of Genetically Resistant and Nonselected Japaneses Quail to Dietary Aflatoxin." Poultry Sci. 64 (1985) : 266-272.

Phillips, T.D., B.A. Clement and D.L. Park. "Approaches to Reduction of Aflatoxins in Foods and Feeds." The Toxicology of Aflatoxins : Human Health, Veterinary and Agricultural Significance. New York : Academic Press, 1994.

Raeker, M.O., C.J. Bern, L.A. Johnson and B.A. Glatz. "Preservation of High-Moisture Maize by Various Propionate Treatments." Cereal Chem. 69 no.1 (1992) : 66-69.

Roger, S.R., G.M. Pesti and R.D. Wyatt. "Effect of Tryptophan Supplementation on Aflatoxicosis in Laying Hen." Poultry Sci. 70 (1991) : 307-312.

Rouse, J., A. Rolow and C.E. Nelson. "Effect of Chemical Treatment of Poultry Feed on Survival of *Salmonella*." Poultry Sci. 67 (1988) : 1225-1228.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sargeant, K., J.O. Kelly, R.B.A. Carnaghan and R. Allcrift. "The Assay of a Toxic Principle in Certain Groundnut Meal." Vet. Rec. 73 (1961a) : 1291.

Sargeant, K., A. Shzridan, J.O. Kelley and R.B.A. Carnaghan. "Toxicity Associated with Certain Samples of Groundnut." Nature. 192 (1961b) : 1096-1097.

SAS. SAS User's Guide: Statistics. North Carolina: SAS Institute Inc, 1985.

Shank, R.C. and G.N. Wogan. "Distibution and Excretion of C^{14} Labelled Aflatoxin B_1 in Rat." Fed. Pro. 24 (1965) : 127.

Shank, R.C., G.N. Wogan, J.B. Gibson and A. Nondasuta. "Dietary Aflatoxins and Human Liver Cancer. (Aflatoxins in Market Foods and Foodstuffs of Thailand and Hong Kong)." Fd. Cosmet. Toxicol. 10 no.1 (1972) : 61-69.

Sharin, J.S., B. Howarth and R.D. Wyatt. "Effect of Dietary Aflatoxin on Corn." Paper Presented at The Reginal Grain Post-Harvest Workshop at Pumack, Indonesia (3-6 May). 1980.

Smith, J.M. and P.B. Hamilton. "Aflatoxicosis in Broiler Chickens." Poultry Sci. 49 no.1 (1970) : 207-215.

Southern, L.L. and A.J. Clawson. "Effects of Aflatoxins on Finishing Swine." J. Anim. Sci. 49 no.4 (1979) : 1006-1011.

Thanaboripat, D., W. Ramunsri, M. Apintanapong and U. Chusanatasana. "Effects of Sodium Chloride, Propionic Acid and Ammonium Hydroxide on Growth of *Aspergillus flavus* on Corn and Aflatoxin Production." ASEAN Food J. 71 (1992) : 24-29.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Philippine Council. Standard Methods of Analysis for Soil, Plant Tissue, Water and Fertilizer. Laguna : The Philippine Council for Agriculture and Resources Research, 1980.

Trucksess, M.W., L. Stoloff and K. Yong. "Aflatoxin B_1 and M_1 in Eggs and Tissues of Laying Hens." Poultry Sci. 62 (1983) : 2176-2182.

Uraih, N. and Chipley J.R. "Effect of Various Acids and Salts on Growth and Aflatoxin Production by *Aspergillus flavus* NRRL 3145." Microbios. 17 (1976) : 51-59.

Vandegraft, E.E., C.W. Hesseltine and O.L. Shotwell. "Grain Preservative : Effect on Aflatoxin and Ochratoxin Production." Cereal Chem. 52 no.1 (1975) : 79-84.

Wogan, G.N. "Chemical Nature and Biological Effect of Aflatoxins." Bacteriol. Rev. 30 (1966) : 460.

Wongurai, A., K. Bhudhasamai, P. Tanboon-ek, C. Paosantodpanich, O. Trurato, K. Arai, M. Kamo and M. Kobayashi. "Control of *Aspergillus flavus* Infection and Aflatoxin Concent in High Moisture Content Maize by Ammonia Treatment." Research report on maize quality improvement research centre project. Bangkok : Ministry of Agriculture and Cooperatives, 1992.

Wyatt, R.D., P. Thaxton and P.B. Hamilton. "Interaction of Aflatoxicosis with Heat Stress." Poultry Sci. 54 (1975) : 1065-1070.

Yang, P.C., J.H. Lin and H.K. Lin. "The Effect of Feeding Aflatoxin-Containing Feed to Growing-Finishing Pigs. (Abstr.)" Nutr. Abstr. Rev.(Series B) 59 no.8 (1989) : 629.

Zaika, L.L. and R.L. Buchanan. "Review of Compounds Affecting The Biosynthesis or Bioregulation of Aflatoxins." J. Food Protec. 50 no.8 (1987) : 691-708.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์หาปริมาณอะฟลาทอกซินในข้าวโพดหรืออาหารสัตว์

วิธีนี้รายงานโดย Clifton (1973)

สารเคมีที่ใช้

1. Chloroform (AR. grade)
2. Sodium sulfate anhydrous
3. Florisil สำหรับ pack column ขนาด 0.05 - 0.2 มม.
4. Hexane (AR. grade)
5. Methane (AR. grade)
6. Acetate (AR. grade)
7. Standard aflatoxin B_1
8. Benzene (AR. grade)
9. Acetonitril (AR. grade)
10. Toluene (AR. grade)
11. Ethyl acetate (AR. grade)
12. Fomic acid

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Erlenmeyer flask ขนาด 500 มล.
2. เครื่องเขย่า (wrist action shaker)
3. Rotary evaporator และ nitrogen evaporator
4. อุปกรณ์สำหรับทำ thin layer chromatography และ column chromatography
5. Plate
6. Tank สำหรับ developing plate
7. เครื่อง computer สำหรับอ่านค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสกัดอะฟลาทอกซิน

ชั่งตัวอย่างข้าวโพดหรืออาหารสัตว์ที่บดละเอียด 20 กรัม ใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 500 มล. เติม chloroform 100 มล. พร้อมกับน้ำกลั่น 10 มล. ปิดจุกให้แน่น นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 30 นาที นำมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 เก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ 50 มล.

2. การล้างสารอื่นๆ ออกไป

ในข้าวโพดหรืออาหารสัตว์อาจมีสารอื่นๆ บางอย่างที่มีคุณสมบัติเรืองแสงคล้ายอะฟลาทอกซิน เมื่อนำไปดูภายใต้แสงอุลตร้าไวโอเลต ซึ่งสารดังกล่าวจะไปรบกวนทำให้การอ่านค่าผิดพลาด จึงจำเป็นต้องแยกเอาสารเหล่านี้ออกไป พร้อมกันนั้นเป็นการสกัดเอาไขมัน และสีที่มีอยู่ในตัวอย่างออกไปด้วย

2.1 การ pack column สำหรับ column chromatography โดยใช้ใยแก้วขนาดเท่าหัวแม่มือใส่ลงไปใน chromatographic column ขนาด 22 x 300 มม. ให้ใยแก้วลงไปอยู่ที่ปลายข้างหนึ่งของ column เติม chloroform ให้ได้ความสูงประมาณครึ่งหนึ่งของ column จากนั้นใส่ sodium sulfate anhydrous ประมาณ 10 กรัม ลงไปรองพื้นแล้วใส่ florisil ที่ละเอียดมากๆ ขนาดประมาณ 0.05 - 2.00 มม. จำนวนประมาณ 15 - 20 กรัม ลงใน column คนให้เข้ากับ chloroform ปล่อยทิ้งไว้ให้ florisil ตกตะกอนนอนก้น จากนั้นใส่ anhydrous sodium sulfate ลงไปอีกประมาณ 5 กรัม แล้วปล่อยให้ chloroform หยดลงมาสูงกว่าระดับของ anhydrous sodium sulfate ประมาณ 1 ซม.

2.2 การล้าง column เมื่อเตรียม column เสร็จแล้วนำ sample extract ที่เก็บไว้ 50 มล. เทลงใน beaker ขนาด 250 มล. ที่มี anhydrous sodium sulfate ประมาณ 5 กรัม บรรจุอยู่ เติมลงใน column ปล่อยให้หยดไปจนถึงระดับ anhydrous sodium sulfate แล้วเติม chloroform:hexane (1:1) จำนวน 30 มล. ปล่อยให้หยดลงไปเรื่อยๆ จนถึงระดับ anhydrous sodium sulfate เติม chloroform:methane (9:1) จำนวน 20 มล. ปล่อยให้หยดลงไปเรื่อยๆ จนถึงระดับ anhydrous sodium sulfate สุดท้ายเติมสารละลาย acetone:H_2O (99:1) จำนวน 30 มล. เก็บส่วนที่ได้ครั้งสุดท้ายนี้ไว้ แล้วนำมาระเหยให้แห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator แล้วนำมาล้างด้วย chloroform จำนวน 2 - 3 มล. เก็บใส่ขวดเล็กๆ จากนั้นนำไปผ่านเครื่อง nitrogen evaporator ทำให้แห้ง เก็บไว้รอการนำไปวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การ spot ตัวอย่างลงใน plate

นำ sample extract ที่เก็บไว้ในขวดเล็กๆ มาทำการ dilute ด้วย chloroform จำนวน 200 ไมโครลิตร นำไป spot บน plate โดยใช้ micro pipette ขนาด 10 ไมโครลิตร spot sample กับ standard ให้ห่างจากขอบล่างของ plate ประมาณ 15 ซม. และระยะห่างระหว่างจุดประมาณ 1 ซม. การ spot ควรทำอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการระเหยและป้องกันไม่ให้ standard aflatoxin ถูกทำลายโดยแสงสว่าง

4. การ develope plate

ผสมสาร toluene:ethyl acetate:formic acid (50:40:10) ปริมาณ 2.5 มล.ต่อลิตร แล้วนำไปใส่ลงใน tank ไว้ (ปริมาณของสารละลายจะต้องไม่สูงถึงระดับ spot) จากนั้นนำ plate มาแขวนไว้ใน tank อย่าให้ถูกสารละลายนานประมาณ 30 นาที เพื่อให้ plate อิ่มตัวด้วยไอสาร จากนั้นจึงแช่ plate ลงในสารละลาย ปิดฝา tank แล้วใช้ผ้าคลุม tank เพื่อป้องกันแสงเข้าไปทำลายอะฟลาทอกซิน ทิ้งไว้นานประมาณ 40 - 45 นาที แล้วนำออกมาผึ่งให้แห้งในที่มิดใน hood นานประมาณ 30 นาที

5. การคำนวณปริมาณอะฟลาทอกซินจากเครื่อง computer

นำแผ่น plate ที่ได้ไปเข้าเครื่อง computer อ่านค่าเพื่อนำมาคำนวณอะฟลาทอกซินโดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณอะฟลาทอกซิน (ppb.)} = \frac{\text{area of sample}}{\text{area of std. afl.}} \times \frac{S \times Y \times V}{X \times Ew}$$

S = ไมโครลิตร ของ standard อะฟลาทอกซินที่ spot ลงบน plate แล้วให้ความเข้มข้นของแสงเท่ากับตัวอย่าง

Y = ความเข้มข้นของ standard อะฟลาทอกซิน (ไมโครกรัม/มล.)

V = จำนวนไมโครลิตรที่ dilute sample

X = ไมโครลิตรของ sample ที่ spot ลงบน plate แล้วให้ความเข้มข้นของแสงเท่ากับ standard

Ew = น้ำหนักเป็นกรัมของ original sample ที่ยังเหลืออยู่ใน final extract

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดโพรพิโอนิคในข้าวโพด

วิธีนี้ดัดแปลงมาจาก คณะอุตสาหกรรมเกษตร (2526)

สารเคมีที่ใช้

1. Phenolphthalein indicator
2. Sodium hydroxide (NaOH) 1.0 N.

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล.
2. เครื่องเขย่า
3. กระดาษกรอง

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งข้าวโพดที่บดละเอียดแล้วประมาณ 10 กรัม ใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำกลั่นปริมาณ 100 มล. ลงไปใน flask แล้วนำไปเขย่าเป็นเวลาประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง

2. นำสารละลายที่กรองได้ 50 มล. ไปไตเตรทกับ NaOH 1.0 N โดยใช้ phenolphthalein เป็น indicator จนได้สารละลายเป็นสีชมพูอ่อน

3. คำนวณปริมาณของกรดโพรพิโอนิคในข้าวโพดโดยใช้สูตร

$$\% \text{ กรดโพรพิโอนิคในข้าวโพด (น้ำหนัก/น้ำหนัก)} = \frac{V \times 74.08}{W \times 5}$$

W = น้ำหนักของข้าวโพด (กรัม)

V = ปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรท (มล.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในข้าวโพด

วิธีการนี้ดัดแปลงมาจาก The Philippine council. (1980)

สารเคมีที่ใช้

1. Potassium chromate indicator (K_2CrO_4)
2. Silver nitrate solution 0.1 N. (Ag_2CrO_4)

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล.
2. เครื่องเขย่า
3. กระดาษกรอง

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งข้าวโพดที่บดละเอียดแล้วประมาณ 5 กรัม ใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำกลั่นปริมาณ 100 มล. ลงไปใน flask แล้วนำไปเขย่าเป็นเวลาประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง

2. นำสารละลายที่กรองได้ 40 มล. ไปไตเตรทกับ Ag_2CrO_4 0.1 N. โดยใช้ K_2CrO_4 เป็น indicator จนได้สารละลายเป็นสีแดง

3. คำนวณปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในข้าวโพดโดยใช้สูตร

$$\% \text{ โซเดียมคลอไรด์ในข้าวโพด (น้ำหนัก/น้ำหนัก)} = \frac{V \times 0.5 \times 5.844}{W \times 2}$$

W = น้ำหนักของข้าวโพด (กรัม)

V = ปริมาณ Ag_2CrO_4 ที่ใช้ในการไตเตรท (มล.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียในข้าวโพด</u>

วิธีนี้ดัดแปลงมาจาก อังคณา และ ดวงสมร (2532)

สารเคมีที่ใช้

1. Sodium hydroxide (NaOH) 45 %
2. Boric (HBO_3) 4 %
3. Sulfuric acid (H_2SO_4) 0.1 N

อุปกรณ์ที่ใช้

1. หลอดย่อยขนาด 250 มล.
2. Erlenmeyer flask ขนาด 250 และ 500 มล.
3. เครื่องเขย่า
4. กระดาษกรอง
5. เครื่องกลั่น

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งข้าวโพดที่บดละเอียดแล้วประมาณ 5 กรัม ใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำกลั่นปริมาณ 100 มล. ลงไปใน flask แล้วนำไปเขย่าเป็นเวลาประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง

2. นำสารละลายที่กรองได้ 50 มล. ใส่ลงไปในหลอดย่อย แล้วนำไปใส่ในเครื่องกลั่น

3. นำสารละลาย Boric 4 % ที่เตรียมไว้ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 500 มล. ประมาณ 75 มล. เติม indicator 2 - 3 หยด นำไปวางต่อเข้ากับเครื่องกลั่นโดยให้ปลาย condenser จุ่มลงไปในสารละลาย Boric

4. เติม Sodium hydroxide ลงในหลอดย่อยประมาณ 100 มล. แล้วทำการกลั่นประมาณ 3 - 5 นาที

5. นำสารละลาย Boric ที่ได้ไปไตเตรทด้วย สารละลาย Sulfuric acid 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำ blank วิธีการเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวอย่างอาหาร
7. คำนวณปริมาณแอมโมเนียในข้าวโพดโดยใช้สูตร

$$\% \text{ แอมโมเนียในข้าวโพด (น้ำหนัก/น้ำหนัก)} = \frac{0.14 \times (V2 - V1) \times 2.5}{W}$$

V1 = ปริมาณ H_2SO_4 0.1 N ที่ใช้ในการไตเตรท blank (มล.)

V2 = ปริมาณ H_2SO_4 0.1 N ที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง (มล.)

W = น้ำหนักข้าวโพด (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราในเมล็ดข้าวโพด

วิธีนี้รายงานโดย Kositcharoenkul และคณะ (1992)

สารเคมีที่ใช้

1. Sodium hypochloride (NaOCl) 3 %

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Erlenmeyer flask ขนาด 500 มล.
2. Petri dish
3. กล้องจุลทรรศน์
4. ตู้ incubator

วิธีการตรวจ

1. ชั่งเมล็ดข้าวโพดประมาณ 100 กรัม ใส่ลงไปใน erlenmeyer flask
2. เติม Sodium hypochloride 3 % ลงไปใน flask จนท่วมเมล็ดข้าวโพด เขย่าเป็นเวลา 1 นาที
3. เท Sodium hypochloride ทิ้ง แล้วล้างเมล็ดข้าวโพดด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 4 ครั้ง
4. นำเมล็ดข้าวโพดที่ล้างแล้ววางลงใน Petri dish ที่มีอาหาร PDA อยู่
5. นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 - 5 วัน
6. นำไปตรวจหาชนิดของเชื้อราโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34

ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์และปริมาณของสารเคมีตกค้าง ของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 1

โภชนะ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
ความชื้น	12.74	12.71	12.49	12.29	12.86	12.81	13.06	12.88	12.71	12.79
โปรตีน	7.54	7.51	7.50	7.52	8.57*	8.47*	8.68*	7.16	7.13	6.96
ไขมัน	3.18	3.39	3.21	3.33	3.16	2.83	2.79	2.84	2.71	2.77
เยื่อใย	1.60	1.78	1.64	1.70	1.49	1.36	1.56	1.74	1.68	1.62
เถ้า	1.07	1.17	1.22	1.21	1.35	1.20	1.18	6.47	7.81	9.61
ปริมาณสารเคมีตกค้าง (% น้ำหนัก/น้ำหนัก)										
กรดโพรพิโอนิค		1.04	1.32	1.81						
แอมโมเนีย					0.65	0.66	0.68			
โซเดียมคลอไรด์								7.78	9.33	10.46

* หักไนโตรเจนจากแอมโมเนียที่ตกค้างในเมล็ดออกแล้ว

ตารางที่ 35

ความชื้นในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) การทดลองที่ 1

สัปดาห์ที่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
1	15.26	23.91	22.55	24.24	24.53	26.41	25.11	19.16	19.05	19.74
2	15.33	23.67	24.22	23.37	23.76	26.20	26.13	20.58	19.48	19.80
3	14.96	24.88	23.80	24.64	16.20	20.40	21.64	20.24	19.78	20.45
4	14.04	23.11	23.02	24.57	15.77	16.02	15.27	20.12	19.81	20.33
5	13.35	20.76	20.85	22.06	13.68	15.10	14.63	18.55	18.39	18.29
6	15.88	24.71	23.37	24.38	15.55	16.94	16.21	19.70	21.09	21.53
7	12.96	20.58	20.25	21.45	11.93	13.17	12.83	17.38	19.97	20.31
8	13.30	21.01	20.17	21.04	12.88	13.80	13.70	16.23	18.66	21.38

ตารางที่ 36

ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์และปริมาณของสารเคมีตกค้าง ของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 4

โภชนะ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
ความชื้น	10.38	9.91	10.11	9.73	10.16	10.17	10.72	10.84	10.80	11.85
โปรตีน	8.05	8.40	8.49	8.37	8.39	8.52	8.32	8.26	8.23	8.18
ไขมัน	1.29	3.38	3.19	2.03	4.04	4.09	1.36	2.05	1.19	3.07
เยื่อใย	2.14	2.37	2.32	2.11	2.11	2.04	2.63	2.43	2.10	2.14
เถ้า	1.63	1.62	1.40	1.20	1.68	1.36	3.64	5.43	8.02	10.72
ปริมาณสารเคมีตกค้าง (% น้ำหนัก/น้ำหนัก)										
กรดโพรพิโอนิค		0.25	0.44	0.65	0.87	1.17				
โซเดียมคลอไรด์							2.08	3.96	7.52	8.26

ตารางที่ 37

ความชื้นในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) การทดลองที่ 4

สัปดาห์ที่	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
1	17.34	17.99	28.49	27.35	26.59	27.22	18.93	24.76	26.30	25.22
2	16.01	15.70	20.02	25.86	26.98	26.85	16.74	19.42	24.52	25.01
3	13.38	13.92	15.28	26.12	25.22	26.16	14.17	16.46	21.35	23.50
4	13.49	12.93	12.99	24.30	23.67	23.35	12.82	15.77	18.54	22.54
5	13.13	11.85	12.45	20.80	22.65	22.16	12.32	13.42	16.64	21.10
6	14.59	13.64	13.32	24.19	22.70	21.47	14.01	15.46	18.70	21.39
7	14.50	13.04	13.51	20.62	23.91	22.19	14.43	16.45	17.54	22.86
8	14.48	11.56	13.23	20.47	20.49	20.45	14.28	14.46	16.59	21.02

ตารางที่ 38

ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์ของอาหารการทดลองที่ 2

โภชนะ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
ความชื้น	9.95	12.08	10.74	10.74	10.88	10.61	10.98	10.83	10.65	11.06
โปรตีน	26.90	26.21	26.48	27.18	26.88	27.67	27.30	26.94	26.99	27.23
ไขมัน	4.74	3.89	4.25	3.11	3.27	3.54	3.51	4.56	4.08	4.25
เยื่อใย	2.55	2.87	2.61	2.67	3.05	2.74	2.85	3.12	3.27	3.06
เถ้า	7.69	6.64	6.74	7.62	7.56	7.76	7.55	8.81	8.60	8.83

ตารางที่ 39

ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์ของอาหารการทดลองที่ 3

โภชนะ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
ความชื้น	12.02	11.40	12.41	11.13	11.51	12.66	11.65	11.03	12.10	12.13	12.82
โปรตีน	27.33	27.69	27.71	27.49	27.65	27.87	27.62	27.58	27.11	27.34	27.30
ไขมัน	6.04	5.65	5.34	5.23	5.26	4.87	5.56	5.02	4.85	5.06	6.32
เยื่อใย	2.72	2.39	2.70	2.68	2.30	2.39	2.60	2.39	2.37	2.77	2.80
เถ้า	7.63	7.60	7.54	7.54	7.45	7.62	7.46	7.42	7.78	8.02	8.28
ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 (ppb)											
	0.00	69.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00

ตารางที่ 40

ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์ของอาหารการทดลองที่ 5

โภชนะ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9
ความชื้น	10.05	10.02	10.22	12.17	10.92	12.08	10.61	10.81	10.83
โปรตีน	26.63	26.60	26.76	26.62	26.24	26.21	26.23	26.34	26.94
ไขมัน	4.69	4.40	4.93	4.78	4.78	3.89	3.87	3.63	4.56
เยื่อใย	2.52	2.30	2.87	2.59	2.30	2.87	3.00	2.78	3.12
เถ้า	7.61	7.53	7.26	7.67	7.07	6.64	7.75	8.37	8.81

ตารางที่ 41

ส่วนประกอบทางโภชนะจากการวิเคราะห์ของอาหารการทดลองที่ 6

โภชนะ (%)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10	กลุ่มที่ 11
ความชื้น	7.45	7.01	7.25	7.23	7.32	7.70	6.86	6.96	7.30	7.70	6.87
โปรตีน	27.82	27.61	27.66	27.46	27.51	27.65	27.88	27.46	27.49	27.21	27.48
ไขมัน	4.86	5.50	5.86	5.63	5.29	5.11	6.61	5.45	5.29	6.19	4.89
เยื่อใย	3.19	3.21	3.50	3.25	3.40	3.31	3.04	3.15	3.36	3.42	3.30
เถ้า	7.63	6.79	6.53	6.88	6.91	6.96	6.93	7.15	7.65	8.00	8.96
ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 (ppb)											
	2.00	28.00	1.00	1.00	2.00	0.00	2.00	1.00	2.00	3.00	0.00

ตารางที่ 42

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	31.2706	3.4745	4.97 **
Error	20	13.9899	0.6994	
Total	29	45.2605		

C.V. = 3.39 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T7	T6	T9	T10	T8	T3	T2	T5	T4	T1
23.43	23.56	23.79	23.88	23.99	25.01	25.02	25.42	25.97	26.48

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 43

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	247.3798	27.4866	6.31 **
Error	20	87.1027	4.3551	
Total	29	334.4825		

C.V. = 4.44 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T9	T2	T8	T6	T7	T5	T3	T4	T1
42.30	44.38	45.78	46.00	46.29	46.31	47.24	48.80	49.32	53.43

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 44

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	518.9113	57.6568	10.12 **
Error	20	113.9760	5.6988	
Total	29	632.8873		

C.V. = 3.49 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T9	T8	T7	T5	T6	T3	T2	T4	T1
61.61	65.06	65.36	66.14	67.11	69.20	69.50	70.03	71.69	77.59

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 45

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	381.6515	42.4057	3.64 **
Error	20	232.6918	11.6345	
Total	29	614.3433		

C.V. = 3.70 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T8	T5	T7	T9	T6	T4	T2	T3	T1
86.30	86.40	89.81	91.80	91.92	92.53	95.29	95.36	95.55	96.88

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	0.7050	0.0783	1.01 ^{ns}
Error	20	1.5519	0.0775	
Total	29	2.2569		

C.V. = 5.47 %

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 47

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	4.2532	0.4725	2.41 *
Error	20	3.9211	0.1960	
Total	29	8.1743		

C.V. = 5.47 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T6	T7	T9	T5	T4	T2	T3	T1	T8
7.08	7.11	7.19	7.46	7.50	7.56	7.56	7.59	8.15	8.26

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 48

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	6.9259	0.7695	4.08 **
Error	20	3.7744	0.1887	
Total	29	10.7003		

C.V. = 4.58 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T9	T5	T3	T6	T7	T2	T4	T8	T1
7.08	7.11	7.19	7.46	7.50	7.56	7.56	7.59	8.15	8.26

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 49

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	6.2247	0.6938	2.47 *
Error	20	5.6176	0.2808	
Total	29	11.8624		

C.V. = 4.85 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T6	T3	T5	T2	T9	T4	T7	T1	T8
10.42	10.55	10.57	10.71	10.77	10.84	10.89	10.91	11.73	11.84

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 50

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	0.6164	0.0684	4.42 **
Error	20	0.3096	0.0154	
Total	29	0.9261		

C.V. = 5.73 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T7	T6	T9	T10	T8	T2	T3	T5	T4	T1
1.99	2.03	2.05	2.05	2.07	2.22	2.24	2.30	2.34	2.42

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 51

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	1.2431	0.1381	4.66 **
Error	20	0.5926	0.0296	
Total	29	1.8357		

C.V. = 6.42 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T9	T8	T2	T7	T6	T4	T5	T3	T1
2.31	2.51	2.58	2.58	2.62	2.68	2.76	2.77	2.88	3.10

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 52

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	1.1914	0.1324	10.99 **
Error	20	0.2410	0.0120	
Total	29	1.4324		

C.V. = 3.91 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T9	T8	T7	T5	T6	T3	T2	T4	T1
2.49	2.64	2.66	2.70	2.74	2.84	2.85	2.89	2.97	3.25

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 53

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	0.4816	0.0535	3.62 **
Error	20	0.2955	0.0148	
Total	29	0.7771		

C.V. = 4.11 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T8	T5	T7	T9	T6	T3	T2	T4	T1
2.75	2.75	2.86	2.94	2.94	2.96	3.06	3.07	3.08	3.13

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 54

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	0.4375	0.0486	1.80 ^{ns}
Error	20	0.5389	0.2694	
Total	29	0.9764		

C.V. = 6.96 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 55

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	1.1089	0.1232	5.22 **
Error	20	0.4718	0.0234	
Total	29	1.5807		

C.V. = 5.43 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T3	T6	T5	T4	T7	T2	T9	T10	T8
2.63	2.64	2.65	2.70	2.73	2.74	2.93	2.97	3.07	3.22

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 56

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	1.0313	0.1146	6.31 **
Error	20	0.3634	0.0181	
Total	29	1.3947		

C.V. = 3.97 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T4	T3	T1	T6	T2	T5	T9	T7	T10	T8
3.18	3.28	3.25	3.26	3.28	3.36	3.46	3.50	3.58	3.82

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 57

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	1.5554	0.1728	5.45 **
Error	20	0.6344	0.0317	
Total	29	2.1899		

C.V. = 4.80 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T3	T2	T4	T6	T9	T7	T5	T1	T10	T8
3.45	3.51	3.54	3.56	3.69	3.70	3.75	3.76	3.79	4.30

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 58

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	51.2000	5.6888	0.44 ns
Error	20	256.0000	12.8000	
Total	29	307.2000		

C.V. = 149.07 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 59

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	2.0360	0.2262	2.35 ns
Error	20	1.9264	0.0963	
Total	29	3.9625		

C.V. = 8.86 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 60

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	0.0451	0.0050	1.31 ns
Error	20	0.0765	0.0038	
Total	29	0.1216		

C.V. = 6.95 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 61

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	1.3748	0.1527	0.86 ns
Error	20	3.5674	0.1784	
Total	29	4.9422		

C.V. = 41.00 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 62

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเริ่มไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	91.3333	10.1481	5.74 **
Error	20	35.3333	1.7666	
Total	29	126.6666		

C.V. = 3.56 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T2	T4	T3	T6	T7	T5	T9	T8	T10
36.00	36.00	36.00	36.33	36.33	36.67	37.00	37.67	40.33	41.00

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 63

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 2)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	8.9333	0.9926	2.07 ns
Error	20	9.5733	0.4787	
Total	29	18.5066		

C.V. = 8.07 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 64

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	17.1996	1.7199	4.24 **
Error	22	8.9282	0.4058	
Total	32	26.1279		

C.V. = 3.03 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T6	T4	T7	T1	T10	T3	T5	T2	T11	T8	T9
19.61	20.14	20.67	20.81	20.85	20.87	21.04	21.09	21.18	22.03	22.34

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 65

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	95.2689	9.5268	3.04 *
Error	22	68.8686	3.1303	
Total	32	164.1375		

C.V. = 4.08 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T6	T3	T2	T9	T10	T7	T11	T5	T1	T4	T8
39.57	41.81	42.24	42.76	43.48	43.67	44.01	44.03	44.04	44.35	46.67

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 66

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	503.1664	50.3166	6.83 **
Error	22	161.9676	7.3621	
Total	32	665.1340		

C.V. = 4.17 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T6	T5	T2	T11	T3	T10	T7	T9	T1	T4	T8
54.32	63.34	64.09	64.27	64.74	65.48	65.76	67.59	67.85	68.26	69.82

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 67

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	505.8362	50.5836	5.84 **
Error	22	190.6784	8.6672	
Total	32	696.5146		

C.V. = 3.35 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T6	T11	T3	T2	T5	T10	T4	T9	T7	T8	T1
77.96	84.52	85.67	86.64	87.45	87.64	90.62	90.63	90.74	91.23	92.07

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 68

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.7300	0.0730	1.38 ns
Error	22	1.1644	0.0529	
Total	32	1.8944		

C.V. = 5.30 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 69

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.7891	0.0789	1.62 ns
Error	22	1.0693	0.0486	
Total	32	1.8584		

C.V. = 3.46 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 70

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.7101	0.0710	0.95 ns
Error	22	1.6486	0.0749	
Total	32	2.3587		

C.V. = 3.39 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 71

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	1.8006	0.1800	1.38 ns
Error	22	2.8664	0.1303	
Total	32	4.6670		

C.V. = 3.76 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 72

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.3452	0.0345	4.06 **
Error	22	0.1871	0.0085	
Total	32	0.5323		

C.V. = 4.48 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T6	T4	T7	T1	T10	T3	T5	T2	T11	T8	T9
1.87	1.94	2.02	2.04	2.04	2.04	2.06	2.07	2.08	2.21	2.25

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 73

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.4836	0.0483	3.04 *
Error	22	0.3499	0.0159	
Total	32	0.8335		

C.V. = 4.80 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T6	T3	T2	T9	T10	T7	T11	T5	T1	T4	T8
2.36	2.52	2.55	2.59	2.64	2.65	2.67	2.68	2.68	2.69	2.87

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 74

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	1.1314	0.1131	6.59 **
Error	22	0.3780	0.0171	
Total	32	1.5094		

C.V. = 4.70 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T6	T5	T2	T11	T3	T10	T7	T9	T1	T4	T8
2.27	2.71	2.74	2.75	2.77	2.80	2.82	2.91	2.91	2.93	3.01

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 75

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.6827	0.0682	6.65 **
Error	22	0.2257	0.0102	
Total	32	0.9084		

C.V. = 3.49 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T6	T11	T3	T2	T5	T10	T9	T4	T7	T8	T1
2.55	2.76	2.83	2.85	2.87	2.91	3.01	3.01	3.02	3.02	3.07

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 76

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.3254	0.0325	2.20 ns
Error	22	0.3253	0.0147	
Total	32	0.6508		

C.V. = 5.75 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 77

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.7386	0.0738	5.24 **
Error	22	0.3102	0.0141	
Total	32	1.0489		

C.V. = 4.88 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T8	T7	T1	T4	T11	T10	T2	T5	T9	T3	T6
2.22	2.29	2.31	2.33	2.39	2.43	2.44	2.46	2.52	2.56	2.79

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 78

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	2.1652	0.2165	10.29 **
Error	22	0.4629	0.0210	
Total	32	2.6282		

C.V. = 4.96 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T8	T1	T4	T7	T9	T10	T2	T3	T11	T5	T6
2.64	2.70	2.76	2.77	2.82	2.92	2.93	2.97	2.98	3.00	3.64

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 79

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	2.0638	0.2063	10.92 **
Error	22	0.4159	0.0189	
Total	32	2.4798		

C.V. = 4.14 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T7	T8	T4	T9	T2	T5	T10	T3	T11	T6
3.06	3.08	3.08	3.18	3.22	3.29	3.33	3.34	3.43	3.54	3.96

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 80

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	86.3030	8.6303	1.27 ns
Error	22	149.3333	6.7878	
Total	32	235.6363		

C.V. = 59.70 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 81

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.9704	0.0970	0.74 ns
Error	22	2.8828	0.1310	
Total	32	3.8533		

C.V. = 11.80 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 82

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.1024	0.0102	1.38 ns
Error	22	0.1629	0.0074	
Total	32	0.2653		

C.V. = 10.78 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 83

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	1.1362	0.1136	1.35 ns
Error	22	1.8496	0.0840	
Total	32	2.9858		

C.V. = 43.33 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 84

ค่าวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเริ่มไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	96.8484	9.6848	4.92 **
Error	22	43.3333	1.9696	
Total	32	140.1818		

C.V. = 3.46 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T4	T9	T1	T5	T2	T3	T7	T10	T8	T11	T6
37.33	39.00	39.33	39.33	40.00	40.00	40.00	42.00	42.33	42.67	43.00

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 85

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 3)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	2.1019	0.2101	2.23 ns
Error	22	2.0706	0.0941	
Total	32	4.1725		

C.V. = 3.21 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 86

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	12.9138	1.6142	1.73 ns
Error	18	16.8430	0.9357	
Total	26	29.7568		

C.V. = 3.87 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 87

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	168.9321	21.1165	5.54 **
Error	18	68.6229	3.8123	
Total	26	237.5551		

C.V. = 4.17 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T8	T7	T6	T9	T4	T3	T2	T5	T1
44.08	45.07	45.37	45.40	45.51	46.86	47.08	48.98	52.75

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 88

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	423.6546	52.9568	7.91 **
Error	18	120.4417	6.6912	
Total	26	544.0964		

C.V. = 3.70 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T8	T9	T7	T4	T6	T5	T3	T2	T1
64.51	65.34	66.48	67.89	69.91	71.83	72.31	72.51	77.60

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 89

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	300.7084	37.5885	4.55 **
Error	18	148.8011	8.2667	
Total	26	449.5095		

C.V. = 3.09 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T9	T8	T7	T5	T2	T3	T6	T4	T1
44.08	45.07	45.37	45.40	45.51	46.86	47.08	48.98	52.75

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 90

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.7938	0.0992	3.78 **
Error	18	0.4722	0.0262	
Total	26	1.2661		

C.V. = 3.08 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T4	T6	T9	T8	T1	T3	T2	T7	T5
5.05	5.08	5.09	5.12	5.27	5.31	5.37	5.45	5.55

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 91

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	3.0863	0.3857	3.08 *
Error	18	2.2516	0.1250	
Total	26	5.3379		

C.V. = 4.60 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T8	T4	T3	T2	T6	T7	T5	T1	T9
7.19	7.36	7.53	7.54	7.56	7.59	7.94	8.15	8.26

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 92

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	5.8674	0.7334	8.23 **
Error	18	1.6031	0.0890	
Total	26	7.4704		

C.V. = 3.08 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T4	T8	T7	T6	T3	T2	T5	T9	T1
9.08	9.14	9.30	9.47	9.52	9.83	9.87	10.18	10.56

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 93

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	5.1143	0.6392	2.85 *
Error	18	4.0358	0.2242	
Total	26	9.1502		

C.V. = 4.28 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T8	T4	T6	T3	T2	T5	T7	T1	T9
10.50	10.63	10.77	10.80	11.02	11.04	11.07	11.73	11.84

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 94

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.2467	0.0308	1.24 ns
Error	18	0.4465	0.0248	
Total	26	0.6932		

C.V. = 7.02 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 95

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.8538	0.1067	5.10 **
Error	18	0.3767	0.0209	
Total	26	1.2305		

C.V. = 5.40 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T8	T7	T4	T9	T6	T2	T3	T5	T1
2.49	2.56	2.57	2.58	2.58	2.68	2.69	2.84	3.10

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 96

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.9576	0.1197	7.92 **
Error	18	0.2721	0.0151	
Total	26	1.2297		

C.V. = 4.27 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T8	T9	T7	T4	T6	T5	T3	T2	T1
2.63	2.66	2.73	2.79	2.89	2.98	3.00	3.01	3.25

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 97

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.3699	0.0462	4.03 **
Error	18	0.2066	0.0115	
Total	26	0.5765		

C.V. = 3.59 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T9	T8	T7	T5	T2	T3	T6	T4	T1
2.75	2.82	2.95	2.98	2.99	3.05	3.07	3.09	3.13

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 98

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.2070	0.0258	1.00 ns
Error	18	0.4648	0.0258	
Total	26	0.6718		

C.V. = 6.83 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 99

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.5953	0.0744	5.07 **
Error	18	0.2643	0.0146	
Total	26	0.8596		

C.V. = 4.20 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T5	T3	T2	T4	T8	T6	T7	T9
2.63	2.80	2.80	2.81	2.87	2.89	2.93	2.96	3.21

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 100

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.8781	0.1097	3.53 *
Error	18	0.5601	0.0311	
Total	26	1.4382		

C.V. = 5.24 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T3	T1	T4	T2	T6	T5	T7	T8	T9
3.17	3.25	3.28	3.28	3.28	3.31	3.42	3.48	3.82

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 101

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	1.4839	0.1854	5.23 **
Error	18	0.6389	0.0354	
Total	26	2.1228		

C.V. = 5.07 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T4	T6	T3	T2	T5	T8	T7	T1	T9
3.44	3.51	3.55	3.68	3.71	3.73	3.75	3.76	4.30

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 102

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	86.5185	10.8148	1.30 ns
Error	18	149.3333	8.2962	
Total	26	235.8518		

C.V. = 138.87 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 103

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	1.7971	0.2246	1.53 ns
Error	18	2.6476	0.1471	
Total	26	4.4447		

C.V. = 10.73 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 104

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	0.0440	0.0055	0.97 ns
Error	18	0.1020	0.0057	
Total	26	0.1460		

C.V. = 8.56 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 105

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	1.0303	0.1287	0.83 ns
Error	18	2.8079	0.1559	
Total	26	3.8382		

C.V. = 42.23 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 106

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเริ่มไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	42.7407	5.3425	4.12 **
Error	18	23.3333	1.2962	
Total	26	66.0740		

C.V. = 3.06 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T6	T3	T4	T5	T8	T7	T2	T9
36.00	36.00	36.00	37.00	37.33	37.33	37.33	37.33	40.33

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 107

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 5)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	8	3.9874	0.4984	1.12 ^{ns}
Error	18	8.0067	0.4448	
Total	26	11.9941		

C.V. = 7.74 %

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 108

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	19.2056	1.9205	2.79 *
Error	22	15.1417	0.6882	
Total	32	34.3474		

C.V. = 3.01 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T7	T1	T3	T11	T2	T9	T4	T8	T6	T5
25.99	26.41	27.25	27.38	27.59	27.69	27.73	27.78	27.92	28.59	28.66

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 109

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	50.2091	5.0209	1.71 ^{ns}
Error	22	64.5264	2.9330	
Total	32	114.7355		

C.V. = 3.21 %

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 110

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	60.9361	6.0936	1.76 ^{ns}
Error	22	76.0923	3.4587	
Total	32	137.0284		

C.V. = 2.32 %

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 111

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักตัวของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	54.6290	5.4629	1.45 ^{ns}
Error	22	82.7210	3.7600	
Total	32	137.3500		

C.V. = 1.91 %

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 112

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	1.9169	0.1916	3.91 **
Error	22	1.0796	0.0490	
Total	32	2.9966		

C.V. = 4.12 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T2	T1	T7	T11	T3	T9	T5	T4	T6	T10	T8
5.00	5.01	5.08	5.30	5.36	5.45	5.46	5.49	5.59	5.64	5.73

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 113

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	2.5786	0.2578	7.47 **
Error	22	0.7597	0.0345	
Total	32	3.3383		

C.V. = 2.47 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T2	T7	T3	T6	T4	T9	T5	T8	T11	T10
6.95	7.15	7.21	7.43	7.50	7.51	7.61	7.66	7.74	7.76	7.93

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 114

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	3.3109	0.3311	5.47 **
Error	22	1.3310	0.0605	
Total	32	4.6420		

C.V. = 2.68 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T7	T2	T6	T3	T4	T5	T9	T8	T11	T10
8.62	8.74	8.84	9.03	9.05	9.12	9.24	9.35	9.53	9.56	9.56

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 115

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	2.4119	0.2412	1.94 ns
Error	22	2.7324	0.1242	
Total	32	5.1444		

C.V. = 3.33 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 116

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.4297	0.0429	3.23 *
Error	22	0.2924	0.0133	
Total	32	0.7222		

C.V. = 4.28 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T10	T7	T1	T11	T9	T3	T2	T4	T8	T6	T5
2.49	2.50	2.66	2.67	2.68	2.68	2.72	2.73	2.74	2.85	2.87

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 117

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.4720	0.0472	3.41 **
Error	22	0.3044	0.0138	
Total	32	0.7764		

C.V. = 3.69 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T9	T7	T10	T4	T11	T1	T8	T3	T2	T6	T5
2.95	3.06	3.10	3.14	3.15	3.18	3.20	3.22	3.24	3.37	3.38

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 118

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.2717	0.0271	4.62 **
Error	22	0.1294	0.0058	
Total	32	0.4012		

C.V. = 2.26 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T7	T9	T11	T8	T2	T4	T3	T10	T1	T6	T5
3.25	3.30	3.35	3.38	3.38	3.38	3.38	3.39	3.43	3.52	3.59

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 119

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.1199	0.0119	3.15 *
Error	22	0.0836	0.0038	
Total	32	0.2036		

C.V. = 1.86 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T7	T9	T3	T11	T2	T6	T8	T10	T4	T1	T5
3.21	3.26	3.27	3.28	3.29	3.31	3.31	3.31	3.34	3.38	3.45

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 120

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่นที่อายุ 0 - 1 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.4096	0.0409	3.38 **
Error	22	0.2665	0.0121	
Total	32	0.6762		

C.V. = 5.49 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T2	T1	T5	T6	T11	T3	T4	T9	T7	T8	T10
1.84	1.89	1.90	1.96	1.99	2.00	2.01	2.03	2.04	2.09	2.27

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 121

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 2 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.5656	0.0565	6.59 **
Error	22	0.1888	0.0085	
Total	32	0.7544		

C.V. = 3.92 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T2	T6	T5	T3	T7	T4	T8	T11	T10	T9
2.19	2.21	2.23	2.27	2.30	2.36	2.40	2.42	2.47	2.56	2.58

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 122

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 3 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.4495	0.0049	9.49 **
Error	22	0.1042	0.0047	
Total	32	0.5538		

C.V. = 2.55 %

** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T6	T5	T2	T3	T7	T4	T10	T8	T9	T11
2.51	2.56	2.57	2.62	2.68	2.69	2.72	2.82	2.82	2.83	2.86

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 123

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ที่อายุ 0 - 4 สัปดาห์ (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.2992	0.0299	2.47 *
Error	22	0.2668	0.0121	
Total	32	0.5660		

C.V. = 3.44 %

* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

T1	T5	T2	T6	T7	T3	T4	T10	T8	T9	T11
3.04	3.06	3.12	3.16	3.18	3.19	3.20	3.25	3.30	3.32	3.34

ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 124

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการตายของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	24.2424	2.4242	0.56 ns
Error	22	96.0000	4.3636	
Total	32	120.2424		

C.V. = 246.19 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 125

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ตับของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.9266	0.0926	1.61 ns
Error	22	1.2696	0.0577	
Total	32	2.1962		

C.V. = 8.20 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 126

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์หัวใจของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.0296	0.0029	0.67 ns
Error	22	0.0971	0.0044	
Total	32	0.1268		

C.V. = 7.34 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 127

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์อัณฑะของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	0.7683	0.0768	0.55 ns
Error	22	3.0915	0.1405	
Total	32	3.8598		

C.V. = 28.35 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 128

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุเริ่มไข่ของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	12.8484	1.2848	0.54 ns
Error	22	52.6666	2.3939	
Total	32	65.5151		

C.V. = 4.19 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 129

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาญี่ปุ่น (การทดลองที่ 6)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	10	3.0088	0.3008	1.00 ^{ns}
Error	22	6.6047	0.3002	
Total	32	9.6136		

C.V. = 6.53 %

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายอาทิตย์ พลายมาศ เกิดวันที่ 20 ธันวาคม 2513 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2534 ปัจจุบันทำงานที่ บริษัท อกริเมริกา (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้