

รายงาน

เรื่อง



# การศึกษาเบื้องต้นถึงระดับที่เหมาะสม ของกากเมล็ดยางพาราในสูตรอาหารไก่กระตัง

Preliminary Study on Levels of Rubber Seed Meal for Broiler Rations.

โดย

ศิริชัย ศรีพงศ์พันธ์  
วินัย ประลมพ์กาญจน์  
อุตสาห์ จันทร์อำไพ

กันยายน ๒๕๒๕

๙๖๐

เลขที่ TX 371	๓๕๔ ๒๓๐๕
เลขทะเบียน	๐๔๒๒
วัน เดือน ปี	๒๗ ๙.๙. ๒๕๒๕

รายงานฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สาขาวิจัยแห่งชาติ โดยให้ทุนอุดหนุนการวิจัยในสาขาวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ประเทศอาจารย์และศาสตราจารย์

การศึกษาเบื้องต้นถึงระดับที่เหมาะสมของกากเมล็ดขางพาราในสูตรอาหารไก่กระตัง

ศิรชัย ศรีพงษ์พันธุ์ \*  
วินัย ประมพท์กาญจน์ \*  
อุบลลำที จันทระอำไพ \*\*

เรื่องย่อ

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างกากเมล็ดขางพาราชนิดมีเปลือกปน ปรากฏว่าประกอบด้วย ความชื้น ๖.๑๑ % โปรตีน ๑๑.๘๐ % ไขมัน ๖.๕๐ % เยื่อใย ๔๓.๓๐ % เถ้า ๒.๕๑ % NFE ๒๔.๗๔ % Ca ๐.๒๔ % P ๐.๒๓ % และมี HCN อยู่ ๒๕.๐๐ ppm.

จากการทดลองเลี้ยงลูกไก่กระตังตั้งแต่อายุ ๑ วัน จำนวน ๒๐๐ ตัว วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยให้มี ๕ treatments ซึ่งหมายถึงเลี้ยงด้วยอาหาร ๕ สูตรที่มีกากเมล็ดขางพาราผสมอยู่ในระดับ ๐, ๕, ๑๐, ๒๐ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ แต่ละ treatment จะมี ๔ ซ้ำ ซ้ำละ ๑๐ ตัว การทดลองเลี้ยงลูกไก่ด้วยสูตรอาหาร เดิมคงที่ตลอดทุกระยะการเติบโต ผลการทดลองปรากฏว่า

น้ำหนักเพิ่มของไก่ทดลองกลุ่มต่าง ๆ เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงสัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาน้ำหนักเพิ่มจากเริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน โดยไก่มีน้ำหนักเพิ่มจากเริ่มถึงสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยตัวละ ๑.๖๖๗, ๑.๖๖๗, ๑.๖๗๓, ๑.๖๐๔ และ ๑.๕๗๕ ก.ก. ในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีกากเมล็ดขางพาราผสมอยู่ ๐, ๕, ๑๐, ๒๐ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

\* ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

\*\* ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่  
จังหวัดสงขลา

แต่เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการใช้อาหาร (จำนวนอาหารที่ใช้เพื่อให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ๑ ก.ก.) แล้ว ปรากฏว่า อาหารสูตรที่มีกากเมล็ดค่างพาราผสมอยู่ในระดับ ๐, ๔ และ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารเมื่อคิดจากเริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลอง เป็น ๒.๐๗, ๒.๑๒ และ ๒.๑๑ ตามลำดับ ซึ่งของทั้ง ๓ สูตรนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกับสูตรที่มีกากเมล็ดค่างพาราผสมอยู่ ๒๐ เปอร์เซ็นต์ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ (ซึ่งมีค่าเป็น ๒.๓๑ และ ๒.๗๔ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระหว่างสูตรที่มีกากเมล็ดค่างพารา ๒๐ เปอร์เซ็นต์ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

การตรวจซากไก่ทดลองไม่พบการใดที่จะแสดงแนวโน้มอย่างเด่นชัดว่าเป็นผลเสีย เนื่องมาจากการเลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเมล็ดค่างพาราในระดับต่าง ๆ ในครั้งนี้ ทั้งไม่สามารถตรวจพบสารพิษไซยาไนต์ (HCN) ในระดับ ppm. เลยจากเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อไขมัน และเนื้อเยื่อของซากไก่ทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้จะเห็นได้ว่า อาจสามารถใช้กากเมล็ดค่างพาราผสมในสูตรอาหารไก่กระตังได้ทุกระดับตั้งแต่ ๐ - ๔๐ เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในเรื่องการเจริญเติบโตเพิ่มน้ำหนักตัวของไก่ แต่จากการที่ประสิทธิภาพการใช้อาหารของอาหารสูตรต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน ทั้งราคาวัตถุดิบสำหรับผสมอาหารก็มีความแตกต่างกันไปในแต่ละท้องที่ ดังนั้น การที่จะพิจารณาว่า ระดับใดเป็นระดับที่เหมาะสมของกากเมล็ดค่างพาราในสูตรอาหารไก่กระตังนั้น น่าจะถือว่าหากสูตรอาหารใดที่เมื่อคิดแล้วทำให้ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัมต่ำที่สุด ระดับกากเมล็ดค่างพาราที่ผสมในอาหารสูตรนั้น ก็คือระดับที่เหมาะสมในครั้งนั้น ๆ นั้นเอง (เฉพาะจากการทดลองครั้งนี้ หากยึดกฎเกณฑ์ดังกล่าว และไม่คิดค่าแรงงานบดกากเมล็ดค่างพารา และค่าแรงงานผสมอาหารแล้ว อาจพอกล่าวได้ว่า ระดับกากเมล็ดค่างพารา ๑๐ เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด เพราะทำให้ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม ต่ำที่สุด)

Preliminary Study on Levels of Rubber Seed Meal for Broiler Rations.

Sirichai Sripongpun<sup>\*</sup>

Winai Pralomkarn<sup>\*</sup>

Ausa Chandumpai<sup>\*\*</sup>

---

Abstract

Para rubber seed meal (PRSM) with shell was determined for its use as a broiler feed component. The meal was shown to contain 6.11% moisture, 11.80% protein, 6.90% crude fat, 43.30% crude fiber, 2.91% ash, 29.79% NFE, 0.29% Ca, 0.23% P (proximate analysis) and 25 ppm hydrocyanic acid (colorimetric method). PRSM were prepared to constitute 0, 5, 10, 20 and 40% into 5 different feeds. The crude protein contents of these feeds were maintained within 23.07 - 23.73% by adjustment of corn and fish meal in the formulas. The experiment was carried out in Randomized Complete Block Design having 5 different feeds as treatments. Different feeds were fed to 5 groups of 1-day old broiler, 10 in each group, up to 7 weeks. This was replicated 4 times using 200 broilers in all.

The results showed no significant difference among treatments neither in term of weight gain per week nor total weight gain during 7 weeks of experiment. Weight gain per chick during 7 weeks period was

---

\* Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkhla University, Hat Yai, Songkhla.

\*\* Department of Biochemistry, Faculty of Sciences, Prince of Songkhla University, Hat Yai, Songkhla.

averaged at 1.667, 1.667, 1.673, 1.609 and 1.575 Kgs. for broilers raised with 0,5,10,20 and 40% PRSM feeds respectively. It was found that feed conversion values pertaining to 40% PRSM treatment was significantly higher than 20% PRSM treatment, and these two treatments were also significantly higher at 1% level than 10, 5 and 0% PRSM treatments.

Necropsy finding showed no lesion related to the use of PRSM in feeding and no hydrocyanic acid was found in the tissue samples by means of colorimetric method.

This experiment showed that up to 40% of PRSM could be used in broiler feed without causing any detrimental effect or significant difference in weight gain. Justification for utilization of PRSM in broiler feed could then be determined in term of economics that was the comparative cost of feeds required to produce a kilogram of meat. In these particular circumstances, feed with 10% PRSM was the most economical one.

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง.....	(๓)
สารบัญตารางผนวก.....	(๔)
สารบัญภาพ.....	(๖)
คำนำ.....	๑
การตรวจ เอกสาร.....	๒
- คู่มือทางโภชนาการของกากเมล็ดยางพารา.....	๒
- Amino acid ในเมล็ดยางพารา.....	๔
- น้ำมันในเมล็ดยางพารา.....	๗
- คาร์โบไฮเดรตในเมล็ดยางพารา.....	๗
- เกสโตรเจนและวิตามินในเมล็ดยางพารา.....	๘
- สารพิษในเมล็ดยางพารา.....	๘
- การเป็นพิษของ Hydrocyanic (HCN).....	๑๐
- งานทดลองใช้กาก เมล็ดยางพาราเลี้ยงสัตว์.....	๑๔
- การทดลองเลี้ยงไก่.....	๑๔
- การทดลองเลี้ยงสุกร.....	๑๖
- การทดลองเลี้ยงโค.....	๑๘
วัตถุประสงค์ของการทดลอง.....	๑๘
กาก เมล็ดยางพาราที่ใช้ในการทดลอง.....	๒๐
สถานที่ทำการทดลอง.....	๒๐
ช่วงระยะเวลาทำการทดลอง.....	๒๑
วิธีการทดลอง.....	๒๑

(๒)	หน้า
ผลการทดลองและวิจารณ์.....	๒๘
- โภชนาหารและปริมาณสารพิษ HCN ในกากเมล็ดขางพาราชนิดมีเปลือกปน.....	๒๘
- การเจริญเติบโตของไก่กระทง.....	๒๘
- ประสิทธิภาพการใช้อาหาร.....	๓๐
- การตรวจซากไก่ทดลอง.....	๓๒
- การวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษไซยาไนด์ (HCN) ในตัวอย่างเนื้อเยื่อต่าง ๆ จากซากไก่ทดลอง.....	๓๖
สรุปและข้อเสนอแนะ.....	๓๖
เอกสารอ้างอิง.....	๓๘
ภาคผนวก ก. ....	๔๓
ภาคผนวก ข. ....	๕๕
ภาคผนวก ค. ....	๕๖

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
๑ Essential (and Related) Amino Acids in Rubber-Seed Protein in Comparison with Some Proteins.....	๔
๒ แสดงผลการหาปริมาณ amino acid ชนิดต่าง ๆ ในกากเมล็ดยางพารา.....	๖
๓ แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบของ Polysaccharide เมื่อ hydrolyse ออกมา..	๘
๔ แสดงปริมาณ Hydrocyanic acid ในเนื้อเมล็ดยางพาราที่คั่ว ๆ ลดลงตามระยะเวลาที่เก็บไว้นานขึ้น.....	๘
๕ แสดงผลจากการใช้กรรมวิธีต่าง ๆ ลด Hydrocyanic acid .....	๑๐
๖ ส่วนประกอบของอาหารทดลอง.....	๒๔
๗ โภชนะต่าง ๆ ในสูตรอาหาร(จากการวิเคราะห์).....	๒๖
๘ แสดงค่าน้ำหนัก เพิ่มของไก่ทดลองกลุ่มต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์ และตลอดการทดลองเป็นกิโลกรัมต่อตัว โดยเฉลี่ย.....	๒๘
๙ แลหตุที่เฉลี่ยของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังกลุ่มต่าง ๆ ในแต่ละสัปดาห์ และตลอดการทดลอง .....	๓๑
๑๐ แสดงวิธีการผิดปกติที่ตรวจพบในซากไก่กระตังที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเมล็ดยางพารา ระดับต่าง ๆ .....	๓๒
๑๑ แสดงพื้นที่ของวิธีการเนื้อตายที่ตรวจพบในตับไก่ทดลอง (โดยประมาณ).....	๓๔



สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
๑ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของน้ำหนักเพิ่มของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๑ (อายุ เริ่มต้น - อายุ ๑ สัปดาห์).....	๔๓
๒ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของน้ำหนักเพิ่มของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๒ (อายุ ๑ สัปดาห์ - ๒ สัปดาห์).....	๔๓
๓ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของน้ำหนักเพิ่มของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๓ (อายุ ๒ สัปดาห์ - ๓ สัปดาห์).....	๔๔
๔ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของน้ำหนักเพิ่มของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๔ (อายุ ๓ สัปดาห์ - ๔ สัปดาห์).....	๔๔
๕ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของน้ำหนักเพิ่มของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๕ (อายุ ๔ สัปดาห์ - ๕ สัปดาห์).....	๔๕
๖ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของน้ำหนักเพิ่มของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๖ (อายุ ๕ สัปดาห์ - ๖ สัปดาห์).....	๔๕
๗ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของน้ำหนักเพิ่มของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๗ (อายุ ๖ สัปดาห์ - ๗ สัปดาห์).....	๔๖
๘ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของน้ำหนักเพิ่มของไก่อกระทองตลอดการทดลอง (อายุ เริ่มต้น - ๗ สัปดาห์).....	๔๖
๙ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๑ (อายุ เริ่มต้น - อายุ ๑ สัปดาห์).....	๔๗
๑๐ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๒ (อายุ ๑ สัปดาห์ - ๒ สัปดาห์).....	๔๘
๑๑ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่อกระทองในสัปดาห์ที่ ๓ (อายุ ๒ สัปดาห์ - ๓ สัปดาห์).....	๔๘

## ตารางผนวกที่

หน้า

๑๒	การวิเคราะห์หาเรียนรู้ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๔ (อายุ ๓ สัปดาห์ - ๔ สัปดาห์).....	๕๐
๑๓	การวิเคราะห์หาเรียนรู้ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๕ (อายุ ๔ สัปดาห์ - ๕ สัปดาห์).....	๕๑
๑๔	การวิเคราะห์หาเรียนรู้ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๖ (อายุ ๕ สัปดาห์ - ๖ สัปดาห์).....	๕๒
๑๕	การวิเคราะห์หาเรียนรู้ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๗ (อายุ ๖ สัปดาห์ - ๗ สัปดาห์).....	๕๓
๑๖	การวิเคราะห์หาเรียนรู้ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังตลอดการทดลอง (อายุเริ่มต้น - ๗ สัปดาห์).....	๕๔

(๖)

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
๑	๒๓
ก. คือ เครื่องบดเนื้อขนาดเล็กแบบใช้มือหมุน ซึ่งใช้ในการบดเนื้อแผ่นเกลือคากเมลิคียงพารา	
ข. คือ ลักษณะของแผ่นเกลือคากเมลิคียงพาราที่ได้มาจากโรงงาน	
ค. คือ สภาพของคากเมลิคียงพาราเมื่อผ่านการบดแล้ว และใช้ผสมในอาหารไก่ทอดสองครั้ง	
๒	๒๓
แสดงลักษณะสภาพทรงไก่ทดลอง ลักษณะการวางทรง การใช้กระดาษปิดบังพื้นผิวโครง และการแขวนไฟกกในทรง.....	

การศึกษาเบื้องต้นถึงระดับที่เหมาะสมของกากเมล็ดคางพาราในสูตรอาหารไก่กระตัง  
Preliminary Study on levels of Rubber Seed Meal for Broiler Rations.

คำนำ

ปัจจุบันนี้ผู้ประกอบการเลี้ยงสัตว์ ต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับผลตอบแทนที่ได้รับจากการประกอบอาชีพนี้ไม่ค่อยมีกำไร หรือบางคนก็ขาดทุนจนต้องล้มเลิกกิจการ และเปลี่ยนไปประกอบอาชีพอื่นอยู่เนือง ๆ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าอาหารสัตว์ปัจจุบันนี้มีราคาแพงมาก วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารในบางท้องถิ่นมีให้เลือกใช้อย่างค่อนข้างจำกัด และมักเกิดการขาดแคลนอยู่เสมอ นอกจากนี้ในวันอาหารสัตว์จะยังมีราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งปัญหาด้านอาหารสัตว์ดังกล่าวนี้เอง เป็นเหตุทำให้ต้นทุนการผลิตเนื้อสัตว์สูง เมื่อต้องขายผลผลิตในตลาดที่มีการแข่งขันกันมาก ทำให้ราคาเนื้อสัตว์ที่ขายได้ไม่สูงพอที่จะทำให้ผู้ประกอบการสามารถดำรงกิจการอยู่ได้ต่อไป ปัจจุบันจึงได้มีการพยายามนำวัสดุที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้เป็นอาหารสัตว์มากขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งกาก เมล็ดพืชที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมชัณน้ำมัน

เนื่องจากทางภาคใต้ของประเทศไทยมีการปลูกยางพารากันมากซึ่งนอกจากจะใช้น้ำยางเป็นประโยชน์โดยตรงแล้ว รัชิต (๒๕๒๓) ได้รายงานว่ายางพาราซึ่งเข้าไปมีบทบาทในด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกหลายชนิดโดยใช้น้ำมันที่สกัดได้จาก เมล็ดคางพาราไปใช้ทำสบู่ น้ำมันเคลือบเงา เป็นต้น จากการชัณน้ำมัน เมล็ดคางพาราเพื่อเอาน้ำมันไปใช้ประโยชน์ดังกล่าวแล้วก็จะได้กากเมล็ดคางพาราเป็นวัสดุเศษเหลือจากโรงงาน ซึ่งก็น่าจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ได้ แต่จากการศึกษาของ Giok และคณะ (๑๙๖๗) มีรายงานว่าภายในเนื้อเมล็ดคางพารามีสาร cyanogenetic glucoside ซึ่งมีคุณสมบัติสลายตัวได้ง่ายโดยปฏิกิริยาของเอนไซม์แล้วให้พาราพิษ Hydrocyanic acid ซึ่งสารพิษนี้ เมื่อมีอยู่ในอาหารสัตว์จะเป็นอันตรายต่อสัตว์ได้ สำหรับในประเทศไทยได้เคยมีผู้ทำการทดลองนำกาก เมล็ดคางพารามาใช้เลี้ยงสัตว์บ้างแล้วเช่นกัน เช่น เสาวคนธ์และคณะ (๒๕๑๔) และ เทอชชัยและคณะ (๒๕๒๑) เคยใช้ผสมในสูตรอาหารเลี้ยงสุกรขุน ส่วนการทดลองในสัตว์ปีกนั้น ศิริชัยและสุรพล (๒๕๒๔) ได้รายงานว่าการทดลองที่ทดลองเลี้ยงด้วยกากเมล็ดคางพาราล้วน ๆ (๑๐๐%) นั้น

สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ เป็นเวลานานเกือบ ๑ เดือน แต่การเจริญเติบโตต่ำมาก และการตายของลูกไก่กระตังน้ำจะมีสาเหตุมาจากการได้รับโภชนาไม่เพียงพอมากกว่าจะตายเพราะสาเหตุจากสารพิษในกาก เมล็ดขางพารา

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น จะเห็นได้ว่าหากได้มีการศึกษาเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับ เรื่องระดับที่เหมาะสมของกาก เมล็ดขางพาราที่จะสามารถใช้ได้ในสูตรอาหารสัตว์แล้ว ก็จะทำให้สามารถใช้กาก เมล็ดขางพาราได้อย่างเป็นประโยชน์ยิ่งขึ้นกว่าเดิม ทั้งเป็นการเพิ่มชนิดวัตถุดิบสำหรับที่จะใช้ผสมอาหารสัตว์ขึ้นอีกอย่างหนึ่ง อันจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการเลี้ยงสัตว์ในภาคใต้ซึ่ง เป็นภูมิภาคที่มีวัตถุดิบสำหรับเลือกใช้ผสมอาหารสัตว์จำกัดกว่าภูมิภาคอื่น ๆ

#### การตรวจเอกสาร

##### คุณค่าทางโภชนาการของกาก เมล็ดขางพารา

Sankunny และคณะ (๑๙๖๕) ได้รายงานผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของเมล็ดขางพาราว่าประกอบด้วยวัตถุแห้ง (Dry matter) ๔๘.๗๓ เปอร์เซ็นต์ โปรตีน (protein) ๑๖.๗๕ เปอร์เซ็นต์ ไขมัน (Fat) ๒๖.๘๒ เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย (Fiber) ๓๕.๖๕ เปอร์เซ็นต์ แป้งและน้ำตาล (Nitrogen free extract) ๑๕.๑๓ เปอร์เซ็นต์ เถ้า (ash) ๒.๐๑ เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม (Ca) ๐.๔๕ เปอร์เซ็นต์ และ ฟอสฟอรัส (P) ๐.๘๖ เปอร์เซ็นต์

Giok และคณะ (๑๙๖๗) รายงานว่าองค์ประกอบของเมล็ดขางพาราซึ่งมิได้ระบุแน่ชัดว่าเป็นเฉพาะส่วนเนื้อในเมล็ดหรือไม่ แต่จากรายงานคาดว่าน่าจะเป็นเฉพาะส่วนเนื้อใน (on dry basis) มีโปรตีน (protein) ๒๗.๐ เปอร์เซ็นต์ ไขมัน (Fat) ๓๒.๓ เปอร์เซ็นต์ เถ้า (Ash) ๒.๕ เปอร์เซ็นต์ และความชื้น (moisture) ๓.๖ เปอร์เซ็นต์

ส่วนองค์ประกอบของเนื้อในเมล็ด Orak และ Bowland (๑๙๗๔) รายงานว่าประกอบด้วยความชื้น (Moisture) ๓.๕ เปอร์เซ็นต์ ไขมัน (Crude fat) ๔๓.๕ เปอร์เซ็นต์ โปรตีน (crude protein) ๑๘.๓ เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย (crude fiber) ๓.๕ เปอร์เซ็นต์ เถ้า (Ash) ๓.๑ เปอร์เซ็นต์

แห้งและน้ำตาล(Nitrogen free extract) ๒๗.๕ เปอร์เซ็นต์และพลังงาน(gross energy)  
๖.๕๐ K cal/g

Georgi และคณะ(๑๙๓๒) รายงานว่าเมื่อเอาเฉพาะส่วนของเนื้อในเมล็ดค่างพารา  
(Kernel) ไปสกัดน้ำมันแล้วนำมาผ่านกรรมวิธีต่อโดยใช้สารละลายเคมีแยกเอาไขมันออกจนหมดแล้ว  
นำไปวิเคราะห์จะปรากฏว่ามีองค์ประกอบดังนี้คือ มีความชื้น(moisture) ๑๑.๐ เปอร์เซ็นต์ เถ้า  
(Ash) ๔.๗ เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน(Oil) ๐ เปอร์เซ็นต์ โปรตีน(crude protein) ๓๓.๖ เปอร์เซ็นต์  
เยื่อใย(crude fiber) ๓.๔ เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต(carbohydrate, by difference)  
๔๗.๓ เปอร์เซ็นต์

Kato และคณะ(๒๔๑๔) รายงานว่าในกากของเมล็ดค่างที่สกัดน้ำมันแล้วจะมีน้ำอยู่  
ประมาณ ๗.๐ เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน ๔.๐ เปอร์เซ็นต์ โปรตีน ๓๐.๕ เปอร์เซ็นต์ สารเยื่อใย ๖.๑  
เปอร์เซ็นต์ เถ้า ๔.๔ เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาล ๔๓.๕ เปอร์เซ็นต์

Giok และคณะ(๑๙๖๗) นำเมล็ดค่างพารา(มิได้ระบุว่าเป็นเฉพาะส่วนเนื้อในเมล็ด  
หรือไม่แต่น่าจะเป็นเฉพาะส่วนเนื้อใน) ไปแช่น้ำ ซึ่งจะต้องแช่นานถึง ๒๔ ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย โดย  
ต้องมีการเปลี่ยนน้ำบ่อย ๆ เมื่อแช่น้ำเสร็จแล้วจึงนำไปต้มในภาชนะโดยไม่ปิดฝาภาชนะ ต้มนานประมาณ  
ครึ่งชั่วโมง ต้มเสร็จแล้วนำไปทำให้แห้ง และส่งต่อเข้าโรงงาน โรงงานจะย่อยเมล็ดค่างพาราให้เล็ก  
ลง และนำไปผ่านไอน้ำในระยะเวลาสั้น ๆ แล้วส่งต่อเข้าเครื่องสกัดน้ำมัน น้ำกากที่เหลือจากการสกัด  
น้ำมันไปสกัดด้วย petroleum ether อีกครั้ง แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ผลปรากฏว่ามีโปรตีน ๓๔.๓  
เปอร์เซ็นต์ ไขมัน ๑๔.๖ เปอร์เซ็นต์ เถ้า ๓.๐ เปอร์เซ็นต์ ความชื้น ๔.๗ เปอร์เซ็นต์

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์(๒๕๒๑) รายงานว่ากากเมล็ด  
ค่างพารามีวัตถุแห้ง ๔๑.๑ เปอร์เซ็นต์ โปรตีนย่อยได้ ๒๐.๔ เปอร์เซ็นต์ ยอดโภชนะย่อยได้ ๖๓.๔  
เปอร์เซ็นต์ โปรตีน ๒๘.๔ เปอร์เซ็นต์ ไขมัน ๘.๒ เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย ๑๐.๐ เปอร์เซ็นต์  
แป้งน้ำตาล ๓๗.๖ เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุ ๔.๔ เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส ๐.๖๔ เปอร์เซ็นต์

เทอชชัยและคณะ (๒๕๖๖) รายงานผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ใน  
 กาก เมล็ดยางพาราชนิดมีเปลือกและไม่มีเปลือก โดยหัดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ไว้ดังนี้คือ  
 กากเมล็ดยางพารามีเปลือก ประกอบด้วย โปรตีน ๑๕.๖๖ เปอร์เซ็นต์ ไขมัน ๖.๓๓ เปอร์เซ็นต์  
 เยื่อใย ๔๑.๕๒ เปอร์เซ็นต์ เถ้า ๔.๐๑ เปอร์เซ็นต์ gross energy ๔,๓๕๐ K cal/Kg  
 แคลเซียม ๐.๒๒ เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส ๐.๒๖ เปอร์เซ็นต์ ส่วนกากเมล็ดยางพาราชนิดไม่มีเปลือก  
 ประกอบด้วย โปรตีน ๒๕.๑๒ เปอร์เซ็นต์ ไขมัน ๑๒.๗๔ เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย ๔.๓๔ เปอร์เซ็นต์  
 เถ้า ๔.๒๔ เปอร์เซ็นต์ gross energy ๔,๗๑๓ K cal/Kg แคลเซียม ๐.๒๔ เปอร์เซ็นต์ และ  
 ฟอสฟอรัส ๐.๕๗ เปอร์เซ็นต์

#### Amino acid ในเมล็ดยางพารา

สำหรับโปรตีนในเมล็ดยางพาราประกอบด้วย amino acid ที่สำคัญบางชนิดในปริมาณ  
 เท่าใดบ้างนั้น Gu<sup>๑</sup> และคณะ (๑๙๖๗) รายงานเปรียบเทียบกับวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ ๑  
ตารางที่ ๑ Essential (and Related) Amino Acids in Rubber-Seed Protein in  
 Comparison with Some Other Proteins.

Amino Acid, mg/16 g Nitrogen	FAO Pattern <sup>a</sup>	Rubber Seed	Whole Egg <sup>a</sup>	Soy Bean <sup>a</sup>	Maize <sup>a</sup>
Isoleucine	4.2	3.1	6.6	5.3	4.7
Leucine	4.8	6.7	8.8	7.7	13.2
Lysine	4.2	5.4	6.6	6.3	2.9
Phenylalanine	2.8	3.8	5.8	4.9	4.6
Tyrosine	2.8	2.6	5.0	3.2	6.2
Total S-containing	4.2	1.9	5.4	3.2	3.2
Methionine	2.2	0.7	3.1	1.4	1.9
Threonine	2.8	2.8	5.0	4.0	4.0
Tryptophan	1.4	1.3	1.7	1.4	0.6
Valine	4.2	6.4	7.4	5.3	5.3

a Data from FAO (1957) report on protein requirements.

นอกจากนี้เขายังได้เสนอแนะเพิ่มเติมว่า เนื่องจากโปรตีนของเมล็ดค่างพารา มี amino acid ชนิด lysine และ tryptophan อยู่สูงแต่มี methionine อยู่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นจึงน่าจะเหมาะสมเป็นอย่างดีเมื่อใช้ร่วมกับการใช้ข้าวโพด

Orok และ Bowland(๑๙๗๔) ได้รายงานไว้ในโปรตีนจากส่วนเนื้อในของเมล็ดค่างพารา จะมี amino acid ต่าง ๆ ประกอบอยู่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แบบ weight % of protein ได้ดังนี้คือมี alanine ๔.๔ เปอร์เซ็นต์ arginine ๔.๔ เปอร์เซ็นต์ aspartic acid ๑๑.๒ เปอร์เซ็นต์ cystine ๒.๔ เปอร์เซ็นต์ glutamic acid ๑๕.๗ เปอร์เซ็นต์ glycine ๔.๔ เปอร์เซ็นต์ histidine ๒.๓ เปอร์เซ็นต์ isoleucine ๓.๔ เปอร์เซ็นต์ leucine ๗.๑ เปอร์เซ็นต์ lysine ๓.๖ เปอร์เซ็นต์ methionine ๑.๔ เปอร์เซ็นต์ phenylalanine ๔.๔ เปอร์เซ็นต์ serine ๔.๔ เปอร์เซ็นต์ proline ๔.๔ เปอร์เซ็นต์ threonine ๓.๔ เปอร์เซ็นต์ tyrosine ๒.๖ เปอร์เซ็นต์ และ valine ๔.๐ เปอร์เซ็นต์

สำหรับในประเทศไทยนั้น รัชฎา(๒๕๒๐) ได้กล่าวว่า ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และ อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้เคยรายงานไว้ในปี พ.ศ. ๒๕๒๐ ถึงผลการวิเคราะห์ ทางปริมาณ amino acid ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในกากเมล็ดค่างพาราทั้งชนิดมีเปลือก และชนิดไม่มีเปลือก ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ ๒

เป็นที่น่าสังเกตว่าผลการวิเคราะห์ปริมาณ amino acid ในโปรตีนจากเมล็ดค่างพารา ที่มีรายงานไว้ในต่างประเทศและในประเทศไทยนั้น ผลการวิเคราะห์ส่วนใหญ่สอดคล้องกันและนับว่ามี เปอร์เซ็นต์ของ amino acid ชนิดต่าง ๆ ใกล้เคียงกันมาก แต่สำหรับเฉพาะ lysine นั้นผลการ วิเคราะห์ในประเทศไทยมีรายงานไว้สูงกว่าที่อื่นมาก



ตารางที่ ๒ แสดงผลการหาปริมาณ amino acid ชนิดต่าง ๆ ในกากเมล็ดค่างพารา

ชนิดของ amino acid	กากเมล็ดค่างพารามีเปลือก (% ในโปรตีน)	กากเมล็ดค่างพาราไม่มีเปลือก (% ในโปรตีน)
1. alanine	3.908	4.476
2. arginine	7.534	9.887
3. cystine	0.990	2.197
4. glutamic acid	20.983	16.447
5. glycine	4.835	5.056
6. histidine	2.963	3.802
7. isoleucine	2.743	2.963
8. leucine	5.700	6.751
9. lysine	14.502	18.844
10. methionine	0.360	-
11. phenylalanine	3.255	3.932
12. proline	5.452	5.202
13. serine	2.579	3.335
14. threonine	2.635	2.720
15. tyrosine	1.874	2.829
16. valine	5.253	6.195
17. aspartic acid	14.432	11.714

หมายเหตุ กากเมล็ดค่างพารามีเปลือกมีโปรตีนเท่ากับ ๑๓.๓๕๓ เปอร์เซ็นต์  
 กากเมล็ดค่างพาราไม่มีเปลือกมีโปรตีนเท่ากับ ๒๘.๕๒๖๔ เปอร์เซ็นต์  
 ปริมาณ amino acid แต่ละชนิดที่ได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แบบ wt. by wt. of protein.

## น้ำมันใน เมล็ดยางพารา

Kato และคณะ (๒๕๑๔) รายงานว่าน้ำมันที่สกัดได้จากเมล็ดยางพาราจะมีองค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัว ๓๓.๕ เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันไม่อิ่มตัว ๔๐.๕ เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะเป็นกรด linoleic ๔๐.๕ เปอร์เซ็นต์ linolenic ๑๔.๓ เปอร์เซ็นต์ และ oleic ๒๕.๒ เปอร์เซ็นต์ น้ำมันจึงมีคุณสมบัติในด้านการนำไปทำสีหรือน้ำมันชักเงาได้ดี ซึ่งเรื่ององค์ประกอบของน้ำมันที่สกัดได้ดังกล่าวแล้ว สอดคล้องกับที่ รัชฎา(๒๕๒๐) ได้ค้นคว้าและรายงานไว้ว่า เมล็ดยางพารามีน้ำมันเป็นส่วนประกอบอยู่ในปริมาณสูง โดยมีอยู่เฉพาะที่ส่วนเนื้อในเมล็ด(kernel) และในน้ำมันมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่ในปริมาณสูง แต่ในการเลี้ยงสัตว์ถ้าให้กินทั้งเมล็ด น้ำมันในเมล็ดยางพารานี้ก็จะ เป็นตัวจำกัดการใช้เมล็ดยางพาราของสัตว์ โดยเฉพาะมีผลต่อระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Sen, 1952) แต่ถ้านำไปใช้หลังจากสกัดน้ำมันออกบ้างแล้วก็ไม่มีปัญหาในเรื่องน้ำมันแต่อย่างใด

สำหรับรายละเอียดของปริมาณ Fatty acid ที่ประกอบในน้ำมันเมล็ดยางพารานั้น Orok และ Bowla (๑๙๗๔) ได้รายงานว่ามีอยู่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก (weight%) ดังนี้คือ myristic ๐.๑ เปอร์เซ็นต์ palmitic ๔.๑ เปอร์เซ็นต์ stearic ๑๐.๕ เปอร์เซ็นต์ arachidic ๐.๓ เปอร์เซ็นต์ palmitoleic ๐.๓ เปอร์เซ็นต์ oleic ๒๑.๕ เปอร์เซ็นต์ linoleic ๓๗.๓ เปอร์เซ็นต์ linolenic ๒๑.๗ เปอร์เซ็นต์ และ arachidonic ๐.๒ เปอร์เซ็นต์

## คาร์โบไฮเดรตในเมล็ดยางพารา

รัชฎา(๒๕๒๐) กล่าวว่าเมล็ดยางพารามีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบอยู่ไม่มากนัก หากเทียบกับปริมาณน้ำมันซึ่งเมื่อถ้าเรานำไปสกัดน้ำมันออกแล้ว กากเมล็ดยางพาราก็จัดเป็นอาหารเสริมโปรตีนไป

สำหรับส่วนประกอบของ poly saccharide เมื่อ hydrolyse ออกมาได้รายงานไว้ โดย Andreson และคณะ(๑๙๕๗) ดังแสดงในตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓ แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบของ polysaccharide เมื่อ hydrolyse ออกมา

ชนิดของ polysaccharide	endosperm	cotyledon	shell
galactose (%)	4	5	4
glucose (%)	60	56	11
arabnose (%)	20	22	1
xylose (%)	8	7	80
rhamnose (%)	2	3	trace
uronic acid (%)	6	7	4

#### เกลือแร่และวิตามินใน เมล็ดค่างพารา

รัชฎา(๒๕๒๐) กล่าวว่า จากรายงานหลาย ๆ การทดลองพบว่าปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสยังอยู่ในปริมาณต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าใช้เลี้ยงสัตว์ทั้งเปลือก

สำหรับวิตามินนั้น De Sequeira และคณะ (๑๙๕๕) รายงานว่าในเฉพาะส่วนเนื้อในเมล็ด (kernel) ๑๐๐ กรัม พบ thiamine 450 µg, nicotinic acid 2,500 µg, carotene 250 µg และพบ tocopherol ด้วย(แต่เขามีได้ระบุจำนวนที่พบไว้)

#### สารพิษในเมล็ดค่างพารา

Georgi และคณะ (๑๙๓๒) รายงานว่าภายในเนื้อในเมล็ดของเมล็ดค่างพาราจะมีสาร cyanogenetic glucoside อยู่ด้วย ซึ่งเมื่อสารนี้ถูกสลายตัวโดยปฏิกิริยาของ enzyme แล้วจะได้กรด hydrocyanic acid หรือ prussic acid ออกมาอันเป็นที่ทราบกันดีว่าเป็นสารพิษที่มีอันตรายต่อสัตว์ได้ แต่กระนั้นก็ตาม เขาก็ได้รายงานเพิ่มเติมอีกว่าปริมาณ hydrocyanic acid ในเนื้อในเมล็ดจะลดลงได้อย่างรวดเร็ว ในระหว่างอาทิตย์แรกของการเก็บ (storage) และหลังจากนั้นแล้วจะค่อย ๆ ลดลงต่อไปอีกเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาที่เก็บไว้ดังแสดงผลไว้ในตารางที่ ๔ และเขาได้รายงานไว้อีกว่าปริมาณของ hydrocyanic acid ในเนื้อในเมล็ดสด จะมีปริมาณแตกต่างกันไปได้มาก และเคยมีรายงานไว้ว่ามีอยู่สูงถึง ๐.๒๒๓ เปอร์เซ็นต์ (คำนวณจาก moisture-free basis)

ตารางที่ ๔ แสดงปริมาณ Hydrocyanic acid ในเนื้อในเมล็ดขางพาราที่คั่ว ๆ ลดลงตามระยะเวลาที่เก็บไว้นานขึ้น

period of storage. (weeks)	Moisture content (per cent)	Hydrocyanic Acid Content (per cent)	Hydrocyanic Acid Content. (Calculated on moisture-free basis) (per cent)
Fresh	35.9	0.077	0.120
1	29.0	0.016	0.023
3	12.7	0.015	0.017
4	11.4	0.011	0.013
14	6.5	0.006	0.006
20	8.1	0.006	0.007

De. Sequeira และคณะ (๑๙๕๕) ได้ศึกษาคุณค่าทางอาหารของเมล็ดขางพาราเมื่อใช้เลี้ยงหนู เขารายงานว่าสัตว์ไม่ชอบกินกากเมล็ดขางพาราสกัดน้ำมันเพราะมีกลิ่นไม่ชวนกินและมีรสขากไม่ดีเนื่องจาก cyanogenetic glucosides แต่เมื่อทำให้ร้อนที่ ๑๐๐-๑๐๕°C เป็นเวลานาน ๒ ชั่วโมง แล้วนำใบอาหารในระดับ ๕๐ เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ปรากฏว่าหนูยอมรับอาหารนั้น แต่น้ำหนักเพิ่มของหนูทดลองอยู่ในระดับที่เลว

Giok (๑๙๖๗) ได้รายงานถึงปริมาณของ cyanide ว่าในเมล็ดขางพารา (น้ำจะเป็นเฉพาะส่วนเนื้อในเมล็ด) จะมีอยู่ ๓๓๐mg/เมล็ด ๑๐๐ g. (on dry basis) สำหรับเมล็ดขางพาราที่ผ่านการต้มแล้วนำมาทำให้แห้ง จะมีเหลือเพียง ๘.๔ mg./เมล็ด ๑๐๐ g. ส่วนในเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำต่อนั้นเอาไปต้มแล้วส่งต่อเข้าโรงงานสกัดน้ำมันและมาสกัดด้วย petroleum ether อีกเป็นขั้นตอนสุดท้ายจะมี cyanide เหลือเพียง ๓.๔ mg/เมล็ด ๑๐๐ g. สำหรับในเมล็ดสดนั้นเขาได้รายงานไว้ว่ามีปริมาณ cyanide อยู่สูงถึง ๓๐๐ mg. ต่อเมล็ดสด ๑๐๐ g.

เทอคซีย์และคณะ (๒๕๒๑) รายงานว่าหากคิดจากน้ำหนักวัตถุแห้งแล้ว กากเมล็ดขางพาราชนิดมีเปลือกจะมี cyanide อยู่ ๐.๐๐๒ เปอร์เซ็นต์ และกากเมล็ดขางพาราชนิดไม่มีเปลือกมี cyanide ๐.๐๐๑๗๒ เปอร์เซ็นต์

มาลีและคณะ (๒๕๒๐) ได้รายงานผลการใช้กรรมวิธีทำลายกรด Hydrocyanic ดังนี้คือ

ตารางที่ ๕ แสดงผลจากการใช้กรรมวิธีต่าง ๆ ลด Hydrocyanic acid

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์สารพิษที่ลดได้
๑) ตากแดด ๒ แดด	๕๕.๘
๒) อบความร้อน ๑๐๕°ซ. ๑๘ ชั่วโมง	๘๔.๐
๓) หมักโดยวิธีธรรมชาติ มากกว่า ๑ อาทิตย์*	๓๒.๐
๔) การหมักโดยใช้เชื้อรา <u>Aspergillus sp.</u> **	๐-๕๑.๖

หมายเหตุ \* การหมักโดยวิธีธรรมชาติ ทำได้เช่นเดียวกับการทำปุ๋ยหมัก

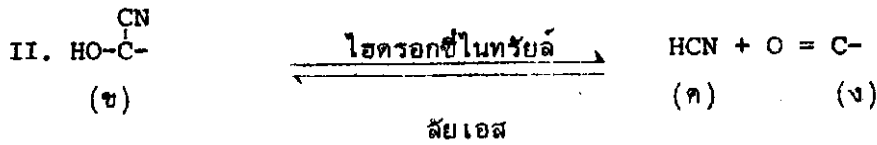
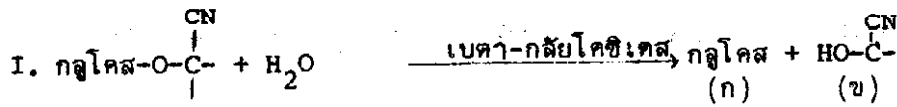
\*\* การหมักโดยใช้เชื้อราหลายชนิด ซึ่งมีความสามารถในการทำลายกรด Hydrocyanic ได้ต่างกัน

#### การเป็นพิษของ Hydrocyanic (HCN)

สาโรช.(๒๕๒๓) กล่าวว่า Cyanogenetic glycoside ถูกย่อยโดยน้ำย่อยในกระเพาะ หรือเอ็นไซม์ในพืชเองก็จะปลดปล่อย HCN ออกมาเป็นพิษแก่สัตว์ได้

มาลีนิ(๒๕๒๓) ได้อธิบายรายละเอียดในเรื่องนี้ไว้อย่างละเอียดคือ ได้อธิบายว่า...

ไซยาโนเจนเนติก กลัยโคไซด์ ในต้นพืชที่มีอยู่ในสภาพปกติจะไม่ถูกไฮโดรไลสไปเป็นกรดไฮโดรไซยานิก โดยเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในพืช ทั้งนี้เพราะกลัยโคไซด์ และเอ็นไซม์นี้จะอยู่ในคนละส่วนของเซลล์ของพืช แต่ถ้าหากต้นพืชถูกทำลายหรือเน่าเปื่อยไปหรือถูกตัดหรือไม่เจริญเติบโตเซลล์ของพืชเหล่านี้ก็จะถูกทำลาย (plant cellular damage) ทำให้ไซยาโนเจนเนติก กลัยโคไซด์ที่สะสมอยู่ถูกไฮโดรไลสเกิดเป็นกรดไฮโดรไซไซ ดังนั้นเมื่อสัตว์กินพืชที่มีสารไซยาไนด์และเอ็นไซม์ กลัยโคไซด์ในพืชจะถูกเปลี่ยนแปลงในกระเพาะอาหารของสัตว์เกิดเป็นกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) ซึ่งเป็นพิษดังแสดงได้ดังนี้



๑. กลัยโคไซด์จะถูกไฮโดรไลส์โดยเอ็นไซม์เบตา-กลัยโคซิเตสได้กลูโคส(ก)และไฮดรอกซีในทรียล์(ข)

๒. ไฮดรอกซีในทรียล์ (ข) จะสลายตัวโดยเอ็นไซม์ลัยเอสเกิดเป็นกรด (ค) และสารพวก ซีโตน หรืออัลดีไฮด์ (ง)

ข้อควรจำก็คือ เบตา-กลัยโคซิเตส เป็นเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในพืชและมีปฏิกิริยาโดยเฉพาะต่ออนุพลเบตากลัยโคไซด์ของไซยาโนเจนเมตค กลัยโคไซด์เท่านั้น และไฮดรอกซีในทรียล์จะถูกสลายตัวโดยเอ็นไซม์หรืออาจสลายตัวเองโดยไม่มีเอ็นไซม์ก็ได้

.....๗๑.....

... นอกจากนี้จุลินทรีย์ในกระเพาะอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถที่จะทำให้กลัยโคไซด์สลายตัวได้กรดเช่นเดียวกัน การสลายตัวของกลัยโคไซด์ในพืชก็เกิดขึ้นได้ในกระเพาะอาหารของสัตว์กระเพาะเคี้ยวที่มีสภาพเป็นกรด ...

.....๗๑.....

ไซยาไนด์ที่อยู่ในรูปของไอออนจะถูกดูดซึมได้ดีและรวดเร็วหลังจากได้รับสารนี้เข้าไปไม่ว่าโดยการกินการฉีดหรือดูดซึมเข้าผิวหนัง

ไอระเหยของกรดไซยาไนด์ขนาด ๕๐-๖๐ ppm. ที่มีอยู่ในอากาศสามารถจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้มากพอที่จะทำให้เกศหายาการพิษขึ้นได้

มีรายงานว่าสัตว์สามารถทน (tolerate) ต่อไซยาไนด์ขนาดต่ำ ๆ ได้ เนื่องจากร่างกายของสัตว์มีขบวนการที่จะทำให้ลายพิษของไซยาไนด์แล้วขับออกจากร่างกาย จากการทดลองพบว่าร่างกาย

และสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงไซยาไนด์ ขนาด ๒๒ มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว ๕๐ กิโลกรัมต่อชั่วโมง

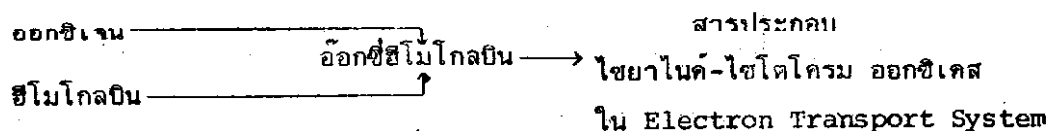
แฟกเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นพิษมากหรือน้อยจากไซยาไนด์คือ

๑. ขนาดและชนิดของสัตว์
๒. ความเร็วที่สัตว์กินพิษนั้นเข้าไป
๓. ชนิดของอาหารที่สัตว์กินร่วมกับการกินพิษพวกไซยาไนด์เจน
๔. ปริมาณของเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในพืชตลอดจนสภาพความเป็นกรดหรือด่างของกระเพาะอาหาร
๕. ความสามารถในการทำลายพิษของร่างกาย

สำหรับในแง่ กลไกในการออกฤทธิ์ของไซยาไนด์ที่เป็นพิษต่อร่างกายนั้น สารโรซ(๒๔๒๓) กล่าวไว้ว่า เมื่อสัตว์ได้รับ HCN เข้าไปจำนวนมาก (มากกว่า ๕๐ mg. ของ HCN) สารนี้จะเข้าแทนที่ออกซิเจนในฮีโมโกลบินซึ่งทำให้การขนถ่ายออกซิเจนมีอุปสรรค การใช้พลังงานก็จะถูกขัดขวางระบบประสาทส่วนกลางจะถูกทำลาย และท้ายสุดสัตว์จะตาย

มาลีนิ(๒๔๒๓) ได้อธิบายกลไกในการยับยั้งฤทธิ์ของไซยาไนด์ไว้อย่างละเอียดดังนี้คือ

ไซยาไนด์ไอออนจะไปรวมตัวกับธาตุเหล็กที่อยู่ในรูปของเฟอร์ริกหรือไตรวาเลนต์ในขบวนการไซโตโครมออกซิเดส ได้สารประกอบไซยาไนด์ไซโตโครมออกซิเดส (cyanide cytochrome oxidase complex) สารประกอบที่เกิดขึ้นนี้จะไปรบกวนขบวนการทำงานของดีเอ็นดีตรอนทรานสปอร์ตซึ่งมีผลทำให้การหายใจของเซลล์ถูกขัดขวาง หรืออาจกล่าวได้ว่าไซยาไนด์มีฤทธิ์ทำให้เกิด cellular hypoxia หรือ cytotoxic anoxia ดังแสดงไว้ดังนี้



อ็อกซีฮีโมโกลบิน ไม่สามารถส่งออกซิเจนให้กับขบวนการ electron transport ใน cytochrome system เนื่องจากการเกิดของ CN-cytochrome oxidase complex

การเกิดสารประกอบ ไฮยาไนต์-ไซโตโครมออกซิเดสทำให้ไฮโมโกลบินไม่สามารถส่งออกซิเจนให้กับขบวนการ electron transport เลือดจะกลายเป็นสีแดงสด (Oxygenated blood) ซึ่งเซลล์ต่าง ๆ เอาไปใช้ไม่ได้ เพราะฉะนั้นการทำงานของเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยเฉพาะเนื้อเยื่อที่มีขบวนการ oxidative metabolism สูง ๆ (เช่นระบบประสาทและกล้ามเนื้อหัวใจ) หรือเนื้อเยื่อที่มี cytochrome oxidase สูง ๆ จะผิดปกติไป

สำหรับความผิดปกติของสัตว์ที่ได้รับสารพิษนี้ มาลิณี (๒๕๒๓) รายงานว่า เนื่องจากไฮยาไนต์เป็นสารพิษที่อันตรายและทำให้เกิดอาการพิษอย่างรวดเร็ว จะพบว่าสัตว์มักตายใน ๒-๓ นาที หลังจากได้รับสารนี้โดยอาการพิษจะเกิดอย่างรวดเร็ว สัตว์จะแสดงอาการกระวนกระวายและกล้ามเนื้อทั่ว ๆ ไปสั่น คามค้ำยอาการหายใจเร็วและหายใจไม่ออก สัตว์บางตัวจะมีน้ำลายไหล น้ำตาไหล อุจจาระ ปัสสาวะ สัตว์จะล้มลงนอน อ้าปากหายใจอาจพบอาการชักแบบ clonic convulsion ค้ำยเนื่องจากขาดออกซิเจน (anoxia) ม่านตาจะขยาย เนื้อเยื่อต่าง ๆ มีสีแดงสด อาการที่เด่นเห็นได้ชัดคือ เลือดของสัตว์ป่วยจะมีสีแดงสด (bright red)

นอกจากนี้เขายังได้รายงานว่าการเค้นที่พบจากการผ่าซากสัตว์ป่วยที่ตายคือ อาการของเลือดที่เกิดออกซิเจนขึ้น (Oxygenation) กล่าวคือเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ จะมีสีชมพู เลือดจะมีสีแดงสด เลือดจะตกตะกอนช้าหรือไม่ตกตะกอนเลย อาจพบจุดเลือดออกบนเยื่อหุ้มหัวใจ กระเพาะอาหารและลำไส้ อาจมีอาการบวมและพบจุดเลือดออกทั่ว ๆ ไป ปอดและหลอดเลือดอาจมีอาการบวมค้ำย

ลาโรซ (๒๕๒๓) กล่าวว่าเมื่อสัตว์ได้รับ HCN จำนวนน้อยอาการเป็นพิษอยู่ในสภาพการเป็นพิษเรื้อรัง (chronic toxicity) กล่าวคือจะแสดงอาการเช่น ataxic neuropathy, ระบบประสาทกลางเสื่อม คอหอยพอง (goitre) เนื่องจาก thiocyanate ซึ่งเป็นผลพลอยได้จาก การทำลายพิษ HCN จะขัดขวางการใช้ประโยชน์ของไอโอดีนและสร้างไทรอ็อกซินและการเจริญเติบโต ชงก เป็นต้น

มาลิณี (๒๕๒๓) รายงานว่า ในรายเป็นพิษเรื้อรังเช่นในสุนัขและคนจะพบการที่ระบบประสาทส่วนกลางคือพบบริเวณของการเกิดการสลายตัวและเนื้อตาย และเขายังได้รายงานไว้อีกว่า



มีรายงานว่าม้าที่เลี้ยงบนทุ่งหญ้าที่มีพืชพวกข้าวฟ่าง และหญ้าพวก hybrid sudan จะมีอาการผิดปกติที่เรียกว่า "Equine Sorghum Cystitis Ataxia Syndrome" กล่าวคือสัตว์จะมีอาการถ่ายปัสสาวะผิดปกติ ขาหลังทำงานไม่ได้ส่วนสัมพันธ์กันและพบว่ากระเพาะปัสสาวะอักเสบ แล้วสัตว์จะตายในที่สุดผ่าซากตรวจจะพบมีการ myelomalacia ของสมองส่วนไขสันหลัง ม้าที่กำลังท้องจะแท้ง ม้าที่เลี้ยงบนทุ่งหญ้าชนิดเดียวกันจะพบอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกด้วยซึ่ง เชื่อกันว่าอาการที่เกิดขึ้นเนื่องจากได้รับโซยาไนต์ขนาดต่ำ ๆ จากพืชเป็นระยะเวลาานาน แล้วไปมีผลทำให้ระบบประสาทส่วนกลางถูกทำลาย

ในด้านที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยโรคนั้น มาลีณี(๒๕๒๓) กล่าวว่าวิธีการส่งเนื้อเยื่อต่าง ๆ ไปตรวจเพื่อหาสารโซยาไนต์นั้นลำบากมาก เนื้อเยื่อทุกชนิดควรแช่แข็งจนติดลบโดยที่ตัดออกจากตัวสัตว์ และต้องเก็บอยู่ในสภาพแช่แข็งจนถึงเวลาที่จะทำการตรวจวิเคราะห์ หรืออาจแช่เนื้อเยื่อด้วย ๑-๓ เปอร์เซ็นต์ เมอร์คิวเรียมคลอไรด์ (mercuric chloride) ก็ได้ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้โซยาไนต์เจนนีติก กลายโคไซท์ เปลี่ยนไปเป็นกรดเสียก่อนซึ่งกรดที่เกิดขึ้นจะสลายตัวไปได้เร็วมากทำให้ไม่สามารถที่จะตรวจพบได้ นอกจากนี้เขายังกล่าวเพิ่มเติมว่า ปริมาณของโซยาไนต์ในพืชหากสูงเกิน ๒๐๐ ppm. จะทำให้สัตว์เกิดอาการป่วยได้ หากตรวจพบโซยาไนต์ในเนื้อเยื่อแม้แต่เพียงเล็กน้อยก็แสดงว่าสัตว์เกิดการเป็นพิษเนื่องจากสารนี้ และกล่าวไว้อีกด้วยว่า minimal lethal dose ของกรดไฮโครโซยานิค หรือโปแตสเซียมโซยาไนต์ ในสัตว์ทุกชนิดเท่ากับ ๒.๐-๒.๓ มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก ๑ กิโลกรัม

#### งานทดลองใช้กากเมล็ดค่างพาราเลี้ยงสัตว์

##### การทดลองเลี้ยงไก่

Buvanendran และ Siriwardena (๑๙๗๐) รายงานว่าจากการทดลองของเขาซึ่งกระทำใน Ceylon นั้นเขาสามารถใช้กากเมล็ดค่างพาราแทนกากมะพร้าวในสูตรอาหารไก่กระตังและไก่ไข่ได้อย่างเป็นที่น่าพอใจเมื่อใช้ในระดับสูง ๒๐-๒๕ เปอร์เซ็นต์โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อน้ำหนักเพิ่มของไก่กระตังและผลผลิตไข่ เมื่อเปรียบเทียบกับพวกที่เลี้ยงด้วยอาหาร control ที่ไม่มีกากเมล็ดค่างพาราผสมอยู่เลย

และวิชา(๒๕๒๐) ก็ได้อ้างถึงงานทดลองลักษณะนี้ไว้เช่นกันซึ่งน่าจะเป็นงานทดลอง  
 อันเดียวกับข้างต้น แต่มีรายละเอียดเพิ่มเติมขึ้นอีกบ้างโดยเขารายงานไว้ว่า Buvanendran และ  
 Siriwardena(๑๙๗๑) ได้รายงานถึงผลการใช้กากเมล็ดยางพาราเลี้ยงลูกไก่อายุ ๒ อาทิตย์ และ  
 ไก่สาวโดยใช้กากเมล็ดยางแทนที่กากมะพร้าว เมื่อทดลองเลี้ยงไป ๗ สัปดาห์พบว่าในลูกไก่ที่กิน  
 อาหารกากเมล็ดยางพาราเจริญเติบโตเพิ่มน้ำหนักได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับพวกเปรียบเทียบ ส่วนใน  
 ไก่สาวสามารถใช้กากเมล็ดยางพาราแทนที่กากมะพร้าวได้ถึง ๒๕ เปอร์เซ็นต์โดยไม่มีผลต่อการผลิตไข่  
 โดยส่วนประกอบของเมล็ดยางพาราที่ใช้ทดลองมี moisture ๑๐.๔ เปอร์เซ็นต์ crude protein  
 ๒๓.๖ เปอร์เซ็นต์ ether extract ๑๐.๔ เปอร์เซ็นต์ fiber ๔.๔ เปอร์เซ็นต์ ash ๔.๔  
 เปอร์เซ็นต์ Nitrogen free extract ๓๔.๓ เปอร์เซ็นต์

ต่อมา Buvanendran(๑๙๗๑) ก็ได้ศึกษาถึงผลของกากเมล็ดยางพาราที่จะมีผลต่อการ  
 ฟักออกโดยเขาได้แบ่งการทดลองออกเป็น ๒ การทดลอง คือ การทดลองที่ ๑ ใช้สูตรอาหาร ๓ สูตร  
 ซึ่งมีกากเมล็ดยางพาราสมอยู่ในสูตรอาหารในระดับประมาณ ๐,๑๐ และ ๒๐ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ  
 ทดลองกับแม่ไก่เล็กฮอร์นกลุ่มละ ๓๐ ตัว โดยหลังจากเลี้ยงไก่ด้วยอาหารทดลองไปแล้ว ๑๐ สัปดาห์  
 จะทำการผสมเทียมแบบวันเว้นวันไข่ที่เก็บมาฟักจะเป็นไข่ในวันที่ ๒ หลังจากการผสมเทียมและนำไข่  
 เข้าฟักสัปดาห์ละครั้ง ปรากฏผลว่า การใช้กากเมล็ดยางพาราในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์  
 การฟักออกลดลงตามระดับของกากเมล็ดยางพาราที่เพิ่มขึ้นคือในไข่ที่ได้จากไก่พวกที่เลี้ยงด้วยอาหาร  
 มีกากเมล็ดยางพาราสมอยู่ในระดับ ๐,๑๐ และ ๒๐ เปอร์เซ็นต์ในอาหาร จะมีเปอร์เซ็นต์ฟักออก  
 เป็น ๗๕.๕๒,๖๔.๐๓ และ ๓๗.๗๑ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ส่วนการทดลองที่ ๒ ใช้ไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์น ๒ กลุ่ม ๆ ละ ๒๖ ตัว กลุ่มหนึ่งใช้เป็น  
 กลุ่มเปรียบเทียบและอีกกลุ่มหนึ่งให้อาหารที่มีกากเมล็ดยางพาราสมอยู่ ๒๕ เปอร์เซ็นต์ทำการทดลอง  
 เป็นระยะเวลา ๑๔๐ วัน โดยทำการผสมเทียมและเก็บไข่ฟักแบบเดียวกับการทดลองที่ ๑ นำไข่เข้า  
 ฟักสัปดาห์ละครั้ง ศึกษาการฟักออกสำหรับไข่ที่ได้ใน ๔ สัปดาห์แรก และต่อมาทำการทดลองฟักศึกษา  
 เช่นเดียวกันอีกจากไข่ที่ได้ระหว่างสัปดาห์ที่ ๑๐ ถึงสัปดาห์ที่ ๑๕ ผลการทดลองปรากฏว่าเปอร์เซ็นต์

การฟักออกในระหว่างไข่ที่ได้จาก ๔ สัปดาห์แรกไม่มีความแตกต่างกัน แต่จากไข่ที่ไ้ระหว่างสัปดาห์ที่ ๑๐ ถึงสัปดาห์ที่ ๑๕ ของการทดลอง จะมีเปอร์เซ็นต์การฟักออกลดลง และจะลดลงมากขึ้นตามที่ยังทดลองนานขึ้น

ถ้าพิจารณาจากผลการทดลองแรกก็อาจกล่าวได้ว่า การที่เปอร์เซ็นต์การฟักออกลดลง อาจเป็นผลเนื่องจากสารพิษกรดไฮโดรซัยยานิค ส่วนในการทดลองที่ ๒ นั้นการที่ไม่ปรากฏผลเสียเกี่ยวกับการฟักออกของไข่ในระหว่าง ๔ สัปดาห์แรก แต่เมื่อตรวจสอบในไข่ที่ได้หลังจากทดลองไป แล้ว ๑๐ สัปดาห์ จึงค่อยปรากฏพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การฟักออกลดลงนั้น อาจเป็นเพราะแม่ไก่เกิดมีการสะสมสารพิษนี้ค่อย ๆ มากขึ้นจนถึงจุด ๆ หนึ่งซึ่งปริมาณกรดไฮโดรซัยยานิคในกระแสเลือดสูงมากพอที่จะไปมีผลต่อไข่เพราะปกติร่างกายสัตว์เมื่อได้รับกรดไฮโดรซัยยานิคเข้าไปในร่างกาย หากไม่มากเกินไป มันจะ detoxicate ไปเป็น thiocyanate และขับออกมากับยูรีน และอีกประการหนึ่งจากเมล็ดค่างพาราามี Free fatty acid อยู่ในระดับสูงอาจมีผลในการช่วยยิเคราะห์ผลการผดบคค เนื่องจากกรดไฮโดรซัยยานิค

#### การทดลองเลี้ยงสุกร

เสาวคนธ์และคณะ (๒๕๑๕) ได้รายงานไว้สำหรับทางภาคใต้ของบ้านเรานั้น มีผู้นำ เมล็ดค่างพาราใช้เลี้ยงสุกรบ้างเหมือนกัน แต่ยังไม่เคยพบรายงานเกี่ยวกับการใช้กากเมล็ดค่างพาราเป็นอาหารสุกร และเขาได้ทดลองใช้กากเมล็ดค่างพาราเป็นอาหารสุกรในระยะขุนโดยใช้สุกรลูกผสม ๒๐ ตัว น้ำหนักตัวประมาณ ๕๖ กิโลกรัม ลุ่มเลือดออกเป็น ๒ พวก ๆ ละ ๑๐ ตัว พวกที่ ๑ ใช้เป็นพวกเปรียบเทียบ โดยให้อาหารที่ไม่มีกากเมล็ดค่างพาราเป็นส่วนผสม พวกที่ ๒ ให้ได้รับอาหารที่มีกากเมล็ดค่างพาราผสมอยู่ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ สุกรทั้งหมดได้รับการเลี้ยงดูในคอกซึ่งเขียวให้อาหารและน้ำกินอย่างเต็มที่จนน้ำหนักตัวประมาณ ๑๐๐ กิโลกรัม ได้ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้คือ

๑. การใช้กากเมล็ดค่างพาราเป็นส่วนผสมของอาหารทำให้สุกรเจริญเติบโตช้ากว่า และใช้อาหารในการเติมน้ำหนักตัว ๑ กิโลกรัมมากกว่าสุกรที่ได้รับอาหารเปรียบเทียบ
๒. การใช้กากเมล็ดค่างพาราในระดับ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ในอาหารไม่ทำให้ palatabili ของอาหารเลวลง

๓. การใช้กากเมล็ดค่างพาราเป็นส่วนผสมของอาหารทำให้สิ้นเปลืองค่าอาหารมากกว่าและต้องใช้เวลาในการเลี้ยงดูนานกว่าจึงจะส่งตลาดได้เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อาหารเปรียบเทียบซึ่งไม่มีกากเมล็ดค่างพาราเป็นส่วนผสม

๔. สุกรที่ได้รับอาหารที่มีกากเมล็ดค่างพาราเป็นส่วนผสมไม่มีการตายในระหว่างการทดลอง ๓๔ วัน

นอกจากนี้ เทอคซัยและคณะ (๒๕๑๑) ได้ศึกษาผลของการใช้กากเมล็ดค่างพาราเลี้ยงสุกร โดยแบ่งการทดลองออกเป็น ๒ ชุด ชุดแรกทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้กากเมล็ดค่างพารามีเปลือกเลี้ยงสุกร ชุดที่สองเกี่ยวกับการใช้กากเมล็ดค่างพาราชนิดไม่มีเปลือกเลี้ยงสุกร

การทดลองชุดที่ ๑ ใช้สุกรพันธุ์ผสม (ดูรอคคแลนค์เรซลาร์จไวท์) จำนวน ๓๒ ตัว จัดเข้าทดลองในอาหาร ๔ สูตร ๆ ละ ๒ ตัว การทดลองมี ๔ ซ้ำ สูตรที่ ๑ เป็นอาหารเปรียบเทียบ สูตรที่ ๒ มีกากเมล็ดค่างพารามีเปลือก ๑๐ เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ ๓ มีกากเมล็ดค่างพารามีเปลือก ๒๐ เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ ๔ มีกากเมล็ดค่างพารามีเปลือก ๒๕ เปอร์เซ็นต์ โดยอาหารทุกสูตรมีโปรตีนประมาณ ๑๖ เปอร์เซ็นต์

การทดลองชุดที่ ๒ ใช้สุกรพันธุ์ผสม (ดูรอคคแลนค์เรซลาร์จไวท์) จำนวน ๔๐ ตัว จัดเข้าทดลองในอาหาร ๔ สูตร ๆ ละ ๒ ตัว การทดลองมี ๔ ซ้ำ สูตรที่ ๑ เป็นอาหารเปรียบเทียบ สูตรที่ ๒, ๓, ๔ และ ๕ เป็นอาหารทดลองที่มีกากเมล็ดค่างพาราชนิดไม่มีเปลือก ๑๐, ๒๐, ๒๕ และ ๒๕ เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อาหารทุกสูตรมีโปรตีน ๑๖ เปอร์เซ็นต์เท่ากัน

ผลของการทดลองเลี้ยงสุกรจากขนาดน้ำหนัก ๓๕ กิโลกรัม ถึงขนาดน้ำหนัก ๕๐ กิโลกรัม ปรากฏว่ากากเมล็ดค่างพาราชนิดมีเปลือกสามารถใช้ได้สูงสุด ๒๐ เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด (๕๕๑.๓๒ กรัม/วัน) และแตกต่างกับสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < ๐.๐๑$ ) ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกัน ปริมาณอาหารที่กินต่อวันต่อตัวไม่แตกต่างกับอาหารที่กากเมล็ดค่างพารามีเปลือกผสมอยู่ ๒๕ เปอร์เซ็นต์ (๒๒๕๖.๔๕ และ ๒๑๕๑ กรัม/วัน ตามลำดับ) แต่แตกต่างกันทางสถิติ

อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) กับอาหารเปรียบเทียบและอาหารที่มีกากเมล็ดค่างพารา ๑๐ เปอร์เซ็นต์ (๑๗๘๓.๔๓ และ ๑๔๕๐ กรัม/วัน ตามลำดับ)

กากเมล็ดค่างพาราชนิดไม่มีเปลือกสามารถนำไปใช้เลี้ยงสุกรได้ผลสูงสุดในระดับ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ๖๓๔.๕๖ กรัม ซึ่งแตกต่างกับอาหารเปรียบเทียบ อาหารที่มีกากเมล็ดค่างพาราชนิดไม่มีเปลือกผสมอยู่ ๒๕ และ ๒๘ เปอร์เซ็นต์ (๕๑๑.๔, ๕๕๕.๓๗ และ ๕๗๘.๒๖ กรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่แตกต่างกับสูตรที่มีอยู่ ๒๐ เปอร์เซ็นต์ (๖๐๑.๖๕ กรัม/วัน) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารมีค่า ๓.๕๔ ซึ่งไม่แตกต่างกับอาหารเปรียบเทียบ ๓.๗๕ และอาหารที่มีกากเมล็ดค่างพาราชนิดมีเปลือก ๒๐ เปอร์เซ็นต์ (๓.๗๕) แต่ดีกว่าชนิดที่ผสมในระดับ ๒๕ และ ๒๘ เปอร์เซ็นต์ (๔.๐๒ และ ๔.๓๓ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ปริมาณอาหารที่กินต่อวันต่อไก่ก็เพียงกับสูตรที่ผสมในระดับ ๒๐ และ ๒๘ เปอร์เซ็นต์

#### การทดลองเลี้ยงโค

Ellett (๑๙๓๐) ได้รายงานผลการทดลองใช้กากเมล็ดค่างพาราเลี้ยงโคเมโดยใช้เป็นอาหารบางส่วนเปรียบเทียบกับการใช้ linseed meal พบว่าโคเมกินกากเมล็ดค่างพาราได้ดี และสามารถทำให้การผลิตน้ำนมยังคงอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

และ Sen (๑๙๕๒) กล่าวว่าเนื่องจากเนื้อในเมล็ดค่างพารามีน้ำมันอยู่สูง น้ำมันเป็นส่วนหนึ่งที่จำกัดการกินเมล็ดค่างของสัตว์ เพราะหากสัตว์กินมากเกินไปก็เกิดภาวะผิดปกติทางระบบทางเดินอาหาร มีอาการท้องเดิน และสัตว์ไม่ยอมกินเฉพาะส่วนเนื้อในเมล็ดค่างอย่างเดียวใด ๆ ต้องมีการเติมน้ำตาลหรือเพิ่ม grain หรือนำไปผ่านความร้อนแล้วเติมเกลือ หรือ wheat bran เขาได้ทดลองพบว่าเมื่อนำส่วนเนื้อในเมล็ดค่างไปผ่านความร้อนแล้วเติม wheat bran ๔-๖ ออนซ์ จะทำให้โคกินเมล็ดค่างได้มากที่สุดคือ ๒ ปอนด์/ตัว/วัน เขาจึงได้ใช้อาหารดังกล่าวแล้วทดลองเลี้ยงโคเนื้อตัวผู้ ๔ ตัวซึ่งมีอายุระหว่าง ๑๓-๒๖ เดือน และมีน้ำหนัก ๓๖๖-๕๗๖ ปอนด์ โดยทดลองในช่วงระยะเวลาอันสั้นเพียง ๑๐ วัน เขาได้รายงานไว้ว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองนั้นปรากฏว่าโคจะมีอัตราการเจริญเติบโตตามปกติและไม่พบว่าโคมีอาการเจ็บป่วยเนื่องจากการใช้อาหารชนิดนี้แต่อย่างใด

### วัตถุประสงค์ของการทดลอง

จากที่ได้ทราบเรื่องราวเกี่ยวกับเมลิคayangพารามาแล้วในข้างต้นจะเห็นได้ว่ากากเมลิคayangพาราอาจสามารถนำมาใช้ในการเลี้ยงไก่กระตังได้แต่การศึกษาทดลองเลี้ยงไก่กระตังด้วยอาหารผสมกากเมลิคayangพาราเท่าที่พบยังมีรายงานไว้น้อย และเป็นการใช้เลี้ยงไก่กระตังที่มีอายุ ๒ อาทิตย์แล้ว (Buvanendran และ Siriwardena, ๑๙๗๑) มิได้เป็นการทดลองเลี้ยงที่เริ่มต้นจากลูกไก่เล็กอายุ ๑ วันเลย ทั้งไม่ได้เป็นการทดลองที่กระทำในประเทศไทย และไม่ได้ใช้วัตถุดิบกากเมลิคayangพาราตามสภาพที่ประเทศเรามีอยู่ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาดังนี้ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์คือ

๑. เพื่อเป็นการหาค่าทางโภชนาการพื้นฐานและปริมาณของสารไซยาไนด์ (HCN) ที่มีอยู่ในกากเมลิคayangพาราชนิดมีเปลือกปนซึ่งเป็นชนิดที่มีอยู่ในประเทศและเราสามารถซื้อหามาใช้เป็นวัตถุดิบผสมอาหารสัตว์ได้ง่ายกว่า
๒. เพื่อเป็นการศึกษาเบื้องต้นถึงระดับที่เหมาะสมที่จะสามารถใช้กากเมลิคayangพาราชนิดมีเปลือกปนผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงไก่กระตังตั้งแต่อายุ ๑ วันเป็นต้นไปได้ โดยมุ่งเน้นการประกอบสูตรอาหารอย่างง่าย ๆ ตามลักษณะที่กสิกรน่าจะสามารถจัดหาวัตถุดิบต่าง ๆ ได้ และสามารถผสมอาหารเองได้ง่าย
๓. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความผิดปกติต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นแก่ไก่กระตังที่ถูกทดลองเลี้ยงด้วยอาหารที่มีกากเมลิคayangพาราชนิดมีเปลือกปนผสมอยู่ในระดับต่าง ๆ กัน
๔. เพื่อศึกษาการสะสมหรือตกค้างของสารไซยาไนด์ (HCN) ในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (muscle tissue) เนื้อเยื่อสะสมไขมัน (adipose tissue) และเนื้อเยื่อตับ (liver tissue) จากซากไก่กระตังที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองผสมกากเมลิคayangพาราชนิดมีเปลือกปนในระดับต่าง ๆ กัน

กากเมล็ดยางพาราที่ใช้ในการทดลอง

เป็นกากเมล็ดยางพาราชนิดที่มีเปลือกบน ซึ่มาจากโรงงานอัดน้ำมันเมล็ดยางพารา ซึ่งตั้งอยู่บริเวณใกล้วัดเกาะเสือ อำเภอกาบังใหญ่ จังหวัดสงขลา โรงงานนี้อัดน้ำมันเมล็ดยางพาราแบบใช้เครื่องตีชนิดเกลียวอัด (Screw press) โดยทางโรงงานจะรับซื้อเมล็ดยางพารามาเก็บตุนไว้ในโกดังเป็นจำนวนมาก ๆ แล้วทยอยส่งเข้าเครื่องอัดน้ำมัน ก่อนอัดน้ำมันจะมีการใช้ความร้อนอบเมล็ดยางพาราให้เหลือความชื้นในเมล็ดพอเหมาะแก่การส่งเข้าเครื่องอัดน้ำมัน (โดยเขาจะใส่เมล็ดยางพาราในบ่อซีเมนต์ที่ไม่มีฝาปิดและหีบก่อสร้างไว้บนพื้น พื้นบ่อทำเป็นตะแกรงใต้พื้นตะแกรงเป็นส่วนหนึ่งของบ่อที่มีช่องทางต่อกับเตาไฟซึ่งอยู่แยกออกมาทางด้านข้างของบ่อ ให้ความร้อนจากหินที่ติดไฟอยู่ในเตาจะผ่านเข้ามาทางช่องใต้พื้นตะแกรงและอบให้ความชื้นของเมล็ดยางพาราลดลงจนพอเหมาะแก่การส่งเข้าเครื่องอัดน้ำมัน) ดังนั้นกากเมล็ดยางพาราที่ได้จึงเป็นกากเมล็ดยางพาราที่มาจากเมล็ดที่มีอายุครบเก็บรักษาไว้แล้วชั่วคราวระยะเวลาหนึ่ง และผ่านการอบด้วยความร้อนแล้วก่อนอัดน้ำมัน กากเมล็ดยางพาราที่ผ่านเครื่องอัดน้ำมันออกมาจะมีลักษณะเป็นแผ่นเกล็ดเล็ก ๆ ประมาณ ๒-๑๐ ตารางเซนติเมตร มีกลิ่นหอมนำกินมากคล้ายกลิ่นถั่วลิสงคั่ว ซึ่งแผ่นกากเมล็ดยางพารานี้จะต้องนำมาบดให้บดเล็กลงเพื่อใช้ผสมอาหารไก่ต่อไป ในการทดลองครั้งนี้ทำการบดย่อยแผ่นเกล็ดกากเมล็ดยางพาราให้เล็กลงโดยใช้เครื่องบดเนื้อขนาดเล็กแบบใช้มือหมุนซึ่งรูแผ่นตะแกรงเหล็กของเครื่องบดเนื้อที่ใช้เป็นรูชนิดกลมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูละประมาณ ๐.๖ เซนติเมตร ซึ่งเมื่อผ่านการบดแล้วกากเมล็ดยางพาราจะมีลักษณะเป็นละเอียดพอสมควร สามารถใช้ในการผสมอาหารไก่กระทงได้ต่อไป

สถานที่ทำการทดลอง

การทดลองเลี้ยงไก่กระทง กระทำ ณ โรงเรือนหมวดสัตว์ปีกในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทดลองของภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การวิเคราะห์ผลต่าง ๆ ทางเคมี กระทำ ณ ห้องปฏิบัติการชีวเคมีของภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

### ช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ระยะเวลาเฉพาะที่เลี้ยงไก่ทดลองคือ ระหว่างวันที่ ๑๔ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๒๔ ถึง วันที่ ๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๒๔

### วิธีการทดลอง

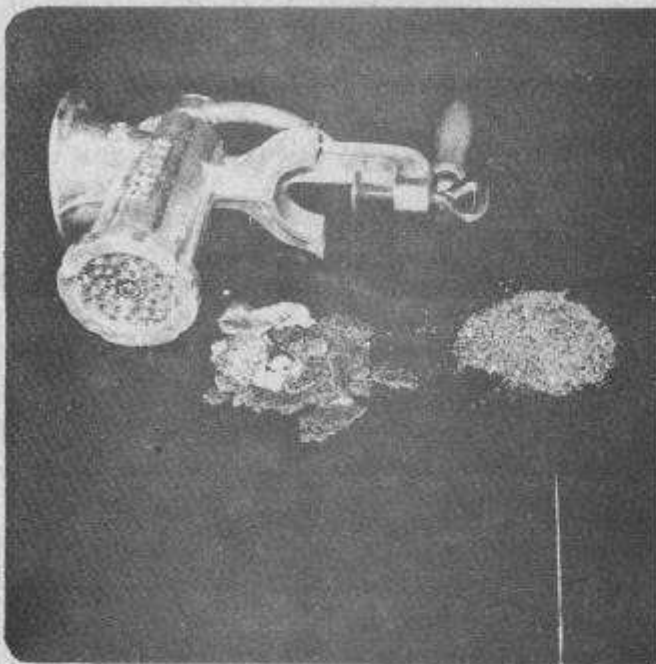
๑. วิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาหารพื้นฐานของกากเมล็ดขางพาราที่ใช้ในการทดลอง โดยวิธี proximate analysis

๒. วิเคราะห์หาปริมาณของสารพิษไซยาไนด์ (HCN) ที่มีอยู่ในกากเมล็ดขางพาราที่ใช้ในการทดลองโดยวิธีเทียบสี (colorimetric method)

๓. เลี้ยงลูกไก่กระทง C.P. ๗๐๗ ตั้งแต่อายุ ๑ วัน จำนวน ๒๐๐ ตัวไปจนกระทั่งลูกไก่มีอายุครบ ๗ สัปดาห์ โดยเลี้ยงอยู่ในกรงหึ่งล้นจำนวน ๒๐ กรง แต่ละกรงล้นลูกไก่เข้าเลี้ยงคละเพศกันกรงละ ๑๐ ตัว วางกรงในลักษณะเรียงติด ๆ กันไปตามด้านล้นเป็น ๕ กรงในแนวนอน และทางด้านตั้งกรงจะซ้อนกันอยู่เป็น ๔ ชั้น แต่ละกรงจะมีขนาดกว้าง ๔๐ เซนติเมตร ยาว ๑๒๐ เซนติเมตร สูง ๓๔ เซนติเมตร ทุกด้านข้างกรงเป็นซี่ลวด พื้นกรงเป็นพื้นตาข่ายลวดใต้พื้นตาข่ายลวดมีแผงไม้กระดานรองรับมูลไก่ พื้นตาข่ายลวดของกรงในชั้นต่าง ๆ จะอยู่สูงจากพื้นโรงเรือนในระดับดังนี้คือ ชั้นที่ ๑ (ชั้นล่างสุด) ๓๐ เซนติเมตร ชั้นที่ ๒ สูง ๗๔ เซนติเมตร ชั้นที่ ๓ สูง ๑๑๘ เซนติเมตร เมื่อลูกไก่ยังเล็กอยู่ใช้กระดาษปูรองพื้นกรง วางรางอาหารและที่ให้น้ำภายในกรง โดยรอบข้างทั้ง ๔ ด้านของกรงมีกระดาษปิดบังกันลมโกรกทุกกรงจะมีดวงไฟขนาด ๖๐ แรงเทียนแขวนไว้กลางกรง กรงละ ๑ ดวงแขวนไว้เหนือพื้นกรงราว ๑๔ เซนติเมตร เพื่อให้ความอบอุ่น เปิดไฟกึ่งตลอดวันตลอดคืนเป็นเวลา ๒๔ วัน แล้วจึงหยุดกก และเอากระดาษกันลมโกรกข้างหน้าและข้างหลังกรงออก เพื่อเปลี่ยนมาให้อาหารและน้ำด้วยรางอาหารที่อยู่นอกกรงทางด้านหน้าและด้านหลัง ส่วนกระดาษกันลมด้านข้างอีก ๒ ด้านที่เหลือยังคงปิดไว้เช่นเดิมจนกระทั่งครบ ๕ สัปดาห์จึงเอาออกหมด

ลูกไก่ได้รับการทำวัคซีนนิวคาสเซิล และหลอดลมอักเสบติดต่อเมื่ออายุได้ ๓ วัน และทำวัคซีนฝีดาษเมื่ออายุ ๗ วัน ลูกไก่ในวันแรกที่วัดเข้าทดลองได้ให้น้ำที่ผสมยาปฏิชีวนะแกมมาลิบซินเพื่อป้องกันผลเสียที่อาจจะเกิดเนื่องจากลูกไก่ได้รับความเครียด จนตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง ไก่ได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ตลอดเวลา





- ก. คือ เครื่องบดเนื้อขนาดเล็กแบบใช้มือหมุน ซึ่งใช้ในการบดย่อยแผ่นเกล็ดกากเมล็ดค่างพารา
- ข. คือ ลักษณะของแผ่นเกล็ดกากเมล็ดค่างพาราที่ได้มาจากโรงงาน
- ค. คือ สภาพของกากเมล็ดค่างพาราเมื่อผ่านการบดแล้ว และใช้ผสมในอาหารไก่ทดลองครั้งนี้

ภาพที่ ๑ แสดงเครื่องมือและลักษณะสภาพกากเมล็ดค่างพารา



ภาพที่ ๒ แสดงลักษณะสภาพทรงไก่ทดลอง ลักษณะการวางกรง การใช้กระดาษปิดบังกั้นลมโกรกและการแขวนไฟกกในกรง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design โดยให้มี ๔ treatments ซึ่งหมายถึงสูตรอาหาร ๔ สูตร ซึ่งมีกากเมล็ดค่างพารามสมอยู่ในสูตรอาหารในระดับ ๐,๔,๑๐,๒๐ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ (ดังแสดงในตารางที่ ๖) แต่ละ treatment จะมี ๔ ซ้ำ (replications, block) และแต่ละซ้ำจะใช้ไก่ ๑๐ ตัว ตลอดการทดลองเลี้ยงไก่ด้วยสูตรอาหารเดิมทั้งที่ตลอดทุกระยะเวลาการเติบโต ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสูตรอาหารตามระยะเวลาเจริญเติบโตของไก่แต่อย่างใด

ตารางที่ ๖ ส่วนประกอบของอาหารทดลอง

ส่วนประกอบ	สูตรที่ ๑ (T <sub>1</sub> )	สูตรที่ ๒ (T <sub>2</sub> )	สูตรที่ ๓ (T <sub>3</sub> )	สูตรที่ ๔ (T <sub>4</sub> )	สูตรที่ ๕ (T <sub>5</sub> )
กากเมล็ดค่างพารา (%)	๐.๐๐	๔.๐๐	๑๐.๐๐	๒๐.๐๐	๔๐.๐๐
ข้าวโพด (%)	๖๑.๐๐	๕๗.๐๐	๕๒.๐๐	๔๓.๐๐	๒๕.๐๐
ปลาไหม (%)	๑๑.๐๐	๑๐.๐๐	๑๐.๐๐	๔.๐๐	๗.๐๐
กากถั่วเหลือง (%)	๒๗.๐๐	๒๗.๐๐	๒๗.๐๐	๒๗.๐๐	๒๗.๐๐
กระดุกป่น (%)	๐.๗๕	๐.๗๕	๐.๗๕	๐.๗๕	๐.๗๕
เกลือ (%)	๐.๒๕	๐.๒๕	๐.๒๕	๐.๒๕	๐.๒๕

หมายเหตุ - สูตรอาหารไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลอง

- อาหารทุกสูตรผสม premix ยี่ห้อ colivit ในอัตรา ๒๐ กรัมต่ออาหาร ๑๐๐ กิโลกรัม ซึ่งส่วนประกอบของ premix ที่ใช้เป็นดังนี้

premix ๑ กิโลกรัมจะประกอบด้วย

Vitamin A	50,000,000 IU	Vitamin D <sub>3</sub>	10,000,000 IU
Vitamin E	12,500 mg.	Vitamin K	10,000 mg.
Vitamin B <sub>1</sub>	5,000 mg.	Vitamin B <sub>2</sub>	15,000 mg.
Vitamin B <sub>6</sub>	2,500 mg.	Vitamin B <sub>12</sub>	20,000 mc g.
Pantothenic Acid	25,000 mg.	Nicotinic Acid	40,000 mg.
Choline Chloride	125,000 mg.	Colimycin	30,000,000 Units.

ตารางที่ ๗ โภชนะต่างๆในสูตรอาหาร(จากการวิเคราะห์)

โภชนะ		สูตรที่ ๑ (T <sub>1</sub> )	สูตรที่ ๒ (T <sub>2</sub> )	สูตรที่ ๓ (T <sub>3</sub> )	สูตรที่ ๔ (T <sub>4</sub> )	สูตรที่ ๕ (T <sub>5</sub> )
Moisture	(%)	10.80	10.01	9.72	9.27	8.41
Crude protein	(%)	23.11	23.07	23.73	23.56	23.36
Lipids	(%)	4.34	4.54	4.65	4.87	5.39
Crude fiber	(%)	3.30	5.50	6.80	11.80	19.60
Ash	(%)	6.56	6.51	6.37	6.13	5.77
Nitrogen free extract	(%)	51.89	50.37	48.73	44.37	37.47
Ca	(%)	1.08	1.02	1.00	0.95	0.84
P	(%)	0.71	0.70	0.69	0.65	0.59
สารพิษ HCN (ppm.) (จากการคำนวณ)		0.00	1.25	2.50	5.00	10.00

เก็บข้อมูลน้ำหนักเริ่มต้นของไก่ทุกกรง ข้อมูลการเจริญเติบโตของไก่กระถาง และประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยชั่งน้ำหนักไก่ทุกกรงอาทิตย์ละครั้งจนตลอดการทดลอง การชั่งทุกครั้งกระทำในตอนเช้า ช่วงเวลาประมาณ ๘.๓๐-๘.๓๐ น. และบันทึกปริมาณอาหารที่ไก่กินในแต่ละสัปดาห์ นอกจากนี้ทำการเก็บบันทึกข้อมูลรายละเอียดอื่น ๆ ที่อาจพบตลอดการทดลอง

๔. เมื่อเลี้ยงไก่ทดลองไปจนครบ ๗ สัปดาห์แล้วไม่สามารถฆ่าไก่เพื่อศึกษาซากได้โดยทันที จึงต้องเลี้ยงไก่ต่อไปอีกระยะหนึ่งด้วยวิธีการและอาหารเหมือนเดิมทุกประการจนไก่มีอายุเกือบครบ ๘ สัปดาห์จึงได้ทำการผ่าซากตรวจสอบศึกษาดูวิธีการและลักษณะผิดปกติที่อาจพบเกิดขึ้น

๔. นอกจากนี้ยังเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อต่าง ๆ คือ เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Muscle tissue) เนื้อเยื่อสะสมไขมัน (Adipose tissue) เนื้อเยื่อตับ (Liver tissue) จากซากไก่ที่ทดลองไปวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณของสารพิษไซยาไนด์ (HCN) ที่อาจพบสะสมหรือตกค้างอยู่ได้ อันอาจก่อให้เกิดเป็นพิษต่อผู้บริโภคไก่ชำแหละเหล่านี้ได้ โดยไก่ทุกตัวที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรเดียวกันจะถูกเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อแต่ละชนิดมาตัวอย่างละเท่า ๆ กันโดยประมาณ แล้วจึงเอาตัวอย่างเนื้อเยื่อที่ได้มารวมกันตามชนิดของเนื้อเยื่อนั้น ๆ เพื่อมิให้มีตัวอย่างที่จะนำไปวิเคราะห์มากเกินไป ซึ่งตามที่อธิบายนั้นถ้าจากที่ได้ทำการทดลองด้วยสูตรอาหาร ๔ สูตร กับไก่ทั้งสิ้น ๒๐๐ ตัว ก็จะได้ตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเนื้อของไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๑ เพียง ๑ ตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อรวม ๆ กันมาจากไก่ที่กินอาหารสูตรที่ ๑ จำนวน ๕๐ ตัว และในทำนองเดียวกันตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเนื้อของไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๒ ก็จะมีเพียง ๑ ตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อรวม ๆ กันมาจากไก่อีก ๕๐ ตัวที่กินอาหารสูตรที่ ๒ เป็นทำนองดังนี้ เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทดลองนี้จะมีตัวอย่างเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั้งหมดเพียง ๑๔ ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อสะสมไขมัน และเนื้อเยื่อตับอย่างละ ๔ ตัวอย่างเท่านั้น

การเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ จะเก็บจากส่วนกล้ามเนื้อหน้าอกของไก่กระทรง ตัวอย่างเนื้อเยื่อสะสมไขมันเก็บจากไขมันช่องท้องใต้ส่วนช่วงทวารหนักของไก่ซึ่งส่วนนี้จะมีไขมันอยู่มากเมื่อผ่าไก่ออกจะมองเห็นได้อย่างชัดเจน และตัวอย่างเนื้อเยื่อตับเก็บมาจากตับซีกซ้าย เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อต่าง ๆ เข้าแช่แข็งเพื่อรอวิเคราะห์ผลทางเคมีต่อไป

ผลการทดลองและวิจารณ์

โภชนาหารและปริมาณสารพิษ HCN ในกากเมล็ดยางพาราชนิดมีเปลือกปน

จากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเคมี โดยใช้ตัวอย่างกากเมล็ดยางพาราในสภาพที่มีความละเอียดขนาดเดียวกับที่ใช้ผสมในสูตรอาหารได้ผลดังนี้คือ กากเมล็ดยางพาราชนิดมีเปลือกปนมี

Moisture	6.11	เปอร์เซ็นต์
Crude Protein	11.80	เปอร์เซ็นต์
Lipids	6.90	เปอร์เซ็นต์
Crude Fiber	43.30	เปอร์เซ็นต์
Ash	2.91	เปอร์เซ็นต์
Nitrogen Free Extract	29.79	เปอร์เซ็นต์
Ca	0.29	เปอร์เซ็นต์
P	0.23	เปอร์เซ็นต์
และ HCN	25.00	ppm.

จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนของกากเมล็ดยางพาราที่ทำการศึกษาครั้งนี้ซึ่งเป็นชนิดมีเปลือกปนต่ำกว่าของที่ เทอดชัยและคณะ (๒๕๒๑) รายงานไว้เล็กน้อยส่วนโภชนะอื่น ๆ มีปริมาณใกล้เคียงกัน และโภชนาหารที่สัตว์จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ของกากเมล็ดยางพาราชนิดมีเปลือกปนครั้งนี้ต่ำกว่าของกากเมล็ดยางพาราชนิดไม่มีเปลือกปนที่ได้เคยมีรายงานกันไว้บ้างแล้ว เป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นเพราะว่ากากเมล็ดยางชนิดมีเปลือกปนนี้จะมีเปอร์เซ็นต์ของ Crude Fiber สูงมากนั่นเอง

สำหรับปริมาณสารพิษ HCN ในกากเมล็ดยางพาราชนิดมีเปลือกปนที่วิเคราะห์ได้ในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่ามีปริมาณต่ำกว่าที่มีรายงานไว้ในกากเมล็ดยางพาราของต่างประเทศทุก ๆ รายงานและยังต่ำกว่าที่มีอยู่ในเนื้อในเมล็ดยางพาราที่เก็บไว้นานถึง ๒๐ สัปดาห์แล้วดังที่ Georgi และคณะ (๑๙๓๒) ได้เคยรายงานไว้และต่ำกว่าเมล็ดและกากเมล็ดยางพาราที่ผ่านขบวนการต่าง ๆ แล้วตามที่ Giok (๑๙๖๗) รายงานไว้เช่นกัน แต่เมื่อเทียบกับที่ เทอดชัยและคณะ (๒๕๒๑) รายงานว่ากากเมล็ดยางพารา

ชนิดมีเปลือกจะมี cyanide อยู่ ๐.๐๐๒ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกากเมล็ดขางพาราของประเทศไทย เช่นกันนับว่ายังมีปริมาณใกล้เคียงกัน เหตุที่ปริมาณ HCN ในกากเมล็ดขางพาราชนิดมีเปลือกปนในงานทดลองครั้งนี้มีอยู่ในปริมาณที่นับว่าค่ามากอาจเป็นเพราะ เมล็ดขางพาราชนิดนี้ผ่านการเก็บรักษามาในโกดังแล้วชั่วระยะเวลาหนึ่งซึ่งอาจจะนานกว่า ๒๐ สัปดาห์ซ้ำยังผ่านการอบเพิ่มความร้อนก่อนเข้าชดน้ำมันอีกด้วย

#### การเจริญเติบโตของไก่กระทอง

ผลการเจริญเติบโตของไก่กระทองที่ทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ ๔

ตารางที่ ๔ แสดงค่าน้ำหนักเพิ่มของไก่ทดลองกลุ่มต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์ และตลอดการทดลอง เป็นกิโลกรัมต่อตัวไทยเฉลี่ย

ช่วงสัปดาห์ที่	กลุ่ม	กลุ่ม	กลุ่ม	กลุ่ม	กลุ่ม
	อาหาร สูตรที่ ๑ (ก.ก.)	อาหาร สูตรที่ ๒ (ก.ก.)	อาหาร สูตรที่ ๓ (ก.ก.)	อาหาร สูตรที่ ๔ (ก.ก.)	อาหาร สูตรที่ ๕ (ก.ก.)
๑ (จากเริ่มต้นทดลอง- ๑ สัปดาห์)	๐.๐๗๔	๐.๐๗๔	๐.๐๗๓	๐.๐๗๒	๐.๐๖๗
๒ (จากอายุ ๑ สัปดาห์- ๒ สัปดาห์)	๐.๑๓๓	๐.๑๓๑	๐.๑๓๓	๐.๑๓๔	๐.๑๒๔
๓ (จากอายุ ๒ สัปดาห์- ๓ สัปดาห์)	๐.๒๐๘	๐.๒๐๖	๐.๒๑๒	๐.๒๑๘	๐.๒๐๓
๔ (จากอายุ ๓ สัปดาห์- ๔ สัปดาห์)	๐.๒๐๘	๐.๒๒๔	๐.๒๒๑	๐.๒๑๘	๐.๒๐๘
๕ (จากอายุ ๔ สัปดาห์- ๕ สัปดาห์)	๐.๓๔๘	๐.๓๔๘	๐.๓๓๘	๐.๓๔๘	๐.๓๓๓
๖ (จากอายุ ๕ สัปดาห์- ๖ สัปดาห์)	๐.๓๒๔	๐.๓๑๘	๐.๓๑๘	๐.๓๒๖	๐.๒๙๑
๗ (จากอายุ ๖ สัปดาห์- ๗ สัปดาห์)	๐.๓๗๘	๐.๓๖๘	๐.๓๗๘	๐.๓๖๘	๐.๓๔๘
๑-๗ (จากเริ่มต้น-สิ้นสุดการทดลอง)	๑.๖๖๗	๑.๖๖๗	๑.๖๗๓	๑.๖๐๘	๑.๕๗๔

หมายเหตุ - จากการทดสอบทางสถิติปรากฏว่าไก่กระทองที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ นั้น มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยตลอดการทดลองไม่แตกต่างกัน และในช่วงสัปดาห์เดียวกันก็ไม่มี ความแตกต่างกัน

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าน้ำหนัก เพิ่มของไก่ทดลองกลุ่มต่าง ๆ ที่เพิ่มขึ้นเมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงอายุที่ชันเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันเลยทางสถิติและเมื่อพิจารณาน้ำหนัก เพิ่มจากเริ่มต้นการทดลองจนถึงสิ้นสุดการทดลองก็ไม่มี ความแตกต่างกันเลยในระหว่างกลุ่มไก่ที่ทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหาร ๔ ชนิดดังกล่าวแล้ว ซึ่งหมายถึงว่าอาหารทั้ง ๔ สูตรที่ทดลองนั้นสามารถใช้เลี้ยงไก่กระทอง ได้จากอายุ ๑ วันถึง ๗ สัปดาห์ตามระยะเวลาที่ได้ทำการทดลองมานั้นโดยไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างในเรื่องการเจริญเติบโตระหว่างไก่ทดลองกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงส่วนผสมของกากเมล็ดค่างพาราที่มีอยู่ในสูตรอาหารสำหรับไก่ทดลองแล้ว จะเห็นได้ว่าการใช้กากเมล็ดค่างพาราผสมในสูตรอาหารไก่กระทองในระดับ ๐, ๕, ๑๐, ๒๐ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์จะไม่ก่อให้เกิดผลแตกต่างทางสถิติในเรื่องการเจริญเติบโตของไก่แต่อย่างใด แม้ว่าในกลุ่มที่กินอาหารผสมกากเมล็ดค่างพารา ระดับ ๒๐ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ จะมีแนวโน้มว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเพิ่มค่อนข้างต่ำกว่ากลุ่มที่กินอาหารผสมกากเมล็ดค่างพาราในระดับที่ต่ำกว่าก็ตาม

การทดลองครั้งนี้สามารถใช้กากเมล็ดค่างพาราชนิดมีเปลือกปนผสมในสูตรอาหารไก่กระทอง ได้สูงถึง ๔๐ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับว่าสูงมากและสูงกว่าที่เคยมีผู้รายงานไว้ก่อนบ้างแล้วในการใช้ทดลองเลี้ยงกับไก่กระทองและสัตว์เศรษฐกิจอื่น ๆ เหตุที่เป็นดังนี้อาจเป็นเพราะกากเมล็ดค่างพาราชนิดมีเปลือกปนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ วิเคราะห์แล้วพบว่า มีจำนวนสารพิษ HCN อยู่ค่อนข้างต่ำมาก เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานต่าง ๆ ที่เคยมีผู้รายงานไว้ดังกล่าวแล้วข้างต้น และเป็นที่ยอมรับกันอยู่แล้วว่าปริมาณสารพิษเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะจำกัดการใช้ประโยชน์ของกากเมล็ดค่างพาราในอาหารสัตว์ ดังนั้นเมื่อปริมาณสารพิษในกากเมล็ดค่างพาราที่ใช้ทดลองครั้งนี้พบว่า มีอยู่ต่ำมากจึงอาจเป็นไปได้ที่จะทำให้สามารถใช้กากเมล็ดค่างพาราผสมในอาหารได้สูงขึ้น แม้กระทั่งสูงถึง ๔๐ เปอร์เซ็นต์ดังปรากฏตามผลการทดลอง

#### ประสิทธิภาพการใช้อาหาร

แม้ว่าการเจริญเติบโตของไก่ทดลองกลุ่มต่าง ๆ จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลยก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาจากประสิทธิภาพการใช้อาหารแล้วกลับปรากฏผลว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กลุ่มต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ดังแสดงไว้ในตารางที่ ๔

ตารางที่ ๔ แสดงค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ทดลองกลุ่มต่าง ๆ ในแต่ละสัปดาห์ และตลอดการทดลอง

ช่วงสัปดาห์ที่	กลุ่ม	กลุ่ม	กลุ่ม	กลุ่ม	กลุ่ม
	อาหาร สูตรที่ ๑	อาหาร สูตรที่ ๒	อาหาร สูตรที่ ๓	อาหาร สูตรที่ ๔	อาหาร สูตรที่ ๕
๑(จากเริ่มต้นทดลอง- ๑ สัปดาห์)	๑.๓๘ <sup>ก</sup>	๑.๕๐ <sup>ก</sup>	๑.๕๓ <sup>ก</sup>	๑.๓๘ <sup>ก</sup>	๑.๗๕ <sup>ข</sup>
๒(จากอายุ ๑ สัปดาห์- ๒ สัปดาห์)	๑.๗๓ <sup>ก</sup>	๑.๗๓ <sup>ก</sup>	๑.๗๗ <sup>ก</sup>	๑.๗๕ <sup>ก</sup>	๒.๒๕ <sup>ข</sup>
๓(จากอายุ ๒ สัปดาห์- ๓ สัปดาห์)	๑.๕๕ <sup>ก</sup>	๑.๕๐ <sup>ก</sup>	๑.๗๕ <sup>ก</sup>	๑.๕๕ <sup>ก</sup>	๒.๕๐ <sup>ข</sup>
๔(จากอายุ ๓ สัปดาห์- ๔ สัปดาห์)	๒.๒๗ <sup>ก</sup>	๒.๒๕ <sup>ก</sup>	๒.๔๑ <sup>ก</sup>	๒.๓๖ <sup>ก</sup>	๒.๕๐ <sup>ข</sup>
๕(จากอายุ ๔ สัปดาห์- ๕ สัปดาห์)	๑.๕๐ <sup>ก</sup>	๑.๕๕ <sup>ก</sup>	๑.๕๖ <sup>ก</sup>	๒.๑๑ <sup>ข</sup>	๒.๓๕ <sup>ก</sup>
๖(จากอายุ ๕ สัปดาห์- ๖ สัปดาห์)	๒.๒๕ <sup>ก</sup>	๒.๓๒ <sup>ก</sup>	๒.๓๓ <sup>ก</sup>	๒.๕๕ <sup>ก</sup>	๓.๒๕ <sup>ข</sup>
๗(จากอายุ ๖ สัปดาห์- ๗ สัปดาห์)	๒.๓๒ <sup>ก</sup>	๒.๕๕ <sup>ก</sup>	๒.๓๗ <sup>ก</sup>	๒.๕๑ <sup>ข</sup>	๓.๒๖ <sup>ข</sup>
๑-๗(จากเริ่มต้น-สิ้นสุดการทดลอง)	๒.๐๗ <sup>ก</sup>	๒.๑๒ <sup>ก</sup>	๒.๑๑ <sup>ก</sup>	๒.๓๑ <sup>ข</sup>	๒.๗๕ <sup>ก</sup>

หมายเหตุ - ประสิทธิภาพการใช้อาหาร หมายถึง จำนวนอาหารเป็นกิโลกรัมที่ไก่ทดลองใช้ไป ต่อการให้น้ำหนักตัวเพิ่ม ๑ กิโลกรัม

- ผลการทดสอบทางสถิติได้แสดงไว้ดังนี้คือ ค่าเฉลี่ยใดในบรรทัดเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับอยู่แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
- ทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan's new multiple-range test.

จากตารางที่ ๔ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำสุดในสูตรอาหารสูตรที่ ๑ ซึ่งเป็นสูตรอาหารที่ไม่มีกากเมล็ดขางพาราผสมอยู่และจะมีแนวโน้มยิ่งสูงขึ้นในสูตรอาหารที่ยังผสมกากเมล็ดขางพารามากขึ้นทั้งเมื่อทดสอบทางสถิติแล้วปรากฏว่า ประสิทธิภาพการใช้อาหารเมื่อคิดจากเริ่มต้นถึงสิ้นสุดการทดลอง ในสูตรอาหารที่ ๑ สูตรที่ ๒ และสูตรที่ ๓ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยกับของอาหารสูตรที่ ๔ และสูตรที่ ๕ ส่วนระหว่างสูตรที่ ๔ และ



สูตรที่ ๔ ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเช่นกัน ซึ่งผลการทดสอบทางสถิติเกี่ยวกับความแตกต่างของประสิทธิภาพการใช้อาหารระหว่างอาหารสูตรต่าง ๆ ในแต่ละช่วงสัปดาห์ก็ส่อแนวโน้มที่จะแสดงผลสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกันกับที่ทดสอบรวมจากเริ่มต้นถึงสิ้นสุดการทดลองดังกล่าวแล้วเช่นกัน แม้ว่าจะมีอยู่หลายช่วงสัปดาห์ที่ของอาหารสูตรที่ ๔ ทดสอบพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากของอาหารสูตรที่ ๑ สูตรที่ ๒ และสูตรที่ ๓ เลย แต่สำหรับของอาหารสูตรที่ ๔ นั้น แตกต่างกับของสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทุก ๆ ช่วงสัปดาห์โดยตลอดการทดลอง

เหตุที่ค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารยังมีค่าสูงขึ้นในสูตรอาหารที่ยังผสมกากเมล็ดค่างพารา มากขึ้นนั้น น่าจะเป็นเพราะว่ากากเมล็ดค่างพารามีเปอร์เซ็นต์ crude fiber อยู่สูง เมื่อยังใช้กากเมล็ดค่างพาราผสมมากขึ้นในสูตรอาหารก็ยิ่งทำให้อาหารที่ผสมนั้น มีเปอร์เซ็นต์ crude fiber สูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นที่ยืนยันตรงกันกับผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาของอาหารสูตรต่าง ๆ ที่ทดลองครั้งนี้ที่เคยแสดงไว้แล้วในตารางที่ ๗ และเพราะ crude fiber นี้ก็กระเทาะไม่สามารถใช้เป็นประโยชน์ในแง่โภชนาหารได้ จึงนับเป็นตัวการที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารยังมีค่าสูงขึ้นในสูตรอาหารที่ยังใช้กากเมล็ดค่างพาราผสมมากขึ้น

#### การตรวจซากไก่ทดลอง

จากผลของการตรวจซากพบการผิดปกติดังแสดงไว้ในตารางที่ ๑๐ คือ

ตารางที่ ๑๐ แสดงวิธีการผิดปกติที่ตรวจพบในซากไก่กระเทาะที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเมล็ดค่างพารา ๖ ระดับต่าง ๆ

	ซากไก่จากอาหาร				
	สูตรที่ ๑	สูตรที่ ๒	สูตรที่ ๓	สูตรที่ ๔	สูตรที่ ๕
กากเมล็ดค่างในสูตรอาหาร(%)	๐	๕	๑๐	๒๐	๔๐
จำนวนซากไก่ที่นำมาตรวจ(ตัว)	๔๐	๔๐	๓๕	๓๕	๓๕
ลักษณะการปอดค้ำ(ตัว)	๒	๐	๐	๐	๐
ลักษณะถุงน้ำดีโตกว่าปกติ(ตัว)	๒	๓	๑	๐	๕
ลักษณะลำไส้เล็กอักเสบ(ตัว)	๑	๐	๑	๕	๓
ลักษณะจุดเลือดออกตามผิวหนัง(ตัว)	๐	๐	๐	๐	๓
ลักษณะม้ามโตผิดปกติ(ตัว)	๕	๕	๗	๗	๑
ลักษณะมีวัณโรคเนื้อตายที่ตับ(ตัว)	๒	๑๑	๓	๑๖	๒๑

จากลักษณะวิธีการที่ตรวจพบดังแสดงในตารางที่ ๑๐ นั้น

ลักษณะวิธีการปอดคั่ว มีพบเฉพาะไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่ได้ผสมกากเมล็ดขางพารา จำนวน ๒ ตัว ส่วนในอาหารพวกที่ผสมกากเมล็ดขางพาราทุก ๆ ระดับไม่พบวิธีการนี้เลย ดังนั้น วิธีการปอดคั่วนี้จึงไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับพิษของกากเมล็ดขางพาราในอาหาร

ลักษณะของถุงน้ำดีโตกว่าปกติ ดังตารางที่ ๑๐ จะเห็นว่าพบกระจายอยู่ทั่วไปในไก่ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารต่าง ๆ แต่มีแนวโน้มว่าจะพบวิธีการนี้มากในไก่ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ผสมกากเมล็ดขางพาราในระดับสูง ๔๐ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงที่สุดในการทดลองครั้งนี้ เหตุที่ถุงน้ำดีโตนี้ไม่น่าจะเป็นสาเหตุจากสารพิษในกากเมล็ดขางพาราเป็นสาเหตุใหญ่ แต่น่าจะเนื่องมาจากระดับไขมันในสูตรอาหารเพราะจะสังเกตได้จากตารางที่ ๗ สูตรอาหารที่มีกากเมล็ดขางพาราสมอยู่ ๔๐ เปอร์เซ็นต์จะมี เปอร์เซ็นต์ไขมันสูงที่สุด

ลักษณะลำไส้ชักเสบ มีแนวโน้มให้เห็นว่าจะมีเพิ่มขึ้นในไก่กระทรงที่เลี้ยงด้วยอาหารมีกากเมล็ดขางพาราสมอยู่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในไก่ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ ๔ และที่ ๕ ซึ่งลักษณะลำไส้ชักเสบที่พบแสดงแนวโน้มดังนี้ อาจจะเป็นผลจากสารพิษของกากเมล็ดขางพาราในอาหารได้ เพราะ มาลินี (๒๕๒๓) และ Hatch (๑๙๗๔) ได้รายงานว่าสัตว์ที่ได้รับสารพิษพวกไซยาไนด์อาจพบลำไส้ชักเสบและมีอาการบวม และพบจุดเลือดออกทั่ว ๆ ไป

ลักษณะจุดเลือดออกตามผิวหนัง พบเฉพาะในไก่ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมกากเมล็ดขางพาราในระดับ ๔๐ เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งยังไม่เคยพบมีรายงานวิธีการเช่นนี้มาก่อนในสัตว์ที่ได้รับพิษไซยาไนด์จึงทำให้ไม่แน่ใจว่าจะเป็นผลจากสารพิษของกากเมล็ดขางพาราหรือไม่ แต่คิดว่าไม่น่าจะเป็นผลจากสารพิษดังกล่าว เพราะลักษณะมีจุดเลือดออกตามผิวหนังนี้อาจมีผลมาจากความบกพร่องในขั้นตอนการฆ่าและชำแหละหรืออื่น ๆ

ลักษณะม้ามโตผิดปกติ พบอยู่ในไก่ทุกกลุ่มและจากตารางที่ ๑๐ เมื่อพิจารณาแล้ววิธีการนี้ไม่น่าจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับระดับกากเมล็ดขางพาราที่เพิ่มขึ้นในอาหารอีกทั้งลักษณะม้ามโตนี้โดยทั่วไปอาจจะเป็นผลจากการติดเชื้อบางอย่างเข้ารูร่างกายก็ได้ ลักษณะม้ามที่โตผิดปกตินี้จะโต

ประมาณ ๒.๓๗ เท่าของน้ำหนักกล้ามเนื้อซึ่งน้ำหนักกล้ามเนื้อจะเฉลี่ยประมาณ ๐.๑๖ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แต่กล้ามเนื้อหัวใจจะมีน้ำหนักเฉลี่ยถึง ๐.๓๓๕ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ลักษณะวิการเนื้อตายที่สืบ วิการนี้ไม่พบมีรายงานไว้ก่อนแต่เมื่อพิจารณาจากตารางที่ ๑๐ จะเห็นได้ว่าวิการนี้มีแนวโน้มที่จะพบเพิ่มขึ้นในไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเมล็ดค่างพาราในระดับที่สูงขึ้นและเมื่อพิจารณาถึงพื้นที่ของจุดวิการเนื้อตายของตัวนี้แล้ว ขนาดของพื้นที่วิการเนื้อตายก็มีแนวโน้มจะมีพื้นที่มากขึ้นในตัวของไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ผสมกากเมล็ดค่างพาราในระดับที่สูงขึ้นดังตารางที่ ๑๑

จากลักษณะวิการเนื้อตายที่สืบของไก่ทดลองดังที่ตรวจพบแล้ว อาจเป็นไปได้ว่าลักษณะนี้เป็นผลเกิดจากการได้รับสารพิษในกากเมล็ดค่างพาราที่ผสมในอาหารไทยเชลดับบริเวณที่วิการนั้น อาจขาดออกซิเจนแล้วเชลตาย และนอกจากนี้ลักษณะวิการที่พบมักเกิดตามขอบริม ๆ ของตัว

ส่วนลักษณะวิการอื่น ๆ ที่ มาลีณี (๒๕๒๓) กล่าวว่าเลือดจะตกตะกอนช้าหรือไม่ตกตะกอนเลยนั้น จากการสังเกตพบว่าเลือดไก่ทุกตัวแข็งตัวตกตะกอนได้ แต่ระยะเวลาในการแข็งตัวไม่ได้ศึกษาไว้ด้วย และเชื่องวิการของระบบประสาทส่วนกลางไม่ได้ทำการศึกษาอย่างละเอียด เพียงตรวจดูลักษณะของ Sciatic nerve ซึ่งเป็นแขนงประสาทที่ออกมาจากไขสันหลังเท่านั้น ปรากฏว่าไม่พบวิการผิดปกติ

จากการสังเกตพบว่าซากไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเมล็ดค่างพารายังมีระดับสูงชัน ซากไก่จะมีสีเหลืองและสีเข้มยิ่งชัด ไม่เหลืองเหมือนซากไก่ปกติ ส่วนหงอนและสีกล้ามเนื้อจะมีสีคล้ำกว่าปกติเล็กน้อย ซึ่งสีเหลืองและสีเข้มที่ไม่ออกเหลืองนี้อาจเนื่องมาจากในอาหารระดับที่มีกากเมล็ดค่างพาราในระดับที่สูง จะยังมีส่วนผสมข้าวโพดน้อยลงทำให้ปริมาณแคโรทีนในอาหารน้อยกว่าอาหารปกติ ส่วนหงอนและสีกล้ามเนื้อที่คล้ำขึ้นเล็กน้อยอาจเนื่องจากอิทธิพลของการสะสมของ Oxygenated hemoglobin



การวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษไซยาไนด์ (HCN) ในตัวอย่างเนื้อเยื่อต่าง ๆ จากซากไก่ทดลอง

การวิเคราะห์โดยวิธีเทียบสี (colorimetric method) เพื่อหาปริมาณสารพิษไซยาไนด์ (HCN) ในตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อสะสมไขมันและเนื้อเยื่อตับที่เก็บมาจากซากไก่ทดลองนั้น ปรากฏผลว่าตรวจไม่พบสารพิษไซยาไนด์ (HCN) ในระดับ ppm. เลยในตัวอย่างเนื้อเยื่อทุกชนิดที่ศึกษา ในครั้งนี้ ซึ่งอาจเป็นเพราะสารพิษไซยาไนด์ (HCN) ที่มีอยู่ในอาหารสูตรต่าง ๆ ที่ทดลองนั้นมีอยู่ในปริมาณต่ำจึงไม่เกิดการสะสมสารพิษในร่างกายไก่ทดลองมากพอที่จะตรวจพบ เพราะมีรายงานว่าสัตว์สามารถทน (tolerate) ต่อไซยาไนด์ขนาดต่ำ ๆ ได้ เนื่องจากร่างกายของสัตว์มีขบวนการที่จะทำลายพิษของไซยาไนด์แล้วขับออกจากร่างกาย (มาลีณ, ๒๕๒๓)

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้พอสรุปได้ว่ากากเมล็ดยางพาราชนิดมีเปลือกปนที่ศึกษาในครั้งนี้ moisture ๖.๑๑ เปอร์เซ็นต์ crude protein ๑๑.๘๐ เปอร์เซ็นต์ lipids ๖.๔๐ เปอร์เซ็นต์ crude fiber ๔๓.๓๐ เปอร์เซ็นต์ ash ๒.๔๑ เปอร์เซ็นต์ nitrogen free extract ๒๔.๗๔ เปอร์เซ็นต์ calcium ๐.๒๔ เปอร์เซ็นต์ phosphorus ๐.๒๓ เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณสารพิษ HCN อยู่ ๒๔.๐๐ ppm.

การใช้กากเมล็ดยางพาราชนิดนี้ผสมในสูตรอาหารไก่กระตังในระดับ ๐, ๕, ๑๐, ๒๐ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ ไม่ก่อให้เกิดผลแตกต่างทางสถิติในเรื่องการเจริญเติบโตในระหว่างไก่ทดลองกลุ่มต่าง ๆ ค่าประสิทธิภาพในการใช้อาหารของอาหารสูตรที่ผสมกากเมล็ดยางพาราในระดับ ๐, ๕ และ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับสูตรอาหารที่ผสมกากเมล็ดยางพารา ๒๐ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ ส่วนระหว่างของสูตรอาหารที่ผสมกากเมล็ดยางพาราในระดับ ๒๐ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเช่นกัน

จากการตรวจซากไก่ทดลองไม่พบอาการที่แสดงแนวโน้มเด่นชัดที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งแสดงว่าการเลี้ยงไก่กระตังด้วยอาหารผสมกากเมล็ดยางพาราควรเป็นไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเลี้ยงด้วยสูตรอาหารผสมที่มีกากเมล็ดยางพาราในระดับต่ำ ๆ และไม่มีวิธีการใดที่จะทำให้เห็นว่าสามารถส่งผลให้การเจริญเติบโตของไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเมล็ดยางพาราแตกต่างไปจาก

โคฟีเลี้ยงด้วยอาหารปกติ ซึ่งอาจตรวจหาสารพิษไซยาไนด์ (HCN) ในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อ  
สะสมไขมัน เนื้อเยื่อตับจากซากไก่ทดลอง ปรากฏว่าไม่สามารถตรวจพบสารพิษไซยาไนด์ (HCN) ใน  
ระดับ ppm. ได้เลย

สำหรับข้อเสนอแนะว่าระดับโคฟีจึงเป็นระดับที่เหมาะสมของกากเมล็ดขางพาราในสูตร  
อาหารไก่กระตังนั้น จากการทดลองครั้งนี้สามารถใช้กากเมล็ดขางพาราได้ในระดับสูงถึง ๔๐  
เปอร์เซ็นต์โดยที่ยังไม่เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตของไก่กระตัง แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหาร  
ระหว่างอาหารที่ผสมกากเมล็ดขางพาราในระดับต่าง ๆ กัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง  
ทางสถิติ ทั้งราคาของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้ผสมอาหารอาจมีความแตกต่างกันไปได้มากในแต่ละท้องที่  
ดังนั้นในทางปฏิบัติระดับที่เหมาะสมที่ว่ามีจึงน่าจะค่าหนึ่งถึงว่าหากจะใช้สูตรอาหารเหมือนที่ทำการทดลอง  
นี้แล้วสูตรอาหารโคฟีเมื่อคิดแล้วทำให้ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม ต่ำที่สุด ก็ให้ถือว่าสูตรอาหาร  
นั้นเป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุด และระดับของกากเมล็ดขางพาราในสูตรอาหารนั้นก็คือระดับที่นับว่า  
เหมาะสมที่สุดในการใช้ผสมในสูตรอาหารไก่กระตังในครั้งนั้นนั่นเอง ทั้งตัวอย่างของการทดลองครั้งนี้  
หากพิจารณาเฉพาะในแง่ราคาวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในสูตรอาหาร โดยมิได้พิจารณาให้ละเอียดรวมถึง  
ค่าแรงงานต่าง ๆ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ด้วย จะปรากฏว่าต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม จะต่ำที่สุด  
เมื่อใช้อาหารสูตรที่ ๓ เลี้ยงไก่กระตัง(ดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก ค.) ซึ่งในอาหารสูตรที่ ๓ นี้  
เป็นสูตรที่มีกากเมล็ดขางพาราสวมอยู่ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ จึงอาจจะพออนุมานกล่าวได้ว่า ระดับที่เหมาะสม  
ของกากเมล็ดขางพาราในสูตรอาหารไก่กระตัง(เฉพาะภายใต้สภาพการต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง ของครั้งนี้  
เท่านั้น) คือระดับ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารนั่นเอง

## เอกสารอ้างอิง

๑. เทอดชัย เว็บบรคิโอโร-สุทธิพ วัชรสวรรค์, 'ล้มลุกช้ำ' ผัสสนบิว และ ภรณ์-โอบาริกชาติ. ๒๕๒๑. ผลของการใช้กากเมล็ดยางพาราเลี้ยงสุกร. รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์ และชีววิทยาแห่งชาติ ครั้งที่ ๑๖ สาขาสัตว ฒ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ๓-๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๑. กรุงเทพมหานคร. หน้า ๒๑๔-๒๒๖.
๒. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ๒๕๒๑. หลักการเลี้ยงสัตว์ทั่วไป. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ๓๕๒ หน้า.
๓. มาลีนิ ลัมโกคา. ๒๕๒๓. ศิษย์พยาบาลและการวินิจฉัยโรคทางสัตวแพทย์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จรัสนิทวงศ์. ๒๗๔ หน้า.
๔. มาลีนิ นิตทกุล, พูนสุข ชัดตะสัมปณณะ และ ประไพศรี ชุตระกุล. ๒๕๒๐. การปรับปรุงคุณภาพกากเมล็ดยางพาราโดยวิธีจุลชีววิทยาเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์. รายงานผลสัมฤทธิ์ของการวิจัย ครั้งที่ ๒. เดือนมกราคม . สภาวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย:โรเพียว. อ้างตาม รัชฎา แสนไชย. ๒๕๒๐. การใช้เมล็ดยางพาราเลี้ยงสัตว์. เอกสารรายงานในวิชาสัมมนา (ส.บ.๔๔๗) ประจำปีภาคต้นปีการศึกษา ๒๕๒๐-๒๕๒๑. ซึ่งเป็นวิชาในหลักสูตรสำหรับนิสิตปริญญาโท สาขาการผลิตสัตว์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
๕. รัชฎา แสนไชย. ๒๕๒๐. การใช้เมล็ดยางพาราเลี้ยงสัตว์. เอกสารรายงานในวิชาสัมมนา (ส.บ.๔๔๗) ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา ๒๕๒๐-๒๕๒๑. ซึ่งเป็นวิชาในหลักสูตรสำหรับนิสิตปริญญาโท สาขาการผลิตสัตว์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
๖. วิชิต สุวรรณปรีชา. ๒๕๒๓. เนื่องมาจากปก. ข่าวกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง ปีที่ ๑๔ ฉบับที่ ๓๒. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

๗. ศิริชัย ศรีหงส์พันธุ์ และ สุรพล ชลคำรงค์กุล. ๒๕๒๕. การศึกษาถึงผลการใช้กากเมล็ดค่างพารา ร้อยละ ๑๐๐ เป็นอาหารไก่กระทอง. วารสารสงขลานครินทร์ ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๑. (บทคัดย่อผลงานวิจัยในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) หน้า ๔๑.
๘. สาโรช คำเจริญ. ๒๕๒๓. อาหารและการให้อาหารสัตว์เลี้ยง. ขอนแก่น:ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ๒๕๐. หน้า .
๙. สุรพล อุบัติผลกุล. ๒๕๒๓. สถิติ. การวางแผนการทดลองเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ๑๔๕ หน้า.
๑๐. เสาวคนธ์ โรจนสถิตย์, สวัสดิ์ อาตมางกูร และ ภาณุเดช สุทธิพันธ์ อยุธยา. ๒๕๑๕. ผลการทดลองใช้กากเมล็ดค่างพาราเป็นอาหารสุกรในระยะขุน. รายงานผลการทดลองอาหารสุกร พ.ศ. ๒๕๐๗-๒๕๒๐. งานทดลองและเผยแพร่ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
๑๑. Andreson, D.M.W., C.T. Greenwood. and J.S.M. Robertson. 1957. Carbohydrates of the Seeds of the Rubber Tree, *Hevea brasiliensis*. Journal of Chemical Society. pp. 401-405.
๑๒. Buvanendran, V. and Siriwardena, J.A. de S. 1970. Rubber Seed Meal in Poultry Diets. Ceylon Vet.J. (in Press). cited by Buvanendran, V. 1971. Effect of Rubber Seed Meal on Hatchability of Hen's Eggs. Tropical Agriculturist, Vol. 127.pp. 111-115.
๑๓. Buvanendran, V. 1971. Effect of Rubber Seed Meal on Hatchability of Hen's Eggs. Tropical Agriculturist, Vol. 127. pp. 111-115.
๑๔. Buvanendran, V. and Siriwardena, J.A. de S. 1971. Rubber Seed Meal in Poultry Diets. Nutrition Abstr. and Rev. 41(1-4):p. 8591. อ้างตาม รัชญา แสนไชย. ๒๕๒๐. การใช้เมล็ดค่างพาราเลี้ยงสัตว์. เอกสารรายงานในวิชาสัตววิทยา (ส.บ.๕๔๗) ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา ๒๕๒๐-๒๕๒๑. ซึ่งเป็นวิชาในหลักสูตรสำหรับผลิตปริญญาโท สาขาการผลิตสัตว์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.



- . De Sequeira, R., E. Pechnik. and O. Guernelli. 1955. Investigations in Applied Biochemistry. Quimica 9:13. 1956. Taken from : Chem. Abstr. 50:9339 g. cited by Giok, Lauw Tjin., Samsudin., Husaini, and Ignatius Tarwotjo. 1967. Nutritional Value of Rubber-Seed Protein. The American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 20, No. 12. pp. 1300-1303.
- . Ellett, W.B., C.W. Holdaway, J.F. Eheart. and L.D. Lasting. 1930. Feeding Hevea Rubber Seed Meal for Milk Production. Tech. Bull. Va. Polytechnic Institute, Va. Agr. Expt. Sta. 41:3 cited by Giok, Lauw Tjin., Samsudin., Husaini, and Ignatius Tarwotjo. 1967. Nutritional Value of Rubber-Seed Protein. The American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 20. No. 12 pp. 1300-1303.
- . F.A.O. 1957. Protein Requirements. Study No. 16, Rome. cited by Giok, Lauw Tjin., Samsudin., Husaini, and Ignatius Tarwotjo. 1967. Nutritional Value of Rubber-Seed Protein. The American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 20. No. 12. pp. 1300-1303.
- . Georgi, C.D.V., V.R. Greenstreet. and Cunn Lay Toik. 1932. Storage of Rubber Seeds. The Malayan Agricultural Journal. Vol. 20, No. 4. pp. 164-176.
- . Giok, Lauw Tjin., Samsudin., Husaini., and Ignatius Tarwotjo. 1967. Nutritional Value of Rubber-Seed Protein. The American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 20. No. 12. pp. 1300-1303.

๒๐. Hatch, Roger C. 1978. Section 15. Veterinary Toxicology.  
in L. Meyer Jones., Nicholas H. Booth., and Leslie E. McDonald.  
1978. Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 4<sup>th</sup> edition.  
AMES. Iowa: The Iowa State University Press. USA. pp. 1121-1289.
๒๑. Kato, Akio., Akio Tanaka., รีมดศรี เพาะผลิน และ ชาตบุตร นิพนธ์. ๒๕๑๘.  
การวิเคราะห์หีสัย น้ำมันเมล็ดยางพารา และสารประกอบรองในน้ำมันเมล็ดยางพารา.  
รายงานผลการทดลองและวิจัย กรมวิชาการเกษตร ประจำปี ๒๕๑๘. (โรเนียว).
๒๒. Orok, E.J. and J.P. Bowland. 1974. Nigerian Para Rubber Seed Meal as  
an Energy and Protein Source for Rats Fed Soybean Meal or Peanut  
Meal-Supplemented Diets. Canadian Journal of Animal Science.  
Vol. 54. pp. 239-246.
๒๓. Sunkunny, T.R., A. Kamkrishnan. and Kunjukutty. 1965. Rubber Seed and  
Tapioca Leaf. Nutrition Abstr. and Rew. 35:5808. อ้างตามรัชฎา แสนไชย.  
๒๕๒๐. การใช้เมล็ดยางพาราเลี้ยงสัตว์. เอกสารรายงานในวิชาสัมมนา(ส.บ.๕๕๗).  
ประจำภาคต้น ปีการศึกษา ๒๕๒๐-๒๕๒๑. ซึ่งเป็นวิชาในหลักสูตรสำหรับนิสิตปริญญาโท  
สาขาการผลิตสัตว์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.
๒๔. Sen, K.C. 1952. Rubber Seed Kernel as Cattle Food. The Indian  
Rubber Board Bulletin. Vol 11, No.3 & 4. pp. 36-37.

## ภาคผนวก ก.

ตารางผนวกที่ ๑ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเพิ่มของไก่กระทงในสัปดาห์ที่ ๑ (อายุ  
เริ่มต้น - อายุ ๑ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.0001	0.000025	1.58 <sup>ns</sup>
Block	3	0.00001	0.0000033	0.21 <sup>ns</sup>
Error	12	0.00019	0.0000158	

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 5.68 %

ตารางผนวกที่ ๒ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเพิ่มของไก่กระทงในสัปดาห์ที่ ๒ (อายุ  
๑ สัปดาห์ - ๒ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.0002	0.00005	1.43 <sup>ns</sup>
Block	3	0.00003	0.00001	0.28 <sup>ns</sup>
Error	12	0.00042	0.000035	

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 4.55 %

ตารางผนวกที่ ๓ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเพิ่มของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๓ (อายุ ๒ สัปดาห์ - ๓ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.0003	0.000075	0.62 <sup>ns</sup>
Block	3	0.00006	0.00002	0.17 <sup>ns</sup>
Error	12	0.00144	0.00012	

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 5.24 %

ตารางผนวกที่ ๔ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเพิ่มของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๔ (อายุ ๓ สัปดาห์ - ๔ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.001	0.00025	0.83 <sup>ns</sup>
Block	3	0.001	0.00033	1.00 <sup>ns</sup>
Error	12	0.004	0.00033	

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 8.41 %

ตารางผนวกที่ ๕ การวิเคราะห์ถ่วงน้ำหนักของน้ำหนักเพิ่มของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๕ (อายุ ๔ สัปดาห์ - ๕ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.00127	0.000317	0.50 <sup>ns</sup>
Block	3	0.00299	0.000997	1.56 <sup>ns</sup>
Error	12	0.00766	0.000638	

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 7.43 %

ตารางผนวกที่ ๖ การวิเคราะห์ถ่วงน้ำหนักของน้ำหนักเพิ่มของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๖ (อายุ ๕ สัปดาห์ - ๖ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.00349	0.000872	1.37 <sup>ns</sup>
Block	3	0.00638	0.002126	3.34 <sup>ns</sup>
Error	12	0.00765	0.000637	

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 8.04 %

ตารางผนวกที่ ๗ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเพิ่มของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๗ (สัปดาห์ที่ ๖ - สัปดาห์ที่ ๗)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.01	0.0025	1.50 <sup>ns</sup>
Block	3	0.01	0.0033	1.98 <sup>ns</sup>
Error	12	0.02	0.0017	

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 11.35 %

ตารางผนวกที่ ๘ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเพิ่มของไก่กระตังตลอดการทดลอง (อายุเริ่มต้น - ๗ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.03105	0.007762	0.98 <sup>ns</sup>
Block	3	0.01622	0.005408	0.68 <sup>ns</sup>
Error	12	0.09177	0.007897	

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 5.43 %

ตารางผนวกที่ ๕ การวิเคราะห์ถ่วงน้ำหนักของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระทงในสัปดาห์ที่ ๑  
(อายุเริ่มต้น - อายุ ๑ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.392	0.098	8.284**
Block	3	0.010	0.00333	0.2817 <sup>ns</sup>
Error	12	0.142	0.011833	

\*\* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 7.35 %

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ ๐.๐๕ และ ๐.๐๑

	T <sub>5</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>
ค่าเฉลี่ย	1.75	1.50	1.42	1.38	1.38

ค่าเฉลี่ยซึ่งมิได้ขีดเส้นใต้ต่อกันเป็นเส้นเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ย  
ที่ขีดเส้นใต้ต่อกันแสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๑๐ การวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ทะเลในสัปดาห์  
ที่ ๒ (อายุ ๑ สัปดาห์ - ๒ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.831	0.20775	12.9167 <sup>**</sup>
Block	3	0.002	0.000667	0.04148 <sup>ns</sup>
Error	12	0.193	0.01608	

<sup>\*\*</sup> หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 6.89 %

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ ๐.๐๕ และ ๐.๐๑

	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
ค่าเฉลี่ย	2.25	1.77	1.75	1.73	1.73

ค่าเฉลี่ยซึ่งมิได้ขีดเส้นติดต่อกันเป็นเส้นเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ย  
ที่ขีดเส้นโยงต่อกันแสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



ตารางผนวกที่ ๑๑ การวิเคราะห์หาเรียนซ์ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๓  
(อายุ ๒ สัปดาห์ - ๓ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.873	0.21825	16.95146**
Block	3	0.0056	0.001867	0.145 <sup>ns</sup>
Error	12	0.1545	0.012875	

\*\* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 5.67 %

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ ๐.๐๕ และ ๐.๐๑

	T <sub>5</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
ค่าเฉลี่ย	2.40	<u>1.95</u>	<u>1.94</u>	<u>1.90</u>	<u>1.79</u>

ค่าเฉลี่ยซึ่งมีขีดเส้นติดต่อกัน เป็นเส้นเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ย

ที่ขีดเส้นโยงต่อกันแสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางแผนภูมิ ๑๒ การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๔  
(อายุ ๓ สัปดาห์ - ๔ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.780	0.195	11.69977**
Block	3	0.054	0.018	1.080 <sup>ns</sup>
Error	12	0.200	0.016667	

\*\* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 5.32 %

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ ๐.๐๕ และ ๐.๐๑

	T <sub>5</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
ค่าเฉลี่ย	2.80	<u>2.41</u>	2.36	2.27	2.25

ค่าเฉลี่ยซึ่งมีได้ซิค เส้นติดต่อกันเป็นเส้นเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ย  
ที่ซิคเส้นโยงต่อกันแสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางผนวกที่ ๑๓** การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระทงในสัปดาห์ที่ ๕  
(อายุ ๔ สัปดาห์ - ๕ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	0.647	0.162	45.000**
Block	3	0.0046	0.0015	0.417 <sup>ns</sup>
Error	12	0.0437	0.0036	

\*\* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

<sup>ns</sup> หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 2.91 %

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05 และ 0.01

	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
ค่าเฉลี่ย	2.39	2.11	<u>1.96</u>	1.94	1.90

ค่าเฉลี่ยซึ่งมิได้ขีดเส้นติดต่อกันเป็นเส้นเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยที่ขีดเส้นโยงต่อกันแสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๑๔ การวิเคราะห์ถ้อยคำเรียนของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๖  
(อายุ ๕ สัปดาห์ - ๖ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MG	F
Treatment	4	2.955	0.739	25.483**
Block	3	0.27	0.09	3.103 <sup>ns</sup>
Error	12	0.35	0.029	

\*\* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. - 6.76 %

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ ๐.๐๕ และ ๐.๐๑

	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
ค่าเฉลี่ย	3.28	<u>2.44</u>	2.33	2.32	2.24

ค่าเฉลี่ยซึ่งมิได้ขีดเส้นติดต่อกันเป็นเส้นเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ย  
ที่ขีดเส้นโยงต่อกันแสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๑๔ การวิเคราะห์หว่าเรียดของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตังในสัปดาห์ที่ ๗  
(อายุ ๖ สัปดาห์ - ๗ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
treatment	4	2.705	0.676	10.09 **
Block	3	0.578	0.193	2.88 <sup>ns</sup>
Error	12	0.805	0.067	

\*\* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 9.73 %

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ ๐.๐๑

	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>
ค่าเฉลี่ย	<u>3.26</u>	<u>2.91</u>	2.44	2.37	2.32

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ ๐.๐๕

	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>
ค่าเฉลี่ย	<u>3.26</u>	<u>2.91</u>	<u>2.44</u>	<u>2.37</u>	<u>2.32</u>

ค่าเฉลี่ยซึ่งมีได้ขีดเส้นติดต่อกันเป็นเส้นเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ย  
ที่ขีดเส้นโยงต่อกันแสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ๑๖ การวิเคราะห์ถ้าวาเรียนซ์ของประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่กระตอกตลอดการทดลอง (อายุเริ่มต้น - ๗ สัปดาห์)

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	1.253	0.3132	190.9756**
Block	3	0.0113	0.0037	2.2560 <sup>ns</sup>
Error	12	0.0197	0.00164	

\*\* หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

C.V. = 1.78 %

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ ๐.๐๕ และ ๐.๐๑

	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>
ค่าเฉลี่ย	2.75	2.31	<u>2.12</u>	2.11	2.07

ค่าเฉลี่ยซึ่งมิได้ขีดเส้นติดต่อกันเป็นเส้นเดียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ย

ที่ขีดเส้นโยงต่อกันแสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาคผนวก ข.

วิธีวิเคราะห์ปริมาณของ cyanide โดย colorimetric method

ทำ alkali picrate filter paper โดยตัดกระดาษกรอง Whatman No 1 ให้ได้ขนาด ๑๐x๒๒ ตารางเซนติเมตร แล้วจุ่มใน alkali picrate solution (ละลาย  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ๒๕ กรัม และ picric acid ๔ กรัมในน้ำกลั่น ๑ ลิตร) นำมาผึ่งให้แห้ง

การสร้าง standard curve นำสารละลายมาตรฐานของ KCN ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน และปริมาณต่าง ๆ กันตั้งแต่ ๕-๕๐ ug ใส่ใน flask ๕๐๐ ml. ปรับปริมาตรให้ได้ ๑๐๐ ml. ด้วยน้ำกลั่น เติม ๓ N HCl ๑ ml. ลงใน flask รีบปิดจุกซึ่งผูก alkali picrate filter paper เอาไว้ทันที เขย่า flask ให้สารละลายผสมกันดี นำไปอบที่อุณหภูมิ ๒๕°C เป็นเวลา ๒๔ ชั่วโมงจึงนำกระดาษ picrate ออกมาแช่ในน้ำกลั่น ๑๐ ml. นาน ๑๐ นาทีที่อุณหภูมิห้อง และนำสารละลายที่ได้ไปวัดการดูดกลืนแสงด้วย Coleman Junior II Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น ๔๑๔ nm.

การวิเคราะห์ตัวอย่าง ซึ่งตัวอย่างเนื้อเยื่อสัตว์ทดลอง ๑ กรัมสกัดด้วยกรรไกรให้ละเอียด ใส่ใน Teflon homogenizer พร้อมด้วยน้ำกลั่น ๒๕ ml. homogenize ให้ละเอียดเป็นเวลา ๓ นาที เท homogenate ที่ได้ใส่ใน flask ขนาด ๕๐๐ ml. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น ๑๐๐ ml. (สำหรับตัวอย่างกากเมล็ดค่าง ซึ่งกากเมล็ดค่างที่บดแล้ว ๑ กรัม ใส่ใน flask แล้วเติมน้ำ ๑๐๐ ml.) เติม ๓ N HCl ๑ ml. ลงไป รีบปิดจุกซึ่งผูกกระดาษ picrate เอาไว้ทันที เขย่า flask ให้สารละลายผสมกันดี ตั้งทิ้งไว้ ๑๕ ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง จึงนำไปอบที่อุณหภูมิ ๖๐°C เป็นเวลา ๓๐ นาที แล้วจึงนำกระดาษ picrate ออกมาแช่ในน้ำกลั่น ๑๐ ml. นาน ๑๐ นาทีที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น ๔๑๔ nm. และนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับความเข้มข้นของ HCN กับ standard curve.

## ภาคผนวก ค.

การพิจารณาต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ ที่ทดลองในครั้งนี เพื่อ  
ต้องการทราบถึงระดับของกากเมล็ดขางพาราที่นับว่าเหมาะสมสำหรับไก่กระตังในการทดลองนี้

ราคาวัตถุดิบในขณะทำงานทดลอง

กากขางพารา(ยังไม่ได้บด)	ราคากิโลกรัมละ	๑.๗๐	บาท
ข้าวโพดท	ราคากิโลกรัมละ	๔.๑๔	บาท
ปลาป่น	ราคากิโลกรัมละ	๑๑.๕๐	บาท
กากถั่วเหลืองบด	ราคากิโลกรัมละ	๘.๕๐	บาท
กระดูกป่น	ราคากิโลกรัมละ	๔.๕๐	บาท
เกลือป่น	ราคากิโลกรัมละ	๑.๕๐	บาท
premix colivit	ราคากิโลกรัมละ	๐.๔๘	บาท

ส่วนประกอบของอาหารทดลอง (๑๐๐ ก.ก.)

ส่วนประกอบใน ๑๐๐ ก.ก.	สูตรที่ ๑	สูตรที่ ๒	สูตรที่ ๓	สูตรที่ ๔	สูตรที่ ๕
กากเมล็ดขางพารา (ก.ก.)	๐.๐๐	๕.๐๐	๑๐.๐๐	๒๐.๐๐	๔๐.๐๐
ข้าวโพด (ก.ก.)	๖๑.๐๐	๕๗.๐๐	๕๒.๐๐	๔๓.๐๐	๒๕.๐๐
ปลาป่น (ก.ก.)	๑๑.๐๐	๑๐.๐๐	๑๐.๐๐	๙.๐๐	๗.๐๐
กากถั่วเหลือง (ก.ก.)	๒๗.๐๐	๒๗.๐๐	๒๗.๐๐	๒๗.๐๐	๒๗.๐๐
กระดูกป่น (ก.ก.)	๐.๗๕	๐.๗๕	๐.๗๕	๐.๗๕	๐.๗๕
เกลือ (ก.ก.)	๐.๒๕	๐.๒๕	๐.๒๕	๐.๒๕	๐.๒๕
premix colivit (กรัม)	๒๐.๐๐	๒๐.๐๐	๒๐.๐๐	๒๐.๐๐	๒๐.๐๐



คิดราคาอาหารของแต่ละสูตร

ส่วนประกอบในอาหาร ๑๐๐ กิโลกรัม	สูตรที่ ๑ (บาท)	สูตรที่ ๒ (บาท)	สูตรที่ ๓ (บาท)	สูตรที่ ๔ (บาท)	สูตรที่ ๕ (บาท)
กากเมล็ดขางพารา(จำนวนก.ก. x ๑.๗๐)	๐.๐๐	๘.๕๐	๑๗.๐๐	๓๔.๐๐	๖๘.๐๐
ข้าวโพท (จำนวนก.ก. x ๔.๑๔)	๒๕๖.๕๔	๒๓๕.๙๘	๒๑๕.๒๘	๑๗๘.๐๒	๑๐๓.๕๐
ปลาป่น (จำนวนก.ก. x ๑๑.๕๐)	๑๒๖.๕๐	๑๑๘.๐๐	๑๑๕.๐๐	๑๐๓.๕๐	๘๐.๕๐
กากหัว เหลือง (จำนวนก.ก. x ๘.๙๐)	๒๔๐.๓๐	๒๔๐.๓๐	๒๔๐.๓๐	๒๔๐.๓๐	๒๔๐.๓๐
กระดูกป่น (จำนวนก.ก. x ๔.๔๐)	๓.๓๐	๓.๓๐	๓.๓๐	๓.๓๐	๓.๓๐
เกลือ (จำนวนก.ก. x ๑.๙๐)	๐.๕๗๕	๐.๕๗๕	๐.๕๗๕	๐.๕๗๕	๐.๕๗๕
premix colivit(จำนวนกรัม x ๐.๔๘)	๘.๖๐	๘.๖๐	๘.๖๐	๘.๖๐	๘.๖๐
รวมราคาอาหาร ๑๐๐ กิโลกรัม	๖๓๒.๗๑๕	๖๑๓.๑๕๘	๖๐๐.๙๕๘	๕๖๙.๑๕๘	๕๐๕.๖๗๕

จะเห็นได้ว่า	อาหารสูตรที่ ๑	จะมีราคา กิโลกรัมละ	๖.๓๒๗๑๕	บาท
	อาหารสูตรที่ ๒	จะมีราคา กิโลกรัมละ	๖.๑๓๑๕๘	บาท
	อาหารสูตรที่ ๓	จะมีราคา กิโลกรัมละ	๖.๐๐๙๕๘	บาท
	อาหารสูตรที่ ๔	จะมีราคา กิโลกรัมละ	๕.๖๙๑๕๘	บาท
	อาหารสูตรที่ ๕	จะมีราคา กิโลกรัมละ	๕.๐๕๖๗๕	บาท

แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหารของอาหารสูตรต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้คือ

ไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๑	เพื่อทำน้ำหนักตัว ๑ ก.ก. ต้องใช้อาหารไป	๒.๐๗ ก.ก.
ไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๒	เพื่อทำน้ำหนักตัว ๑ ก.ก. ต้องใช้อาหารไป	๒.๑๒ ก.ก.
ไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๓	เพื่อทำน้ำหนักตัว ๑ ก.ก. ต้องใช้อาหารไป	๒.๑๑ ก.ก.
ไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๔	เพื่อทำน้ำหนักตัว ๑ ก.ก. ต้องใช้อาหารไป	๒.๓๑ ก.ก.
ไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๕	เพื่อทำน้ำหนักตัว ๑ ก.ก. ต้องใช้อาหารไป	๒.๗๕ ก.ก.

ดังนั้น เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม ด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ ที่ทดลองนี้ จะเห็นได้ว่า

ต้นทุนผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๑ คือ  $2.07 \times 6.2794 = 13.007200$  บาท

ต้นทุนผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๒ คือ  $2.12 \times 6.1955 = 13.134660$  บาท

ต้นทุนผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๓ คือ  $2.11 \times 6.0444 = 12.753684$  บาท

ต้นทุนผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๔ คือ  $2.31 \times 6.6955 = 15.466605$  บาท

ต้นทุนผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ ๕ คือ  $2.74 \times 6.0467 = 16.567958$  บาท

ซึ่งจากที่แสดงมาโดยตลอดจะเห็นได้ว่า ในกรณีที่ได้คิดค่าแรงงาน เช่น ค่าบดกากเมล็ดค่างพารา ค่าแรงงานผสมอาหาร ฯลฯ และใช้อาหารเหมือนดังสูตรที่ใช้ในงานทดลองแล้ว ต้นทุนการผลิตเนื้อไก่ ๑ กิโลกรัม จะต่ำที่สุดเมื่อเลี้ยงไก่ด้วยอาหารสูตรที่ ๓ และระดับที่เหมาะสมของกากเมล็ดค่างพาราในสูตรอาหารไก่กระตังที่ทดลองครั้งนี้ก็พอจะอนุมานได้ว่า คือระดับ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารนั่นเอง