



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของหนอนนกที่เลี้ยงเพื่อการบริโภค
Effect of Feed Formulation on Growth of Mealworm Reared for Consumption

RCH
ส875ผ
2558

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 142453
ปี เดือน ปี - 4 พ.ค. 2559

รศ. ดร.สุวรินทร์ บำรุงสุข



คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย

จากงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือที่ทรัพย์สินทางปัญญาที่ผู้อื่นได้ยื่นขอจดทะเบียนแล้วให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชื่อโครงการ ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของหนอนนกที่เลี้ยงเพื่อการบริโภค
แหล่งเงินทุน งบประมาณเงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 100,000 บาท
ระยะเวลาทำวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 30 กันยายน 2558
หัวหน้าโครงการวิจัย: รศ. ดร. สุวรินทร์ บำรุงสุข
ผู้ร่วมโครงการวิจัย: นางสาวเปรมกมล นาหัวหนอง
หน่วยงาน: ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสูตรอาหาร 5 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 รำข้าวลี สูตรที่ 2 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตราส่วน 3:1 สูตรที่ 3 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตราส่วน 1:3 สูตรที่ 4 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตราส่วน 1:1 และสูตรที่ 5 อาหารไก่เล็ก + ถั่วเหลืองป่น อัตราส่วน 1:1 ที่ใช้เลี้ยงหนอนนกต่อการเจริญเติบโตของหนอนนก ระยะเวลา 8 สัปดาห์ จำนวน 2 ครั้ง ผลการศึกษาที่ 8 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนนกจาก อาหารสูตรที่ 1 ให้มากที่สุด เท่ากับ 5.34 ก. แต่ความยาวลำตัวของหนอนนกในการทดลองเลี้ยงทั้ง 2 ครั้ง นั้น ไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 1.63 ซม. ($P>0.05$) ค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงหนอนนกระยะวัยแรกจำนวน 850 ตัว กับอาหาร สูตร 1-5 เป็นเวลา 8 อาทิตย์เป็น 83.20, 129.12, 136.32, 132.80 และ 132.16 บาทตามลำดับ ต้นทุนของอาหารในการเลี้ยงหนอนนกด้วยรำข้าวลีประหยัดกว่าสูตรอาหารอื่นและได้หนอนนกที่มีน้ำหนักมากที่สุด

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่นำมาใช้เลี้ยงหนอนนก พบว่า รำข้าวลีมีความชื้น 2.83 % เถ้า 5.47 % แคลเซียม 0.17 % ฟอสฟอรัส 1.03 % โปรตีน 18.72 % ไขมัน 3.63 % เยื่อใย 9.26 % และพลังงาน 4,253.10 cal/g ถั่วเหลืองมีความชื้น 1.58 % เถ้า 5.57 % แคลเซียม 0.20 % ฟอสฟอรัส 0.60 % โปรตีน 39.35 % ไขมัน 20.14 % เยื่อใย 2.98 % และพลังงาน 5,420.80 cal/g อาหารไก่มีความชื้น 5.46 % เถ้า 7.03 % แคลเซียม 0.70 % ฟอสฟอรัส 0.95 % โปรตีน 21.18 % ไขมัน 2.84 % เยื่อใย 3.54 % และพลังงาน 4,071.75 cal/g กากถั่วเหลืองมีความชื้น 1.44 % เถ้า 6.94 % แคลเซียม 0.26 % ฟอสฟอรัส 0.64 % โปรตีน 48.82 % ไขมัน 1.06 % เยื่อใย 6.27 % และพลังงาน 4,426.50 cal/g แครอทมีความชื้น 4.02 % เถ้า 6.79 % แคลเซียม 0.26 % ฟอสฟอรัส 0.23 % โปรตีน 7.06 % ไขมัน 1.31 % เยื่อใย 7.97 % และพลังงาน 3,786.45 cal/g ผลการทดลอง พบว่า หนอนนกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เลี้ยงด้วยอาหารสูตร 3 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด เท่ากับ 54.89% อาหารสูตร 2 มีค่าพลังงานสูงที่สุด เท่ากับ 6,193.23 cal/g และปริมาณไขมันสูงที่สุด เท่ากับ 29.88% แต่ความชื้นต่ำที่สุด เท่ากับ 2.86% อาหารสูตรที่ 1 มีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุด และ 0.26 % และอาหารสูตรที่ 4 ทำให้หนอนนกมี ปริมาณเยื่อใย ฟอสฟอรัส และเถ้า เท่ากับ 7.63, 0.79 และ 4.79% ตามลำดับ

การทดสอบการยอมรับหนอนนกเป็นอาหาร โปรตีนของผู้บริโภคร โดย ใช้แบบสอบถาม ร่วมกันการทดสอบทางประสาทสัมผัสใน โดยเลี้ยงหนอนนกด้วยสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 2 สูตร สูตร 3 (ตัวอย่าง A) และสูตร 1 (ตัวอย่าง B) เมื่อหนอนนกอายุ 2 เดือนที่ทอดแล้วผสมสมุนไพร คัดเลือกผู้เข้าทดสอบ จำนวน 100 คน ที่เคยบริโภคแมลงไม้แต่ไม่มาสอบถามข้อมูลทางด้าน ประชากรศาสตร์ระดับการศึกษาและรายได้ส่วนบุคคลรวมทั้งพฤติกรรมบริโภคและความตั้งใจ ซื้อพบว่าผู้เข้าร่วมทดสอบ 100 คน เป็นเพศชาย 44% และหญิง 56% อายุอยู่ในช่วง 15-66 ปี ส่วน ใหญ่มีอายุ 15-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 46 จบปริญญาตรีร้อยละ 66 และ ร้อยละ 57 เป็นพนักงานเอกชน ผู้ทดสอบร้อยละ 35 มีรายได้ 5,000 ถึง 10,000 บาท/เดือน ตามพฤติกรรมผู้บริโภคและทัศนคติที่มี ต่อแมลงเป็นอาหาร ร้อยละ 50 เลือกบริโภคผักตบชวาทอด ซึ่งผลิตภัณฑ์แมลงจากตลาดใกล้บ้านร้อยละ 60

เมื่อผู้ทดสอบ 100 คนทำการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 point hedonic scale พบว่า ระดับความพึงพอใจลักษณะปรากฏโดยรวม (สี กลิ่น ของหนอนนกทอดกรอบ สมุนไพร) ความชอบโดยรวม ตัวอย่าง A และ B คือ 6.95 และ 6.99 ตามลำดับ ระดับคะแนน ความชอบคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ต่อผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง A และ B มีระดับคะแนนที่ไม่แตกต่างกัน เมื่อทราบว่าหนอนนกทอดกรอบมีคุณค่าทางโภชนาการมีโปรตีนสูง และ ไขมัน ร้อยละ 49 ผู้ทำ การทดสอบยอมรับมากขึ้น ร้อยละ 45 มีการยอมรับ และ ร้อยละ 6 ไม่ยอมรับ ความตั้งใจซื้ออยู่ใน ระดับสูงที่ ร้อยละ 74 งานวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลใช้สำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์หนอนนกทอดเพื่อวางจําหน่ายในตลาดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Research Title: Effect of Feed Formulation on Growth of Mealworm Reared for Consumption

Researchers: Suvarin Bumroongsook(Ph.D., Assoc. Prof.)

Premkamon Nahuanong(M.Sc.)

Faculty: Agricultural Technology **Department:** Plant Production Technology

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

The studies on effects of 5 feeding formulas: 1) wheat bran, 2) broiler chicken feed mixed soybean meal(3:1), 3) broiler chicken feed mixed soybean meal(1:3), 4) broiler chicken feed mixed soybean meal(1:1) and 5) broiler chicken feed mixed soybean(1:1) on growth and development of mealworm and death rates was conducted for 2 times and each session lasted for 8 weeks. At the eighth week, the results showed that the mealworms raised from the wheat bran formula had maximum weight of 5.34 g. Its body length was 1.63 cm and showed no statistically different among treatments ($p > 0.05$). The cost of feed formulas 1-5 on 850 first instar lava of mealworm rearing for 8 weeks was as follows : 83.20, 129.12, 136.32, 132.80 and 132.16 baht, respectively. The studies indicated that the mealworms fed with feed formula 1 had maximum weight and minimum cost among treatments.

An analysis of the chemical composition of the raw materials in feed formulas for mealworms indicated that wheat bran had moisture content 2.83%, ash 5.47%, phosphorus 1.03%, calcium 0.17% protein 18.72%, fat 3.63%, fiber 9.26% and energy 4,253.10 cal/g. Soybean had moisture content 1.58%, ash 5.57%, phosphorus 0.60%, calcium 0.20%, protein 39.35%, fat 20.14%, fiber 2.98% and energy 5,420.80 cal/g. Broiler chicken feed had moisture content 5.46%, ash 7.03%, phosphorus 0.95%, calcium 0.70%, protein 21.18%, fat 2.84%, fiber 3.54% and energy 4,071.75 cal/g. Soybean meal had moisture content 1.44%, ash 6.94%, phosphorus 0.64%, calcium 0.26%, protein 48.82%, fat 1.06%, fiber 6.27% and energy 4,426.50 cal/g. Carrots had moisture content 4.02%, ash 6.79%, phosphorus 0.23%, calcium 0.26%, protein 7.06%, fat 1.31%, fiber 7.97% and energy 3,786.45 cal /g. It was found that mealworms fed with broiler chicken feed + soybean meal (1:3) had the highest protein of 54.89%. The mealworm from feed formula 1 has the highest energy and calcium at 58.98 cal/g and 0.26%, respectively. Mealworms raised with feed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational useⁱⁱⁱ, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

formula 2 had the highest fat content of 29.88% and the lowest moisture of 2.86%. The fourth formula feed, mealworm had fiber, phosphorus and ash was 7.63, 0.79 and 4.79%, respectively.

Consumer acceptance on mealworm as a protein source was performed by using a questionnaire and a sensory taste test. Mealworm were fed by 2 different formula feeds : feed formula 3 (sample A) and feed formula 1 (sample B). Mealworm snack was produced by deep fried mealworm aged 2 months and then mixed with herbal ingredient. Participants (n=100) recruited were consumers of fried insects and were not allergic to them. These consumers were asked to provide demographic information, level of education, and personal income including consumption behavior and purchase intention. The studies showed that of the panelist tested, 100 consumers, 44% males and 56% females were in the age range of 15-66 years old. The majority were 15-25 years of age 46% had completed college 66% and 57% worked with private sectors. Among the panelists, 35% had an income of 5,000 to 10,000 baht/month. According to consumer behavior and attitude toward insects as food, 50% preferred fried grasshoppers, 60% bought insect snack from the places nearby.

The 2 types of mealworm samples were studied by using a 9 point hedonic scale for sensory evaluation. Means of hedonic rating for sensory attributes and acceptance of mealworm snack samples were evaluated. Consumers rated the overall acceptance of mealworm snack sample A and samples B as like moderately (6.95–6.99). Consumers rated the appearance, color, odor and taste of these two samples as like slightly to like moderately. Moreover, odor, flavor, and taste of samples A and B were not much different. When informed that the crispy fried mealworms were nutritious with high protein and fat, 49% of testers had more product acceptance, 45% had acceptance and 6% didn't not accept. Their purchase intention was high, at 74%. The studies gained information for further development of deep fried mealworm into a truly marketable product.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดีเนื่องจากทีมผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ และข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์ตัวอย่างจาก รศ.ศรีสกุล วรจันทร์ คุณณัทย์ วิจิตโรทัยและจรรยา คงฤทธิ์ ขอขอบคุณคุณพิชชาภา ชอบเสียงและอภิญญา วิวัฒน์เวชกุลที่ช่วยเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2558 ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุวรินทร์ บำรุงสุข

กันยายน 2558



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	iii
กิตติกรรมประกาศ.....	v
สารบัญ.....	vi
สารบัญตาราง.....	viii
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	1
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	2
1.5 คำสำคัญของการวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ลำดับอนุกรมวิธานของหนอนนก.....	3
2.2 ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลายของหนอนนก.....	3
2.3 ชีวิตวิทยาของหนอนนก.....	5
2.4 สูตรของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงหนอนนก.....	6
2.5 คุณค่าทางโภชนาการ.....	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	9
3.1 อุปกรณ์และวิธีการ.....	9
3.2 วิธีการทดลอง.....	9
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	14
4.1 ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของหนอนนก.....	14
4.2 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่เลี้ยงหนอนนกและ หนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร.....	18
4.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของ ผู้บริโภคต่อหนอนนกทอดกรอบสมุนไพร.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	27
5.1 ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของหนอนนก.....	27
5.2 คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบที่เลี้ยงหนอนนกและคุณค่าทางโภชนาการ ของหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร.....	27
5.3 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อหนอนนกทอดกรอบสมุนไพร.....	27
เอกสารอ้างอิง.....	30
ประวัตินักวิจัย.....	33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. น้ำหนักหนอนนกอในการเลี้ยงครั้งที่1.....	15
2. ความยาวหนอนนกอในการเลี้ยงครั้งที่1.....	16
3. น้ำหนักหนอนนกอในการเลี้ยงครั้งที่ 2.....	17
4. ความยาวหนอนนกอในการเลี้ยงครั้งที่ 2.....	19
5. ปริมาณโปรตีน ไนมัน เยื่อใย และ พลังงาน ในวัตถุดิบที่ใช้เลี้ยงหนอนนกอ.....	20
6. ปริมาณโปรตีน ไนมัน เยื่อใย และ พลังงาน ในวัตถุดิบที่ใช้เลี้ยงหนอนนกอ.....	22
7. ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส ความชื้น และเถ้าในหนอนนกอ.....	23
8. ประเภทของแมลงที่ผู้บริ โภคเลือกรับประทาน.....	25
9. ความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากแมลง.....	25
10. ความชอบของผู้บริโภคต่อตัวอย่าง A และ B.....	26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความมั่นคงทางอาหารของโลกในอนาคตจะเป็นปัญหาสำคัญ การเพิ่มขึ้นของประชากรโลกทุกปี ทำให้ความต้องการสินค้าเกษตรและอาหารตลอดจนการใช้พลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทำให้มีการใช้พลังงานทดแทนจากพืชซึ่งกระทบต่อผลผลิตพืชอาหาร ปัจจุบันการผลิตพืชอาหารลดลงด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่การเพาะปลูก เทคโนโลยีที่มีอยู่ และสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวน และเกิดการเคลื่อนย้ายแรงงานจากภาคเกษตรสู่อุตสาหกรรม เป็นผลทำให้การผลิตอาหารไม่เพียงพอับความต้องการของประชากรโลก โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศยากจนไม่มีกำลังในการซื้อ ด้วยปัจจัยเหล่านี้อาจนำไปสู่การเกิดวิกฤตอาหารโลก

ในรายงานเรื่อง แมลงที่รับประทานได้- กู່ทางความหวังแห่งอนาคตสำหรับความมั่นคงทางอาหารและอาหารสัตว์(Edible insects - Future prospects for food and feed security) ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ(FAO)ร่วมกับมหาวิทยาลัยวาเกนิงเกน ของเนเธอร์แลนด์ เรียกร้องให้ประชากรทั่วโลกหันมาบริโภคแมลงเป็นอาหารเพิ่มมากขึ้น เพราะแมลงเป็นแหล่งอาหารที่มีไขมันต่ำแต่มีโปรตีนและไฟเบอร์สูง เหมาะสมต่อการนำมาบริโภค และเป็นทางเลือกใหม่เพื่อบรรเทาความอดอยากที่เกิดขึ้นทั่วทุกมุมโลก โดยเฉพาะประเทศที่ยากจน การนำแมลงมาประกอบอาหารนั้นมีมา ตั้งแต่สมัยโบราณในหมู่ชนชาวพื้นเมืองในประเทศต่างๆในทวีปเอเชีย แอฟริกา ออสเตรเลีย และอเมริกา โดยมีการจดบันทึกการกินแมลงไว้หลายเล่ม (Vane-Wright, 1991) ในประเทศไทยได้มีความนิยมบริโภคแมลงเป็นอันมาก (วรากร และคณะ, 2518) แมลงที่พบมีขายทั่วไปได้แก่ ตั๊กแตน แมงคานา จิ้งหรีด รดด้วนอื่นน ซึ่งมีการนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้านและอาจมีการปนเปื้อนจากสารเคมีทางการเกษตร ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นการส่งเสริมเพื่อบริโภคหนอนนกจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง โดยศึกษาสูตรอาหารที่เพิ่มปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางโภชนาการของหนอนนกโดยใช้กากถั่วเหลืองร่วมกับอาหารไก่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาผลของสูตรอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของหนอนนกและการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

สูตรอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงหนอนนกและคุณค่าทางโภชนาการหนอนนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

สูตรอาหารที่เหมาะสมและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของหนอนนก

1.5 คำสำคัญของการวิจัย

หนอนนก(yellow mealworm) คุณค่าทางโภชนาการ(nutritional value) สูตรอาหาร(feed formula)

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ทราบถึงสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงหนอนนก
- 1.6.2 ทราบถึงองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบของสูตรอาหารและหนอนนก
- 1.6.3 ทราบแนวทางในการเลี้ยงหนอนนกเพื่อเป็นแหล่งอาหาร โปรตีน
- 1.6.4 การยอมรับของผู้บริโภคต่อหนอนนกทอด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หนอนนก เป็นแมลงชนิดหนึ่งที่มีขั้นตอนในการเลี้ยงที่ไม่ยุ่งยากเป็นแมลงที่สะอาดและปลอดภัย หนอนนกกยังเป็นสัตว์เศรษฐกิจสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงทำให้เกษตรกรมีรายได้ที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งหนอนนกระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยนั้นยังมีโปรตีน และไขมันสูงอีกด้วย

2.1 ลำดับอนุกรมวิธานของหนอนนก

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tenebrio molitor* L.

ชื่ออื่น: มอดรำข้าวสาลี หนอนเลี้ยงนก

อาณาจักร: Animalia

ไฟลัม: Arthropoda

ชั้น: Insecta

อันดับ: Coleoptera

วงศ์: Tenebrionidae

สกุล: *Tenebrio*

สปีชีส์: *molitor*

2.2 ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลายของหนอนนก

หนอนนกเป็นหนอนที่นำเข้ามาจากประเทศยุโรปเพื่อเลี้ยงเป็นอาหารของนก และ สัตว์ปีกของกรมป่าไม้ อาศัยในเขตอบอุ่น และ เขตหนาว ในธรรมชาติมีนิสัยชอบกินข้าวสาลี ไร ขนมปัง ฯลฯ หนอนนกที่เลี้ยงเป็นอาหารสัตว์มี 2 ชนิดคือ yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) และ dark mealworm (*Tenebrio obscurus*) ส่วนชนิดที่เลี้ยงในประเทศไทยคือ *T. molitor* เป็นที่รู้จักกันในนาม หนอนนกหรือมอดรำข้าวสาลี เนื่องจากการนำไปใช้เป็นอาหารให้นกกิน และ เนื่องจากหนอนชนิดนี้เจริญเติบโตจากการกินรำข้าวสาลี หนอนนกเป็นตัวอ่อนของแมลงปีกแข็งและยังเป็นแมลงชนิดหนึ่งที่เป็นศัตรูทางการเกษตรของข้าวสาลีจะก่อความเสียหายโดยแมลงชนิดนี้จะเข้าทำลายข้าวสาลีในโรงเก็บ (Hogan, 1999 ; โสภณ, 2555) หนอนนกจะไม่ทำลายผลผลิตโดยตรง พบว่าที่หนวดของหนอนนกจะมีอวัยวะรับความชื้นสามารถใช้ตรวจสอบได้ว่าที่ใดมีความชื้นมากหรือน้อย (Evan, 1975) เมื่อหนอนนกโตเป็นเต็มวัย ตัวผู้จะมีขนาดเล็กกว่าตัวเมียเล็กน้อยและเมื่อใช้มือบีบบริเวณก้นของตัวผู้จะเห็นดิ่งแหลม 2 อัน (อภิรักษ์, 2543) เป็นแมลงที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศของประเทศไทยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มีผู้นิยมนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ที่สำคัญชนิดหนึ่ง สามารถใช้เป็นอาหารธรรมชาติสำหรับเลี้ยงสัตว์ปีก สัตว์เลี้ยงลูก สัตว์น้ำ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด และพบว่าหนอนนกนี้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ที่มีสารอาหารครบถ้วน (โสภณ, 2555) จัดเป็นเป็นสัตว์เศรษฐกิจสร้างรายได้อีกตัวหนึ่งที่นำจับตามอง (อดิศัย, 2545) สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้เป็นอย่างดี (ลือกลาง, 2554) นอกจากนี้หนอนนกจัดเป็นแมลงที่มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 19.7 ของน้ำหนักตัว (นฤมล, 2550) สำหรับสัตว์ที่ชอบกินหนอนนกได้แก่ นกปรอทหัวจุก นกแก้ว นกขุนทอง นกกางเขนดง นกเอี้ยง ไก่ฟ้า ไก่แจ้ และปลากินเนื้อ ได้แก่ พวกปลาโรวาน่า ปลามังกร ปลาตะพัด (อดิศัย, 2545) นอกจากนี้มีการนำหนอนนกในระยะตัวหนอนและคักแต้มาเป็นเลี้ยงมวนพิฆาตและมวนเพชฌฆาตซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติซึ่งเข้าทำลายพวกหนอนศัตรูพืชที่สำคัญหลายชนิด หนอนนกมีการขยายพันธุ์ได้รวดเร็วมีขั้นตอนในการเลี้ยงที่ไม่ยุ่งยาก จึงนิยมนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารแก่แมลงตัวห้ำที่มีการเลี้ยงขยายพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ (รัตนา และ สุพันธ์, 2545) การทำฟาร์มเลี้ยงแมลง ใช้ต้นทุนไม่มาก สามารถพัฒนาเป็นธุรกิจได้ โดยเก็บแมลงที่พบในสภาพธรรมชาติ อาจจะเลี้ยงโดยสตรีหรือผู้คนที่อยู่ตามชนบทและสามารถมีรายได้จากการจำหน่ายแมลงที่นำมาปรุงเป็นอาหาร หรือการไปผ่านขบวนการเพื่อทำการสกัดโปรตีน แต่การเลี้ยงแมลงเพื่อใช้เป็นอาหารอยู่ในวงค่อนข้างจำกัด ในเขตอบอุ่นมีการเลี้ยงแมลงเพื่อเป็นสัตว์เลี้ยงและเป็นอาหารสัตว์ ในประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะที่ประเทศไทยพบฟาร์มแมลงมาก ถึง 20,000 แห่ง การทำฟาร์มแมลงจัดเป็นแนวทางหนึ่งช่วยในเรื่องความมั่นคงทางด้านอาหารและอาหารสัตว์ (Holloran, 2012)

ปัจจุบันมีการเลี้ยงหนอนนกเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์กันอย่างแพร่หลาย แต่การเพาะเลี้ยงหนอนนกต้องใช้รำข้าวสาลีเป็นอาหารหลัก ซึ่งรำข้าวสาลีต้องนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาแพง และหาซื้อยาก มีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงหนอนนกสูงตามไปด้วย ปัจจุบันได้มีนักวิจัยและเกษตรกรพยายามหาวัตถุดิบอาหารเพื่อทดแทนรำข้าวสาลี เช่น โกลบปาล์ม น้ำมันและรำละเอียด ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร หาซื้อได้ง่ายในท้องถิ่น และมีราคาถูกวัตถุดิบทั้งสองชนิดนี้มีองค์ประกอบทางเคมีที่ใกล้เคียงกับรำข้าวสาลี (โสภณ, 2555) จิราภรณ์ และทัศนีย์ (2544) กล่าวว่า การเพาะเลี้ยงหนอนนกต้องอาศัยเทคนิค การดูแลและการบริหารจัดการด้านการตลาดเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม สามารถเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของธุรกิจจำหน่ายอาหารมีชีวิตที่เหมาะสมทั้งสำหรับสัตว์น้ำและสัตว์ปีก ระยะเวลาจัดเป็นอาหารสดที่มีชีวิตและสามารถถูกย่อยสลายได้ดีกว่าอาหารสำเร็จรูป (อานนท์, 2547) และคาดว่าในอนาคต หนอนนกชนิดนี้จะกลายเป็นสัตว์เศรษฐกิจในวงการอาหารสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่มีมูลค่ามหาศาลซึ่งการที่จะเลี้ยงหนอนนกให้เจริญเติบโตได้ดีควรเลี้ยงในห้องที่ปรับ

อากาศเพราะสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยนั้นจะมีอากาศที่ร้อน อาจทำให้หนอนมีอัตราการตายที่สูงขึ้น (แจ่มจันทร์, 2525)

2.3 ชีวิตวิทยาของหนอนนก

หนอนนก หรือ หนอนเลี้ยงนก สามารถเติบโตและขยายพันธุ์ได้ดีในสภาพอากาศที่ค่อนข้างเย็น มีความชื้นสูงและอุณหภูมิอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 75 % (Evan, 1983) หนอนนกเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตัวเต็มวัยจะมีสีน้ำตาลดำหรือสีดำมันวาวมีความยาวประมาณ 15 มิลลิเมตร มีปีกแข็งหุ้มลำตัวอยู่ด้านบนในลำตัวจะมีปีกบางๆ มีขา 6 ขา เมื่อวางไข่ นั้น ลักษณะของไข่จะมีสีขาวนวลคล้ายถ้วยไข่จะมีขนาดเล็ก ตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่จะมีสีขาวขนาดเล็ก เมื่อมีอายุมากขึ้นจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและจนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล มีขนาดของลำตัวประมาณ 20-30 มิลลิเมตร ลำตัวจะมีลักษณะกลมเรียวยาว ผิวจะมันและลื่น จะมีข้อปล้อง รูปทรงกระบอกขาสั้น มีขา 3 คู่ เมื่อมองผ่านได้กล้อง stereo microscope จะเห็นเส้นข้างลำตัวเป็นสีน้ำตาล และมีรูหายใจปล้องละ 1 รู จากนั้นตัวหนอนจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน ตัวหนอนจะโตขึ้นและมีการลอกคราบ ประมาณ 13 ครั้ง ขนาดตัวหนอนเมื่อโตเต็มที่จะมีความยาวของลำตัว ประมาณ 2.5-2.8 เซนติเมตร ใช้ระยะเวลา 55-80 วัน ก็จะเข้าสู่ระยะดักแด้(โสภณ, 2556) เมื่อเป็นดักแด้จะมี สีขาว ยาวประมาณ 10-13 มิลลิเมตร หลังจากนั้นอีกประมาณ 1 สัปดาห์ ก็จะฟักออกจากดักแด้กลายเป็นตัวเต็มวัย และผสมพันธุ์วางไข่ต่อไป (อภิรักษ์, 2543)

ไข่ของหนอนนกจะเป็นแบบ elongate ค่อนข้างยาว มีสีขาวนวลรูปร่างรี ผิวเป็นมันขนาดประมาณ 0.8x1.8-1.5x2.0 มิลลิเมตร จะวางไข่บริเวณพื้นของภาชนะหรือจะติดกับอาหาร จะใช้เวลาประมาณ 7-10 วันมีการฟักตัวออกจากไข่ และขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ในฤดูหนาวไข่จะฟักเป็นตัวอ่อนช้ากว่าในฤดูร้อน (โสภณ, 2556) หนอนจะเป็นแบบ elateriform ระยะหนอนเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตช้าที่สุด หนอนวัยแรกจะใช้เวลาฟักออกจากไข่ประมาณ 1-2 ชั่วโมง (Cololey, 1990) ลำตัวจะยาวมากเมื่อฟักออกจากไข่ใหม่ๆ มีสีขาวต่อมาสีจะเข้มขึ้นขนาดเท่ากับ 2-3 มิลลิเมตร จะมีปล้องที่ลำตัวของหนอน จำนวน 9 ปล้อง ปล้องสุดท้ายจะมีขนาดเล็กที่สุด จะมีลักษณะของลำตัวพอมยาว ส่วนดักแด้ของหนอนนกมีขนาดกว้างประมาณ 4.5-5.5 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 14-18 มิลลิเมตร ดักแด้หนอนนกจะมีลักษณะหัวโต และเรียวยาวเล็กกลงไปทางหาง เมื่อเข้าดักแด้ในระยะเริ่มแรกจะเป็นสีขาว ลำตัวเหยียดตรง หลังจากนั้นจะเริ่มงอตัวด้านท้องแล้วเริ่มเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลอ่อน จนกระทั่งมีสีที่เข้ม ส่วนหัวพับเข้าหาส่วนอก ส่วนปีกพับไปอยู่ระหว่างขาเดินคู่ที่ 2 และ 3 ดักแด้จะนอนนิ่งไม่เคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ดักแต่จะเคลื่อนไหวบ้างเล็กน้อย ระยะนี้ตัวอ่อนจะมีเปลือกที่อ่อนนุ่มแต่ในช่วงท้ายนั้นจะมีเปลือกที่แข็งออกสีขาวน้ำตาลก่อนที่จะเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย (โสภณ, 2556) เพื่อฟักออกจากดักแต่มาเป็นตัวเต็มวัย โดยจะดันตัวออกมาจากส่วนหัวก่อน ตัวเต็มวัยที่ออกมาจากดักแต่ใหม่ๆ นั้นจะมีสีขาวนวล ด้านท้อง บริเวณอกจะมีสีเหลืองอ่อน ส่วนหัว ขาและหนวด จะมีสีน้ำตาลเข้ม ตามีสีดำ ส่วนต่างๆ ก็จะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ระยะดักแต่ 7-10 วัน ก็จะลอกคราบเข้าเป็นตัวเต็มวัย (Hill, 1990) ตัวเต็มวัยจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำเข้ม ส่วนท้องที่จะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ตัวเต็มวัยจะมีสีดำนูนาว มีเปลือกแข็งหุ้มลำตัวอยู่ด้านนอก และเมื่อตัวเต็มวัยมีอายุได้ 5-7 วันก็จะเริ่มผสมพันธุ์ครั้งแรก ตัวผู้จะใช้ aedeagus สำหรับสืบพันธุ์ ที่อยู่บริเวณปลายท้องสอดใส่ในอวัยวะของเพศเมีย ลักษณะของตัวเมียนั้นจะมีขนาดใหญ่กว่าตัวผู้ จากนั้นอีก 2-4 วัน ก็จะเริ่มวางไข่ครั้งแรกตัวเมียหนึ่งตัวจะวางไข่ได้ 8-10 ครั้ง ครั้งละ 80-100 ฟอง จากนั้นก็จะสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้อีกหลายครั้ง ตัวผู้จะมีอายุที่สั้นกว่าตัวเมีย อายุของตัวเต็มวัยนั้นจะต่างกันมากมีอายุ 5-70 วัน (Hogan, 1991 ; โสภณ, 2556)

2.4 สูตรของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงหอนนก

สำหรับการเลี้ยงหอนนกมีสูตรอาหารหลากหลายขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้วิจัย โสภณ (2556) ได้เลี้ยงหอนนกด้วยอาหาร 4 สูตร คือ รำข้าวสาลี กากปาล์มน้ำมัน กากปาล์มน้ำมันผสมรำละเอียด (อัตราส่วน 1:1) และกากปาล์มน้ำมันผสมรำละเอียด (อัตราส่วน 3:1) และพบว่าสูตรรำข้าวสาลีให้หอนนกมีโปรตีนสูงสุด 21.18 % ส่วนใหญ่อาหารที่แนะนำเลี้ยงหอนนกเป็นอาหารไก่เพราะรำข้าวสาลีมีราคาแพง (กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2010 ; ลือกาจ, 2011) อาทิตย์ (2544) พบว่าการเลี้ยงหอนนกด้วยสูตรอาหารไก่เล็กได้หอนที่มีโปรตีนสูงกว่าการเลี้ยงด้วยรำละเอียดและซีรีแลค ในกากถั่วเหลืองมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะโปรตีน (ยุพร, 2550) การนำกากถั่วเหลืองที่มีโปรตีนสูงถึง 47.6-51.5 % มีความชื้นสูงมากกว่า 75% ถั่วเหลืองมีโปรตีน 32-46 % และนิยมใช้ในสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์เพราะมีปริมาณมากพอกับความต้องการของตลาด (กองอาหารสัตว์, 2551) อาจนำมาใช้ในการเพิ่มปริมาณโปรตีนในหอนนก เพื่อลดการเลี้ยงด้วยรำข้าวสาลีและอาหารไก่ ส่วนในต่างประเทศเลี้ยงด้วยรำข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ธัญพืช และให้น้ำด้วยฝักชนิดต่างๆ เช่น แครอท กระหล่ำปลี ผักกาด หรือมันฝรั่งเป็นต้น หรืออาจเป็นผลไม้ ได้แก่ แอปเปิ้ล ซึ่งต้องระวังการเกิดเชื้อราทำให้อาหารเน่าเสียได้ (Elpel, 1996) สำหรับแครอทเป็นพืชที่เก็บไว้ได้นาน มีอยู่ตลอดปี มีโปรตีน 1.3 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.4 เปอร์เซ็นต์ (เพชรรัตน์, 2553) เปรมกมล และ สุวรินทร์(2556)พบว่า อาหารไก่เนื้อรำข้าวสาลี มะละกอดิบ ทำให้หอนนกมีน้ำหนักมากที่สุด คือ 3.82 มิลลิกรัม/หอน 20 ตัว และ อาหารไก่เนื้อ รำข้าวสาลี แดงโมอ่อน มีอัตราการฟักจากดักแต่เป็นตัวเต็มวัยสูงสุดคือ 91.12%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5 คุณค่าทางโภชนาการ

อรุณ(2531 และ 2540)กล่าวว่า จากการศึกษาคุณค่าทางอาหารของแมลงในประเทศไทย และเนื้อสัตว์ต่างๆ ต่อน้ำหนัก 100 กรัม พบว่า แมลงคืบเต่า มีโปรตีน 21-กรัม ไขมัน 7.1 กรัม ตั๊กแตนเล็ก มีโปรตีน 20.6 กรัม มีไขมัน 6.1 กรัม แมลงคานา มีโปรตีน 19.8 กรัม มีไขมัน 8.3 กรัม ไข่มดแดง มีโปรตีน 7 กรัม มีไขมัน 3.2 กรัม ขณะที่เนื้อไก่มีโปรตีน 20.2 กรัม ไขมัน 12.6 กรัมเนื้อวัว มีโปรตีน 18.8 กรัม ไขมัน 14.6 กรัม เนื้อหมู มีโปรตีน 14.1 กรัม ไขมัน 35 กรัม ปลาอุกมี โปรตีน 23 กรัม ไขมัน 2.4 กรัม และไข่ไก่ มีโปรตีน 12.7 กรัม ไขมัน 11.9 กรัม มีข้อมูลแสดงคุณค่าทางโภชนาการในไข่มดแดง ในปริมาณ 100 กรัม มีความชื้นที่ 81.9% โปรตีน 7.0 กรัม ไขมัน 3.2 กรัม แป้ง และน้ำตาล 6.5 กรัม มีพลังงาน 82.8 แคลอรี นอกจากนี้ไข่มดแดงยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุจำพวกแคลเซียม 8.4 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 113.4 มิลลิกรัม เหล็กและโซเดียม 28 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 96.3 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 10.15 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.19 มิลลิกรัม และไนอาซิน 0.92 มิลลิกรัม (มจค., 2553) ซึ่งแมลงจะมีโปรตีนสูงใกล้เคียงพวกเนื้อไก่ หมูและวัว แต่ จำเป็นต้องเลือกชนิดของแมลงที่รับประทานได้ และพยายามเลี้ยงแมลงที่มีสารพิษเจือปน เช่น ตั๊กแตนปาทังก้า เพราะมักจะอาศัยอยู่ตามไร้น้ำวอด ทำให้มีความเสี่ยงที่จะได้รับสารพิษตกค้างจากสารฆ่าแมลง ควรเลือกวิธีการประกอบอาหารให้ดี คือการคั่ว นึ่ง และหลีกเลี่ยงแมลงทอด เพราะจะเพิ่ม ไขมัน และใช้น้ำมันทอดซ้ำ ที่ทำให้เสี่ยงต่อสารก่อมะเร็ง รสชาติอาหารแมลง ผู้บริโภคบางรายมีความคุ้นเคยกับอาหารแมลงมาก่อนอยู่แล้วในบรรยากาศของการท่องเที่ยว

ปัจจุบันดำรงอาหารแมลงสนองตอบคนในเขตเมืองมากขึ้น วิธีปรุงนอกจากมีรูปแบบพื้นบ้านแล้ว อาจจะมีวิธีปรุงในรูปแบบ ผัด ทอด (เช่น ไข่เจียวใส่ไข่มดแดง ไข่เจียวใส่ตัวอ่อนแมลงปอ) ซุบแป้งทอด ยิ่งไปกว่านั้น อาจจะสามารถหากินอาหารแมลงที่ปรุงตามคาร์บสากล เช่น เบอร์เกอร์ แซนด์วิช และ พิซซาที่ใช้หนอนไม้ไผ่ หรือหนอนไหม อาหารเหล่านี้จะพบเห็นในย่านที่มีนักท่องเที่ยวต่างชาติ เช่น ภัตตาคาร แลบตลาด อดก. ถนนข้าวสาร พัฒน์พงษ์ สวนลุมไนท์บาร์ซ่า ภัตตาคารในจังหวัดท่องเที่ยวทางภาคเหนือและอีสาน ที่ผ่านมาอาหารแมลงเป็นอาหารของกลุ่มคนที่มีรายได้น้อยอาศัยอยู่ในชนบท (Yhoung-aree *et al.*, 1997) แต่ปัจจุบันพบเห็นดำรงอาหารแมลงทั้งที่ปรุงแบบพื้นบ้าน เช่น น้ำพริกแกง ในเขตเมือง ใช้ ผัด ทอด ซุบแป้งทอดและทำเบอร์เกอร์ แซนด์วิช พิซซา แมลงทอดจะไปได้ดีกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หนอนไม้ไผ่ และ พิซซาหนอนไหม ซึ่งปัจจุบันอาหารแมลงเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง พบว่าผู้ที่บริโภคแมลงสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 คนไทยในภาคเหนือและภาคอีสานทั้งที่อาศัยอยู่พื้นราบชาวเขา หรือย้ายถิ่นไปอยู่ที่จังหวัดอื่นๆ กลุ่มที่ 2 คนไทยที่ย้ายถิ่นออกจากภาคเหนือและ ภาคอีสานแล้วไปสร้างครอบครัวในจังหวัดอื่นๆ กลุ่มที่ 3 ที่มีพื้นเพเดิมมาจากจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ที่ไม่เคยกินอาหารแมลงมาก่อน เมื่อได้ลิ้มรสอาหารแมลงแล้วมักจะยอมรับในรสชาติ กลุ่มที่ 3 คนไทย ที่มีพื้นเพเดิมมาจากท้องถิ่นที่ไม่เคยกินอาหารแมลงมาก่อน แต่ได้พบเห็นอาหารแมลงที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไปจนชินตา บางคนที่มีนิสัยชอบทดลอง แม้ว่าอุปนิสัยของแมลงจะไม่น่าดูนัก แต่เมื่อได้ทดลองชิมก็มักจะติดใจรสชาติแล้วก็เกิดการยอมรับอาหารแมลงในที่สุด กลุ่มที่ 4 นักท่องเที่ยวต่างชาติ นอกจากนี้ ต้องกินแมลงที่เพิ่งปรุงเสร็จใหม่ๆ หากทิ้งไว้หลายวันอาจเกิดสารพิษได้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนและไขมัน ระหว่างแมลงกับเนื้อสัตว์ไม่แตกต่างกันมากนักในขณะที่เนื้อสัตว์มีราคาแพงขึ้น แมลงจะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญได้ในอนาคตเนื่องจากหาได้ง่าย และสามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปแมลงสะอาดกว่าสัตว์ชนิดอื่นและในปัจจุบันมีแนวโน้มว่าคนไทยนิยมรับประทานแมลงเพิ่มมากขึ้น(ข่าวสดรายวัน, 2556)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1. หนอนนกวัยแรก มาจากการเพาะเลี้ยงฟอ แม่พันธุ์
2. รำข้าวสาลี
3. อาหารไก่เล็ก ยี่ห้อ เมทาโกร 215
4. กากถั่วเหลืองป่น ยี่ห้อ ทีวีโอ ไฮโปรมิล
5. ถั่วเหลืองป่น
6. ผัก (แครอท)
7. เครื่องสกัดไขมันแบบ Soxtherm ยี่ห้อ Foss รุ่น M6
8. เครื่องย่อยเยื่อใย (Fibertec System) ยี่ห้อ Foss รุ่น M6
 - ชุดสกัดร้อน (Hot extraction)
 - ชุดสกัดเย็น (Cold extraction)
9. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Protein analyzer) ยี่ห้อ Foss รุ่น Kjeltac 8420, 8460
 - เครื่องย่อยสาร (Digestion system)
 - เครื่องดูดกำจัดไอรก (Scrubber unit)
 - เครื่องกลั่นโปรตีน/ไนโตรเจน (Distilling unit)
10. Spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV1601
11. Automatic bomb calorimeter ยี่ห้อ Leco รุ่น AC-350

3.1.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อหนอนนก

1. หนอนนกทอดกรอบกับสมุนไพร
2. แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคต่อหนอนนก

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของหนอนนก แผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) 5 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 รำข้าวสาลี

กรรมวิธีที่ 2 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 3:1

กรรมวิธีที่ 3 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:3

กรรมวิธีที่ 4 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กรรมวิธีที่ 5 อาหารไก่เล็ก + ถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

โดยเตรียมอาหารตามที่กำหนดในสูตรและใส่หนอนนกวัยแรกที่ฟักจากไข่และมีอายุประมาณ 1 สัปดาห์ จำนวน 850 ตัว/กล่อง และหนอนได้รับอาหารเสริมและน้ำผ่านทางวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ แครอท ทำการบันทึกการเจริญเติบโตของหนอน น้ำหนัก และอัตราการตายทุก สัปดาห์เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยการสุ่มเลือกหนอนนกเพื่อทำการชั่งน้ำหนัก วัดขนาดตัว จำนวน 100 ซ้ำ และตรวจนับจำนวนหนอนที่ตาย บันทึกผลที่ได้ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และทำการวิเคราะห์ต้นทุนที่เกิดจากการเลี้ยงหนอนแต่ละสูตร ตามราคาวัตถุดิบในวันที่ 9 เมษายน 2558 ดังนี้

รำข้าวสาลี ราคา กิโลกรัมละ 10.40 บาท

อาหารไก่เล็ก ราคา กิโลกรัมละ 15.70 บาท

กากถั่วเหลืองป่น ราคา กิโลกรัมละ 17.50 บาท

ถั่วเหลือง ราคา กิโลกรัมละ 17.35 บาท

ต้นทุนของอาหารในการเลี้ยงหนอนแต่ละสูตร/สัปดาห์

สูตรที่ 1 รำข้าวสาลี กิโลกรัมละ 10.40 บาท

สูตรที่ 2 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 3:1 กิโลกรัมละ 16.14 บาท

สูตรที่ 3 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:3 กิโลกรัมละ 17.04 บาท

สูตรที่ 4 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1 กิโลกรัมละ 16.6 บาท

สูตรที่ 5 อาหารไก่เล็ก + ถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1 กิโลกรัมละ 16.52 บาท

3.2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบของสูตรอาหาร และหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตรตามวิธีของ AOAC (2000) และ ศรีสกุล วรจันทร์ และคณะ (2551)

3.2.2.1 การวิเคราะห์ความชื้น

นำจานอลูมิเนียมพร้อมฝาเข้าอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำออกใส่โหลดูความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาชั่งน้ำหนัก ซึ่งตัวอย่างหนอนนกที่ต้องการวิเคราะห์ ประมาณ 2-3 กรัมใส่ในจานอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนัก นำจานอลูมิเนียมพร้อมฝาที่มีตัวอย่างอาหารไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำจานอลูมิเนียมพร้อมฝาออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นในโหลดูความชื้นเมื่อเย็นชั่งน้ำหนัก นำจานอลูมิเนียมพร้อมฝาที่มีตัวอย่างหนอนไปอบในตู้อบแห้งอีกครั้งทำตามขั้นตอนเดิม จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่

3.2.2.2 การวิเคราะห์เถ้าทั้งหมด (Ash) เผาด้วยกระบือในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำถ้วยกระบือออกจากเตาเผาไปไว้ในโหลดูความชื้นทิ้งให้เย็นแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก ซึ่งตัวอย่างหนัก 2-3 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระบือ นำไปเผาให้หมดวันแล้วนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เผาจนได้เถ้าเป็นสีขาวหรือสีเทาใช้เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุขัดแย้งถึงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประมาณ 3-4 ชั่วโมง ลดอุณหภูมิเตาเป็น 120 องศาเซลเซียส รอจนอุณหภูมิเตาลงเป็น 120 องศาเซลเซียส คีบถ้วยกระเบื้องจากเตาเผาใส่โหลสุญญากาศ แล้วชั่งน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องที่มีถ้ำอยู่

3.2.2.3 การวิเคราะห์ไขมัน (Crude fat)

การวิเคราะห์ไขมันโดยเครื่อง Soxtherm นำตัวอย่างอาหารห่อด้วยกระดาษกรอง 2-3 กรัม เข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง นำปิเกออร์ใส่หีบเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำออกใส่โหลสุญญากาศทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก เปิดเครื่องสกัดไขมันและเครื่องหมุนเวียนทาความเย็น 30 นาที นำตัวอย่างอาหารห่อด้วยกระดาษกรองที่อบแล้วใส่ขวดแก้วกันเบน เดิม Petroleum ether 150 ml แล้วใส่ในเครื่องสกัด ไขมันตั้งโปรแกรมที่ตัวเครื่อง เมื่อเครื่องทำงานเสร็จ นำออกจากเครื่องไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปใส่ในโหลสุญญากาศทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก

3.2.2.4 การวิเคราะห์เยื่อใยทั้งหมด (Crude fiber)

เตรียม glass crucible ที่ใช้สำหรับการย่อยอาหารและกรองกาก ชั่งซีไลท์ประมาณ 0.1 กรัม ใส่ลงไปใน glass crucible ชั่งตัวอย่างอาหารใส่ลงใน glass crucible 2 กรัม นำ glass crucible ที่เตรียมใส่ลงในชุดจับ crucible แล้วนำไปวางในชุดสกัด นำตัวอย่างอาหาร ไปสกัดไขมันออกก่อน โดยใช้ชุดสกัดเย็น นำชุด glass crucible ออกจากชุดสกัดเย็น แล้วนำไปเข้าชุดสกัดร้อน เดิม กรดกำมะถันที่ต้มจนร้อนทางด้านบนของ column 200 ml หยด antifoaming ลงไป 1 หลอด ปิดฝาทางด้านบน column และนำแผ่นกันความร้อน มาปิดด้านบนของที่วาง glass crucible เปิดปั๊มน้ำเย็นให้ไหลผ่าน condenser ต้มให้เดือด 30 นาที เมื่อครบเวลา เปิดก๊อกน้ำประปาของเครื่องสกัดร้อน เพื่อทำการดูดสารละลายกรดออก ล้างกากที่อยู่ใน glass crucible ด้วยน้ำกลั่นร้อน 6-7 ครั้ง โดยใช้สเปรย์น้ำ ลงไปทางด้านบนของ column แล้วดูดน้ำออกจนแห้ง เดิม สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ต้มจนร้อน เปิดปั๊มน้ำเย็นให้น้ำไหลผ่าน condenser ทำการกรองสารละลายกรดให้แห้งหมด ล้างกากที่อยู่ใน glass crucible ด้วยน้ำกลั่นร้อน 6-7 ครั้ง โดยใช้สเปรย์น้ำ นำ glass crucible ออกจากชุดสกัดร้อน ไปอบที่ตู้อบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเข้าโหลสุญญากาศทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนักของ glass crucible ที่มีซีไลท์และกากที่เหลือจากการย่อย จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำ glass crucible ออกจากเตาเผาเข้าไปใส่โหลสุญญากาศ เมื่อเย็นจึงชั่งน้ำหนัก

3.2.2.5 การวิเคราะห์โปรตีนหยาบ (Crude protein)

แบบการไตเตรดโดยตรง (direct titration) ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยขนาด 250 ml เดิม catalyst mixture 7 กรัม เดิมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 ml นำหลอดย่อยไปต้มบนเครื่องย่อย 1 ชั่วโมงอุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เมื่อครบเวลา ตั้งเวลาเป็น 45 นาที อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

เมื่อทำการย่อยเสร็จ เตรียมหลอดย่อยเพื่อเข้าเครื่องกลั่นโปรตีน เดิมกรดบอริก 4% หยดอินดิเคเตอร์ เดิม NaOH 45% และน้ำกลั่น ใส่ถึงที่ต่อเข้ากับเครื่องกลั่นโปรตีน นำหลอดย่อยเปล่าใส่เครื่องเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทำการล้างเครื่องเมื่อเสร็จแล้วนำหลอดย่อยที่ไม่มีอาหารเป็น blank นำหลอดย่อยที่ย่อยเสร็จแล้วมาใส่ในเครื่องกลั่นทำการกลั่นนำฟลาสมาทักเก็บแอมโมเนียเพื่อทำการไตเตรตนำสารละลายยีสีเขียวในฟลาสไปไตเตรตกับกรดซัลฟูริก 0.1N จนได้ end point สีชมพู

3.2.2.6 การวิเคราะห์แคลเซียม

วิเคราะห์แคลเซียมด้วยวิธีไตเตรตโดยตรง นำตัวอย่างหนอนนกก 3 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง นำไปเผาบนเตาไฟฟ้าจนแห้ง และเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง นำออกจากเตาเผาทิ้งให้เย็นและทำให้ชื้นด้วยกรดไนตริก ตั้งบนเตาไฟฟ้าจนแห้ง นากลับไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส 1.5 ชั่วโมง เเผาจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว เติมกรดเกลือ 50 % จำนวน 10 ml นำไปตั้งบนเตาไฟฟ้าต้มให้เถ้าละลายให้หมด ใช้แท่งแก้วคน ถ่ายสารละลายที่ได้ลงขวดปริมาตรขนาด 250 ml ชะล้างเถ้าในถ้วยกระเบื้องหรือบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่นแล้วเทใส่ในขวดวัดปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 250 ml ไปเปิดดูดสารละลายมา 50 ml ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 ml แล้วหยด methyl red ลงไป 1-2 หยด ทาให้เป็นกลางด้วยแอมโมเนียเข้มข้น 25-28 % หรือจนสารละลายมีสีเหลืองอ่อนๆของ methyl red เติมกรดเกลือ 6N ลงไป 1.5 ml ยูเรีย 5 กรัม และ แอมโมเนียมออกซาลेट 4% 5 ml ลงในบีกเกอร์ ปิดด้วยกระจกนาฬิกา นำไปต้มให้เดือดน้อยๆจนกระทั่งสารละลายในบีกเกอร์เปลี่ยนเป็นสีส้มหรือขาว กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 40 ล้างตะกอนด้วยแอมโมเนียเจือจาง จนออกซาลेटหมด ส่วนที่เหลือบนกระดาษกรองคือ ตะกอนของแคลเซียมออกซาลेट (CaC_2O_4) เาะกระดาษกรองและล้างด้วยน้ำกลั่นจนหมดตะกอน แล้วเติมกรดกำมะถันเข้มข้น 2.5 ml แล้วนำไปอุ่นบนเตาไฟฟ้า จากนั้นนำมาไตเตรตกับสารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.05 N จนได้สารละลายที่มีสีชมพูจางๆ

3.2.2.7 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

วิเคราะห์หาฟอสฟอรัสโดยวิธี Spectrophotometry ซึ่งตัวอย่างหนอนนกก 2 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง เเผาให้หมดคว้นบนเตาไฟฟ้าและนำไปเผาในเตาเผาที่ 600 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ถ่ายจากถ้วยกระเบื้องลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 ml ล้างถ้วยกระเบื้องด้วยกรดเกลือเจือจาง 10 ml และใช้น้ำกลั่นร้อนช่วยในการล้างถ้วยกระเบื้องอีกครั้ง เทน้ำล้างลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นร้อนลงในบีกเกอร์ประมาณ 75 ml ระบายน้ำให้เหลือประมาณ 50 ml 1-2 ชั่วโมง เเทสารละลายในบีกเกอร์ ใส่ขวดวัดปริมาตรและปรับปริมาตรให้เป็น 250 ml จากนั้นใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 กรองสารละลาย เขย่าขวดวัดปริมาตรให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อให้เกิดสีเหลืองแล้วนำไปอ่านค่าดูดกลืนแสง จากเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร

3.2.2.8 การวิเคราะห์หาพลังงาน (gross energy)

เอกสารการวิเคราะห์หาพลังงาน (gross energy) ด้วยเครื่อง Automatic bomb calorimeter รุ่น AC-350
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อहनอนนค

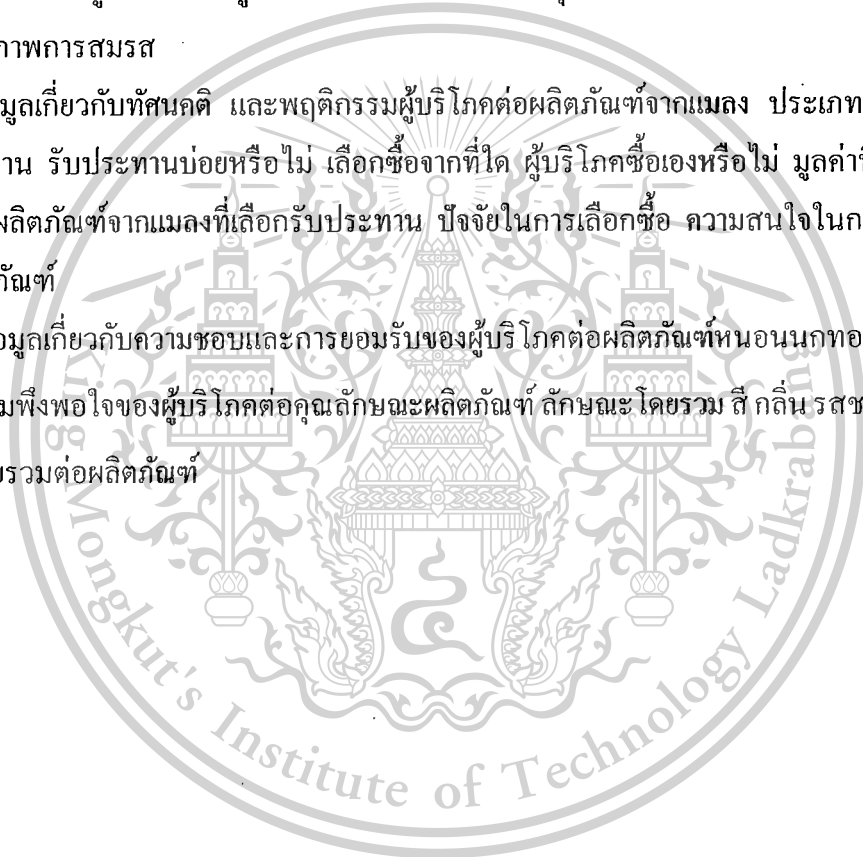
นำहनอนนคที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรIII แทนรหัสผลิตภัณฑ์ A มีโปรตีนสูงที่สุด และสูตร I แทนรหัสผลิตภัณฑ์ B มาทำการทดสอบ และทดสอบความชอบเรื่องสี กลิ่นรสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9 point hedonic test (ไม่ชอบมากที่สุด-ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบ 100 คน จากทั้งจังหวัดกรุงเทพมหานคร พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี และจังหวัดใกล้เคียง โดยเลือกจากกลุ่มคนที่เคยรับประทานแมลง และสำรวจพฤติกรรมทั่วไป ความคิดเห็น การยอมรับ และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากแมลงहनอนนคทดสอบสมุนไพร

โดยใช้แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 สอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน สถานะภาพการสมรส

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติ และพฤติกรรมผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากแมลง ประเภทแมลงที่เลือกรับประทาน รับประทานบ่อยหรือไม่ เลือกซื้อจากที่ใด ผู้บริโภคซื้อเองหรือไม่ มูลค่าที่ซื้อต่อครั้ง ลักษณะผลิตภัณฑ์จากแมลงที่เลือกรับประทาน ปัจจัยในการเลือกซื้อ ความสนใจในการเลือกซื้อ การบรรจุภัณฑ์

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์हनอนนคทดสอบสมุนไพร ความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ ลักษณะโดยรวม สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

4.1 ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของหนอนนก

4.1.1 การเลี้ยงหนอนนก ครั้งที่ 1

4.1.1.1 น้ำหนักของหนอนนก

จากการศึกษาผลของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนนกทั้ง 5 สูตร พบว่า ในสัปดาห์ที่ 1 หนอนนกที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) นั้นมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 2.57 กรัม รองมา คือ อาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) อาหาร ไข่ เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) รำข้าวสาลี และอาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) มีน้ำหนักเฉลี่ย คือ 2.48, 2.48, 2.47 และ 2.44 กรัม ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 8 รำข้าวสาลีได้หนอนนกที่มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักมากที่สุด คือ 5.34 กรัม รองมา คือ หนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) และอาหาร ไข่ เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) ได้หนอนน้ำหนักเท่ากัน คือ 5.32 กรัม หนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) และอาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) ให้หนอนมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุดในสัปดาห์ที่ 8 คือ 5.31 กรัม สูตรอาหารทั้ง 5 สูตร มีผลต่อน้ำหนักของหนอนนก (ตารางที่ 1)

4.1.1.2 ความยาวของหนอนนก

สูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนนกทั้ง 5 สูตร ไม่มีผลต่อความยาวของหนอนนกในสัปดาห์ที่ 1 หนอนนกที่ถูกเลี้ยงด้วย อาหาร ไข่ เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) มีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.48 เซนติเมตร รองมา คือ รำข้าวสาลี อาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) อาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) อาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) อาหาร ไข่ เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) มีความยาวเฉลี่ยเท่ากัน คือ 1.47 เซนติเมตร และในสัปดาห์ที่ 8 หนอนนกที่เลี้ยงด้วย รำข้าวสาลี อาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) อาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) อาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) อาหาร ไข่ เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) มีความยาวเฉลี่ยเท่ากันเป็น 1.63 เซนติเมตร และไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่า สูตรอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีผลต่อความยาวของหนอนนก (ตารางที่ 2)

4.1.2 การเลี้ยงหนอนนก ครั้งที่ 2

4.1.2.1 น้ำหนักของหนอนนก

น้ำหนักของหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร พบว่า ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 น้ำหนักหนอนนก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในสัปดาห์แรกหนอนนกที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) อาหาร ไข่ เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) อาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) อาหาร ไข่ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) และ รำข้าวสาลี มีน้ำหนักเฉลี่ย คือ 2.55, 2.51, 2.48, 2.45 และ 2.45 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3) และในสัปดาห์ที่ 8 หนอนนกที่เลี้ยงด้วยสูตรรำข้าวสาลีมีการเพิ่มขึ้นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 1 น้ำหนักหนอนในการเลี้ยงครั้งที่ 1

สูตรอาหาร ¹	น้ำหนักหนอน ² (กรัม)							
	1	2	3	4	5	6	7	8 (สัปดาห์)
1	2.47 ^a ±0.09	3.89 ^a ±0.11	4.45 ^b ±0.06	4.90 ^{bc} ±0.03	5.16 ^b ±0.03	5.23 ^b ±0.01	5.30 ^b ±0.01	5.34 ^b ±0.01
2	2.48 ^b ±0.11	3.84 ^b ±0.09	4.35 ^b ±0.03	4.91 ^b ±0.02	5.10 ^b ±0.02	5.18 ^b ±0.01	5.25 ^d ±0.32	5.31 ^c ±0.01
3	2.44 ^d ±0.09	3.80 ^b ±0.01	4.30 ^d ±0.01	4.88 ^c ±0.01	4.99 ^c ±0.06	5.18 ^b ±0.00	5.27 ^c ±0.03	5.31 ^c ±0.01
4	2.57 ^b ±0.09	3.78 ^d ±0.04	4.28 ^c ±0.03	4.87 ^c ±0.05	5.07 ^c ±0.11	5.21 ^b ±0.02	5.29 ^b ±0.02	5.32 ^b ±0.01
5	2.48 ^b ±0.10	1.72 ^e ±0.75	4.46 ^b ±0.06	4.89 ^c ±0.02	5.00 ^d ±0.02	5.13 ^d ±0.01	5.23 ^c ±0.01	5.32 ^b ±0.01

¹สูตร 1 ไร่ข้าวสาลี

สูตร 2 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 3:1

สูตร 3 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:3

สูตร 4 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

สูตร 5 อาหารไก่เล็ก + ถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

²ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

^{ab} = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2 ความยาวหนอนก่ในการเลี้ยงครั้งที่ 1

สูตรอาหาร ¹	ความยาวหนอน ² (เซนติเมตร)							
	1	2	3	4	5	6	7	8 (สัปดาห์)
1	1.47 ^{ns} ±0.01	1.50 ^b ±0.00	1.45 ^c ±0.04	1.57 ^b ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.62 ^a ±0.00	1.62 ^{ns} ±0.00	1.63 ^{ns} ±0.00
2	1.47 ±0.01	1.51 ^b ±0.00	1.52 ^b ±0.01	1.58 ^a ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.61 ^b ±0.00	1.62 ±0.00	1.63 ±0.00
3	1.47 ±0.01	1.51 ^b ±0.00	1.53 ^b ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.61 ^b ±0.00	1.62 ±0.00	1.63 ±0.00
4	1.47 ±0.01	1.51 ^b ±0.00	1.53 ^b ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.60 ^c ±0.00	1.61 ^b ±0.00	1.62 ±0.00	1.63 ±0.00
5	1.48 ±0.00	1.49 ^c ±0.01	1.53 ^b ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.61 ^b ±0.00	1.62 ±1.00	1.63 ±0.00

¹สูตร 1 ไร่ข้าวสาลี

สูตร 2 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 3:1

สูตร 3 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:3

สูตร 4 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

สูตร 5 อาหารไก่เล็ก + ถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

²ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = non significant

ตารางที่ 3 น้ำหนักหนอนนกในการเลี้ยงครั้งที่ 2

สูตรอาหาร ¹	น้ำหนักหนอน ² (กรัม)							
	1	2	3	4	5	6	7	8 (ลิปดาห์)
1	2.45 ^{ns} ±0.11	3.86 ^{ns} ±0.19	4.46 ^b ±0.05	4.90 ^{ns} ±0.03	5.16 ^a ±0.03	5.25 ^a ±0.01	5.30 ^{ns} ±0.01	5.34 ^a ±0.01
2	2.48 ±0.11	3.86 ±0.10	4.33 ^c ±0.12	4.91 ±0.01	5.10 ^b ±0.02	5.18 ^c ±0.02	5.16 ±0.32	5.32 ^c ±0.01
3	2.45 ±0.10	3.81 ±0.02	4.28 ^c ±0.11	4.88 ±0.01	5.00 ^d ±0.05	5.19 ^c ±0.02	5.28 ±0.03	5.32 ^c ±0.01
4	2.55 ±0.11	3.78 ±0.06	4.31 ^d ±0.09	4.88 ±0.05	5.08 ^c ±0.11	5.21 ^b ±0.02	5.29 ±0.02	5.33 ^b ±0.01
5	2.51 ±0.09	3.82 ±0.10	4.48 ^a ±0.07	4.89 ±0.01	5.00 ±0.02	5.15 ^d ±0.02	5.24 ±0.02	5.32 ^c ±0.01

¹สูตร 1 ไร่ข้าวสาลี

สูตร 2 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 3:1

สูตร 3 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:3

สูตร 4 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

สูตร 5 อาหารไก่เล็ก + ถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

²ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

^{ns} = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

น้ำหนักมากที่สุด คือ 5.34 กรัม รองมา คือ หนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) มีน้ำหนัก 5.33 กรัม ส่วนอาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) อาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) และอาหาร ใ้ เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) ได้หนอนนกมีน้ำหนักเท่ากันเป็น 5.32 กรัม

4.1.2.2 ความยาวเฉลี่ยของหนอนนก

จากการศึกษาขนาดของหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหาร ทั้ง 5 สูตร พบว่า ในสัปดาห์ที่ 1 หนอนนกที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) อาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) และอาหาร ใ้ เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) มีความยาวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในสัปดาห์ที่ 8 หนอนนกที่เลี้ยงด้วย รำข้าวสาลี อาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) อาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) อาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) และอาหาร ใ้ เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) มีความยาวเฉลี่ยเท่ากัน คือ 1.63 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่มีผลต่อความยาวของหนอนนก (ตารางที่ 4)

4.1.3 ต้นทุนในการเลี้ยงหนอนนก

การเลี้ยงหนอนด้วยสูตรรำข้าวสาลีหนอนนกจะมีน้ำหนักมากที่สุด และต้นทุนในการผลิตอยู่ที่ 215 บาท/กิโลกรัม คือ สูตรที่เหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงหนอนนกจำหน่ายเพราะต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด รองลงมาเป็นอาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง อัตรา (3:1) 345.20 บาท/กิโลกรัม อาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง อัตรา (1:1) 347.5 บาท/กิโลกรัม อาหาร ใ้ เล็ก+ถั่วเหลือง อัตรา (1:1) 350.40 บาท/กิโลกรัม และอาหาร ใ้ เล็ก+กากถั่วเหลือง อัตรา (1:3) เป็นสูตรอาหารทำให้หนอนมีโปรตีนสูงที่สุด ต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 357.70 บาท/กิโลกรัม ซึ่งต้นทุนในการผลิตหนอนนกก่อนข้างสูงเนื่องจาก ราคาอาหาร ซึ่งอาจต้องลดต้นทุนด้วยการหาวัตถุดิบที่เหลือใช้ทดแทน อาทิ เช่น การใช้กากปาล์มน้ำมัน (โสภณ, 2556) การลดต้นทุนการผลิตจะทำให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้น และสนใจในการเลี้ยงหนอนเพื่อเป็นแหล่งอาหาร โปรตีน

4.2 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่เลี้ยงหนอนนกและหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร

4.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบในสูตรอาหารเลี้ยงหนอนนก

จากผลการทดลองการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนนกในแต่ละสูตร พบว่าวัตถุดิบที่มี ปริมาณ โปรตีนที่สูงที่สุด คือ กากถั่วเหลืองมีโปรตีน 48.82% สอดคล้องกับการทดลองของ (พันธ์ทิพา, 2539)รองมา คือ ถั่วเหลือง อาหาร ใ้ เล็ก รำข้าวสาลี และแครอท มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 39.35, 21.18, 18.72 และ 7.06% ตามลำดับ ตัวอย่างอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนนกที่ให้ปริมาณไขมันมากที่สุด คือ ถั่วเหลืองมีไขมัน 20.14% รองมา คือ รำข้าวสาลี อาหาร ใ้ เล็ก แครอท และกากถั่วเหลือง คือ 3.63, 2.84, 1.31 และ 1.06% ตามลำดับ(ตารางที่ 5) การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยของตัวอย่างอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนนกในแต่ละสูตร พบว่ารำข้าวสาลีมีปริมาณเยื่อใยมากที่สุด เท่ากับ 9.26% รองมา คือ แครอท 7.97% กากถั่วเหลือง 6.27% อาหาร ใ้ เล็ก 3.54% และถั่วเหลือง 2.98% ($P<0.05$) ผลการวิเคราะห์ค่าพลังงานตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงหนอนนก พบว่า ถั่วเหลืองให้ค่าพลังงานมาก คือ 5,420.80 cal/g รองมาคือ กากถั่วเหลือง รำข้าวสาลี อาหาร ใ้ เล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เชิงพาณิชย์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกกรณีการนำไปใช้.

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4 ความยาวหนอนนกในการเลี้ยงครั้งที่ 2

สูตรอาหาร ¹	ความยาวหนอน ² (เซนติเมตร)							
	1	2	3	4	5	6	7	8 (ตัดคาท์)
1	1.47 ^{ns} ±0.01	1.50 ^b ±0.00	1.45 ^d ±0.05	1.57 ^b ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.62 ^a ±0.00	1.62 ^{ms} ±0.00	1.65 ^{ms} ±0.00
2	1.48 ±0.01	1.51 ^a ±0.00	1.52 ^c ±0.01	1.58 ^a ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.61 ^b ±0.00	1.62 ±0.00	1.63 ±0.00
3	1.47 ±0.00	1.51 ^a ±0.00	1.54 ^a ±0.00	1.58 ^a ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.61 ^b ±0.00	1.62 ±0.00	1.63 ±0.00
4	1.48 ±0.03	1.51 ^a ±0.00	1.53 ^b ±0.00	1.58 ^a ±0.00	1.60 ^a ±0.00	1.62 ^a ±0.00	1.63 ±0.00	1.63 ±0.00
5	1.48 ±0.00	1.51 ^a ±0.01	1.53 ^b ±0.00	1.58 ^a ±0.00	1.58 ^b ±0.00	1.61 ^b ±0.00	1.62 ±0.00	1.63 ±0.00

¹สูตร 1 ไร่ข้าวสาลี

สูตร 2 อาหาร ไข่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 3:1

สูตร 3 อาหาร ไข่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:3

สูตร 4 อาหาร ไข่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

สูตร 5 อาหาร ไข่เล็ก + ถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

²ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ns = non significant

ตารางที่ 5 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย และ พลังงาน ในวัตถุดิบที่ใช้เลี้ยงหนอนนก

วัตถุดิบในสูตรอาหาร	ค่าเฉลี่ย±S.D			
	โปรตีน(%)	ไขมัน(%)	เยื่อใย(%)	พลังงาน(cal/g)
รำข้าวสาลี	18.72 ^a ±0.16	3.65 ^b ±0.04	9.26 ^c ±0.23	4,253.10 ^c ±5.23
ถั่วเหลือง	39.35 ^b ±0.34	20.14 ^a ±0.02	2.98 ^c ±0.13	5,420.80 ^a ±8.76
กากถั่วเหลือง	48.82 ^c ±0.06	1.06 ^c ±0.02	6.27 ^b ±0.13	4,426.50 ^b ±6.78
อาหารไก่เล็ก	21.18 ^c ±0.08	2.84 ^c ±0.02	3.54 ^d ±0.16	4,071.75 ^d ±0.21
แครอท	7.06 ^c ±0.07	1.31 ^d ±0.13	7.97 ^b ±0.05	3,786.45 ^c ±5.58

^aตัวอย่างอาหารแห้งบางส่วน (partial day sample)

^bค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนที่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้ DMRT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เล็ก และแครอท มีค่าพลังงานเท่ากับ 4,426.50, 4,253.10, 4,071.75 และ 3,786.45 cal/g ตามลำดับ อาหารทั้ง 5 ชนิด และแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของหนอนนก

จากผลการการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหนอนนกที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหาร 5 สูตร พบว่า ปริมาณโปรตีนที่พบในหนอนนกสูงที่สุด คือ หนอนนกที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) คือ 54.89% สูตรอาหารที่ให้ปริมาณโปรตีนรองมา คือ อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) อาหาร ใก่เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) รำข้าวสาลี คือ 53.70, 52.95, 52.48 และ 51.00% ตามลำดับ สูตรอาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) และอาหาร ใก่เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) จะได้หนอนนกมีปริมาณโปรตีนที่ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ผลการศึกษาพบว่า สูตรอาหารที่ให้ปริมาณไขมันในหนอนนกมากที่สุด คือ อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) และรำข้าวสาลี คือ 29.88 และ 29.54% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4.14) สูตรอาหารเลี้ยงหนอนนกที่มีไขมัน รองลงมา คือ อาหาร ใก่เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) คือ 26.45, 23.84 และ 19.20% ตามลำดับ ปริมาณไขมันของหนอนนกไม่สอดคล้องกับการทดลองของ Klasing *et al.* (2000) เนื่องด้วยในการทดลองใช้สูตรอาหารที่แตกต่างกันในการเลี้ยงจึงมีปริมาณไขมันที่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อใยของหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหาร 5 สูตร พบว่าหนอนนกมีปริมาณเชื้อใยที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) สูตรอาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) ได้ปริมาณเชื้อใย 7.63% อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) 7.34% อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) 6.85 % อาหาร ใก่เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) 6.77% รำข้าวสาลี 6.46% อาหารทั้ง 5 สูตร มี สูตรอาหารที่ให้พลังงานมากที่สุด คือ อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) คือ 61.93 cal/g รองมา คือ รำข้าวสาลี อาหาร ใก่เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) คือ 58.98, 57.31 และ 57.22 cal/g ตามลำดับ รำข้าวสาลี อาหาร ใก่เล็ก+ถั่วเหลือง (3:1) อาหาร ใก่เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) ให้พลังงานที่ใกล้เคียงกันและมากกว่าหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) มีพลังงาน เท่ากับ 53.21 cal/g (ตารางที่ 6)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสของหนอนนกที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหาร 5 สูตร พบว่า สูตรอาหารที่ได้หนอนนกมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด คือ สูตรรำข้าวสาลี คือ 0.26% รองมา คือ สูตรอาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (3:1) 0.19% อาหาร ใก่เล็ก+ถั่วเหลือง (1:1) 0.17% อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:3) กับ อาหาร ใก่เล็ก+กากถั่วเหลือง (1:1) มีปริมาณของแคลเซียมที่เท่ากัน คือ 0.16% ปริมาณแคลเซียมในหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 6 ปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย และ พลังงาน ในวัตถุดิบที่ใช้เลี้ยงหนอนนก

สูตรอาหาร	ค่าเฉลี่ย \pm S.D			
	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เส้นใย (%)	พลังงาน (cal/g)
1	51.00 ^d \pm 1.40	29.54 ^a \pm 3.12	6.46 ^{ns} \pm 0.62	5898.23 ^b \pm 7.37
2	53.70 ^b \pm 0.39	29.88 ^a \pm 3.87	6.85 \pm 0.90	6193.22 ^a \pm 7.92
3	54.89 ^a \pm 0.41	19.20 ^c \pm 6.83	7.34 \pm 1.50	5321.41 ^c \pm 8.96
4	52.95 ^c \pm 0.41	23.84 ^a \pm 5.93	7.63 \pm 0.80	5722.25 ^b \pm 2.66
5	52.48 ^c \pm 0.11	26.45 ^b \pm 6.06	6.77 \pm 0.65	5731.41 ^b \pm 1.35

¹สูตร 1 รำข้าวสาลี

สูตร 2 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 3:1

สูตร 3 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:3

สูตร 4 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

สูตร 5 อาหารไก่เล็ก + ถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

²ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

^{ns} = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 7 ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส ความชื้น และเถ้าในหนอนนก

สูตรอาหาร	ค่าเฉลี่ย \pm S.D			
	แคลเซียม(%)	ฟอสฟอรัส(%)	ความชื้น(%)	เถ้า(%)
1	0.26 ^{ns} \pm 0.20	0.75 ^{ns} \pm 0.17	5.64 ^{ns} \pm 4.09	3.79 ^{ns} \pm 0.90
2	0.19 \pm 0.04	0.64 \pm 0.07	2.86 \pm 0.22	3.82 \pm 0.24
3	0.16 \pm 0.01	0.72 \pm 0.16	5.41 \pm 5.15	4.42 \pm 1.21
4	0.16 \pm 0.01	0.79 \pm 0.18	5.50 \pm 4.36	4.79 \pm 0.87
5	0.17 \pm 0.03	0.78 \pm 0.16	6.00 \pm 3.42	4.42 \pm 0.77

สูตร 1 ไร่ข้าวสาลี

สูตร 2 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 3:1

สูตร 3 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:3

สูตร 4 อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:1

สูตร 5 อาหารไก่เล็ก + ถั่วเหลืองป่น อัตรา 1:F

^aค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

^{ns} = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อहनอนนทอกรอบสมุนไพร

จากการสำรวจข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้บริโภค จำนวน 100 คน ต่อผลิตภัณฑ์हनอนนทอกรอบ เพศชายคิดเป็นร้อยละ 44 และเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 56 ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงอายุ 15-25 ปี ร้อยละ 46 อายุ 26-35 ปี 36-45 ปี 46-66 ปี คิดเป็นร้อยละ 14, 22 และ 18 ตามลำดับ มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี อนุปริญญา มัธยม ต่ำกว่ามัธยม และสูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 66, 14, 8, 7 และ 5 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นพนักงานเอกชน คิดเป็นร้อยละ 57 รองมาเป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 28 มีรายได้ส่วนใหญ่อยู่ที่ 5,000-10,000 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 35 สถานะภาพการสมรส คิดเป็นร้อยละ 48 จากข้อมูลการสำรวจจะเห็นว่ากลุ่มคนที่เข้ามาทดสอบทางการยอมรับแมลงเป็นอาหารส่วนใหญ่จะมีรายได้ต่อเดือนที่ไม่สูงมากจัดอยู่ในกลุ่มอายุที่เป็นช่วงวัยรุ่นมีอาชีพและรายได้ในระดับปานกลาง สถานะภาพโสดและสมรสใกล้เคียงกัน ประเภทของแมลงที่ผู้บริโภคเลือกรับประทานส่วนใหญ่ คือ ตั๊กแตน คิดเป็นร้อยละ 50 ประเภทแมลงที่รองมา คือ จิ้งหรีด หอนนรดคว่น ตั๊กแตนหอน ไหม แมลงกระซอน จักจั่น แมลงอินูน และแมลงคานา คิดเป็นร้อยละ 15, 15, 6, 5, 4, 3 และ 2 ตามลำดับ (ตารางที่ 8) สอดคล้องกับข้อมูลของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข (2544)

ข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่า ผลิตภัณฑ์จากแมลงที่ผู้บริโภคเลือกรับประทาน คือ แมลงทอดกรอบ แมลงชุบแป้งทอด แมลงอบกรอบ แมลงคั่ว โดยส่วนใหญ่เป็นแมลงทอดกรอบ ถึงร้อยละ 78 รองมา คือ แมลงชุบแป้งทอด แมลงอบกรอบ แมลงคั่ว คิดเป็นร้อยละ 10, 8 และ 4 (ตารางที่ 4.19) ผลการสำรวจในเรื่องของความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากแมลง จากผู้บริโภค จำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ได้รับประทานแมลงเป็นประจำ นานๆครั้งถึงจะบริโภค คิดเป็นร้อยละ 71 ประมาณ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 10 อื่นๆ ร้อยละ 10 เดือนละครั้ง ร้อยละ 7 ประมาณ 3-4 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 1 และบริโภคแมลงทุกวันมีเพียงแค่ ร้อยละ 1 เท่านั้น เนื่องจากแมลงเป็นของกินเล่นและไม่ได้เป็นที่นิยมเหมือนอาหารหลัก (ตารางที่ 9)

การสอบถามสถานที่ที่ผู้บริโภคเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากแมลง พบว่า ในจำนวน 100 คน ผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้เลือกซื้อผลิตภัณฑ์แมลงจากตลาดใกล้บ้านคิดเป็นร้อยละ 60 รถเข็นขายแมลงคิดเป็นร้อยละ 35 และจากซูเปอร์มาร์เก็ต คิดเป็นร้อยละ 5

จากการสำรวจข้อมูลการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์และมูลค่าในการเลือกซื้อจากผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าส่วนใหญ่ผู้ตอบแบบสอบถามจะเป็นผู้ที่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ด้วยตนเองคิดเป็นร้อยละ 68 และมูลค่าในการซื้อผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 20 บาท คิดเป็น ร้อยละ 57 รองมา คือ ญาติ บุตรหลาน และอื่นๆ คิดเป็น ร้อยละ 20, 4 และ 8 ตามลำดับ มูลค่าที่ซื้อผลิตภัณฑ์จากแมลงต่อครั้งรองมา คือ สูงกว่า 20 บาท ต่ำกว่า 20 บาท และอื่นๆคิดเป็นร้อยละ 33, 6 และ 4 ตามลำดับ นันทกานต์(2557) กล่าวว่าแม้แมลงทอดจะมีคุณค่าทางอาหารสูงสามารถบริโภคได้แต่ควรระวังบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการเรียนการสอนเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 8 ประเภทของแมลงที่ผู้บริโภครับประทาน

ประเภทแมลง	จำนวน (n=100)	ร้อยละ
ตั๊กแตนป่าทั้งกา	50	50
จิ้งหรีด	15	15
หนอนรดคว่น	15	15
ดักแด้หนอนไหม	6	6
แมงกระซอน	5	5
จักจั่น	4	4
แมงอีหนู	3	3
แมงคานา	2	2

ตารางที่ 9 ความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากแมลง

ความถี่ในการบริโภค	ความถี่ (n=100)	ร้อยละ
ทุกวัน	1	1
1-2 ครั้ง/สัปดาห์	1	1
3-4 ครั้ง/สัปดาห์	10	10
เดือนละครั้ง	7	7
นานๆครั้ง	71	71
อื่นๆ	10	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อย่างระมัดระวัง เพื่อความปลอดภัยควรเลือกซื้อแมลงทอดจากแหล่งที่เชื่อถือได้ มีลักษณะสดใหม่ ควรรับประทานในปริมาณที่พอดี

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสบนถนนกทอดกรอบสมุนไพร จากผู้ทดสอบจำนวน 100 คน พบว่า ความชอบสีของหนอนนทอดกรอบสมุนไพร ตัวอย่าง A และ B คือ 6.97 และ 6.86 ตามลำดับ กลิ่นของหนอนนทอดกรอบสมุนไพร ตัวอย่าง A และ B คือ 6.81 และ 6.64 ตามลำดับ รสชาติของหนอนนทอดกรอบสมุนไพร ตัวอย่าง A และ B คือ 6.70 และ 6.94 ตามลำดับและความชอบโดยรวม ตัวอย่าง A และ B คือ 6.95 และ 6.99 ตามลำดับ ระดับคะแนนความชอบคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ต่อผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง A และ B มีระดับคะแนนที่ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 10) การยอมรับ และการซื้อผลิตภัณฑ์หนอนนทอดกรอบสมุนไพรก่อนให้ความรู้เรื่องโภชนาการของหนอนนทอดกรอบสมุนไพรจากผู้ทดสอบ จำนวน 100 คน พบว่า ร้อยละ 89 ยอมรับได้ และไม่ยอมรับคิดเป็น ร้อยละ 11 การคาดการณ์ในการซื้อผลิตภัณฑ์เมื่อออกวางจำหน่ายร้อยละ 66 ซื้อไม่แน่ใจ และไม่ซื้อคิดเป็น ร้อยละ 25 และ 9 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ความชอบของผู้บริโภคต่อตัวอย่าง A และ B

ความชอบ	ตัวอย่าง	
	A	B
สี	6.90 ^{ns} ±1.74	6.67 ^{ns} ±1.56
กลิ่น	6.81 ±1.70	6.64 ±1.75
รสชาติ	6.50 ±2.00	6.74 ±1.81
ความชอบโดยรวม	6.95 ±1.74	6.99 ±1.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของหนอนนก

การเลี้ยงหนอนนกทั้ง 3 ครั้ง ด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนนกทั้ง 3 ครั้ง อาหารสูตร รำข้าวสาลี ให้น้ำหนักเฉลี่ยของหนอนนกมากที่สุด ต้นทุนของอาหารในการเลี้ยงหนอนนกด้วยรำข้าวสาลีจะประหยัดมากที่สุด และได้หนอนที่มีน้ำหนักมากที่สุดเป็น 5.34 กรัม คิดเป็น 10.40 บาท/กิโลกรัม ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้สูตรอาหารนี้ในการเลี้ยงหนอนนกเพื่อจำหน่ายเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ แต่ต้องหาวัตถุดิบชนิดอื่นเพื่อลดต้นทุนการเลี้ยงหนอนนกต่อไป

5.2 คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบที่เลี้ยงหนอนนกและคุณค่าทางโภชนาการของหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร

ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่เลี้ยงหนอนนก พบว่า รำข้าวสาลี ความชื้น 2.83 % เถ้า 5.47 % แคลเซียม 0.17 % ฟอสฟอรัส 1.03 % โปรตีน 18.72 % ไขมัน 3.63 % เยื่อใย 9.26 % และพลังงาน 4,253.10 cal/g ถั่วเหลืองมีความชื้น 1.58 % เถ้า 5.57 % แคลเซียม 0.20 % ฟอสฟอรัส 0.60 % โปรตีน 39.35 % ไขมัน 20.14 % เยื่อใย 2.98 % และพลังงาน 5,420.80 cal/g อาหารไก่มีความชื้น 5.46 % เถ้า 7.03 % แคลเซียม 0.70 % ฟอสฟอรัส 0.95 % โปรตีน 21.18 % ไขมัน 2.84 % เยื่อใย 3.54 % และพลังงาน 4,071.75 cal/g กากถั่วเหลืองมีความชื้น 1.44 % เถ้า 6.94 % แคลเซียม 0.26 % ฟอสฟอรัส 0.64 % โปรตีน 48.82 % ไขมัน 1.06 % เยื่อใย 6.27 % และพลังงาน 4,426.50 cal/g แครอทมีความชื้น 4.02 % เถ้า 6.79 % แคลเซียม 0.26 % ฟอสฟอรัส 0.23 % โปรตีน 7.06 % ไขมัน 1.31 % เยื่อใย 7.97 % และพลังงาน 3,786.45 cal/g

ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร พบว่า หนอนนกที่เลี้ยงด้วย อาหารสูตร III มีปริมาณ โปรตีนสูงที่สุด คือ 54.89 % มีไขมันน้อยที่สุด คือ 19.20 % และให้พลังงานน้อยที่สุด คือ 5,321.41 cal/g อาหารสูตร รำข้าวสาลี ให้น้ำหนักมากที่สุด โปรตีนน้อยที่สุด คือ 51.00 % หนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร II มี ปริมาณ ไขมันสูงที่สุด คือ 29.88 และให้พลังงานมากที่สุด คือ 6,193.22 cal/g % หนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร IV มีเยื่อใยสูงที่สุด คือ 7.63 % และปริมาณเถ้าสูงที่สุด คือ 4.79 % ส่วนอาหารสูตร I ให้น้ำหนักน้อยที่สุด คือ 6.46 %

5.3 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อหนอนนกทอดกรอบสมุนไพร

การสำรวจข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้บริโภค จำนวน 100 คน ต่อผลิตภัณฑ์ หนอนนกทอดกรอบ เพศชายคิดเป็นร้อยละ 44 และเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 56 ส่วนใหญ่จะอยู่ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงอายุ 15-25 ปี ร้อยละ 46 อายุ 26-35 ปี 36-45 ปี 46-66 ปี คิดเป็นร้อยละ 14, 22 และ 18 ตามลำดับ มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี อนุปริญญา มัธยม ต่ำกว่ามัธยม และสูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 66, 14, 8, 7 และ 5 ตามลำดับ ส่วนใหญ่มืออาชีพเป็นพนักงานเอกชน คิดเป็นร้อยละ 57 รองมามีอาชีพเป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 28 มีรายได้ส่วนใหญ่ออยู่ที่ 5,000-10,000 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 35

พบว่า ประเภทของแมลงที่ผู้บริโภคเลือกรับประทานส่วนใหญ่ คือ ตั๊กแตน คิดเป็นร้อยละ 50 ประเภทแมลงที่รองมา คือ จิ้งหรีด หนอนรดคว่น ดักแด้หนอนไหม แมงกระซอน จักจั่น แมงอีนูน และแมงคา คิดเป็นร้อยละ 15, 15, 6, 5, 4, 3 และ 2 ตามลำดับ ผลการสำรวจจากผู้บริโภคเรื่องของการความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากแมลง พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ได้รับประทานแมลงเป็นประจำ นานๆครั้งจึงจะบริโภค คิดเป็นร้อยละ 71 ประมาณ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 10 อื่นๆ ร้อยละ 10 เดือนละครั้ง ร้อยละ 7 ประมาณ 3-4 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 1 และบริโภคแมลงทุกวันมีเพียงแค่ ร้อยละ 1 เท่านั้น

จากการทดสอบผลิตภัณฑ์หนอนนกทอดกรอบสมุนไพร จากผู้ทดสอบจำนวน 100 คน โดยแทนตัวอย่าง A คือ เคี้ยวด้วยอาหารไก่กับกากถั่วเหลือง และ ตัวอย่าง B เคี้ยวด้วยรำข้าวสาลี โดยการเปรียบเทียบระดับคะแนน 1-9 ไม่ชอบมากที่สุด-ชอบมากที่สุด พบว่า ระดับความพึงพอใจลักษณะปรากฏโดยรวม (สี กลิ่น ของหนอนนกทอดกรอบสมุนไพร) ของ ตัวอย่าง A และ B คือ 6.92 และ 6.93 ตามลำดับ สีของหนอนนกทอดกรอบสมุนไพร ตัวอย่าง A และ B คือ 6.97 และ 6.86 ตามลำดับกลิ่นของหนอนนกทอดกรอบสมุนไพร ตัวอย่าง A และ B คือ 6.81 และ 6.64 ตามลำดับรสชาติของหนอนนกทอดกรอบสมุนไพร ตัวอย่าง A และ B คือ 6.70 และ 6.94 ตามลำดับและความชอบโดยรวม ตัวอย่าง A และ B คือ 6.95 และ 6.99 ตามลำดับ เมื่อผู้บริโภคได้รับความรู้ในตัวผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจและมีการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์มากขึ้นเมื่อราคาขายของผลิตภัณฑ์หนอนนกทอดกรอบสมุนไพรจากผู้บริโภค ผู้บริโภคยอมรับ ราคาขายที่ 30 บาท/กระปุก (50 g) ซึ่งมีราคาที่ใกล้เคียงกับแมลงชนิดอื่นที่วางขายตามตลาดและเป็นราคาที่ไม่สูงมาก คิดเป็นร้อยละ 84

จากการสำรวจจะเห็นว่ากลุ่มคนที่บริโภคแมลงส่วนใหญ่จะมีรายได้ต่อเดือนที่ไม่สูงมากนักอยู่ในกลุ่มอายุที่เป็นช่วงวัยรุ่นมีอาชีพและฐานะในระดับกลางผู้ทำแบบสอบถามให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์นี้ เพราะแมลงจากธรรมชาติจึงปลอดภัยมีกลิ่นและรสชาติที่อร่อยและยังมีราคาที่ไม่แพงอีกทั้งแมลงก็ยังมีประโยชน์หากมีการเลี้ยงที่สะอาดก็จะทำให้น่าเลือกซื้อมากขึ้นและควรมีการทำผลิตภัณฑ์ของแมลงในรูปแบบอื่นๆ มากขึ้นหลากหลายชนิดและหนอนนกเป็นแมลงชนิดใหม่ที่ไม่ค่อยมีผู้นิยมบริโภคจึงน่าลองรับประทาน ผู้ทำแบบสอบถามที่ไม่ยอมรับให้เหตุผลว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนตัวเป็นคนที่ไม่กินแมลงและกลัวแล้วหนอนนกก็เป็นแมลงชนิดใหม่ที่นำมาแปรรูปจึงไม่ค่อย
มั่นใจในความปลอดภัยมากนัก สำหรับราคาขายส่วนใหญ่ผู้บริโภคราคาที่แพงกว่านี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2010.เทคนิคการเลี้ยงขยายพันธุ์หนอนนก.

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร.

กองอาหารสัตว์. 2551. ถั่วเหลืองแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์. เอกสารวิชาการกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.

ข่าวสดรายวัน. 2556. โปรตีนจากแมลง. ฉบับประจำวันที 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2556.ปีที่ 23 ฉบับที่ 8206.

แจ่มจันทร์ พิริยะพงศ์. 2525. รายงานคุณค่าทางอาหารของหนอนนก. ฝ่ายเพาะเลี้ยงสัตว์ป่ากรมป่าไม้. กรุงเทพมหานคร. 13 หน้า.

จิราภรณ์ เสวะนา และทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2544. การเลี้ยงหนอนนก (*Tenebrio molitor* L.). แก่นเกษตร 29(4) : 194-200.

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2555. ความยั่งยืนของธุรกิจแมลงกินได้. แก่นเกษตร 40 : 203-206.

เปรมกมล นาหัวหนอง และสุวรินทร์ บารุงสุข. 2556. ผลสูตรอาหารชนิดต่างๆก้นต่อการเจริญเติบโตของหนอนนก. การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 11 วันที่ 30-31 กรกฎาคม 2556 ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี. 2553. ผลิตภัณฑ์ข้าวเม้าหมีธัญพืชเสริมแคลเซียมอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ยุพร พิชกมูท. 2550. การใช้ประโยชน์จากกากถั่วเหลือง. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง 15(2) : 34-41.

มงคล อินทรีย์งาม. 2553. การเพาะเลี้ยงแมลงเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ : ทานตะวัน.

นฤมล แสงประดับ. 2525. สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนา นชะพงษ์ และสุพัทธา จิตต์ชื่น. 2545. อัตราการปล่อยยวณพินาต *E. furcellata* ควบคุม หนอนกระทุ้งในถั่วเหลือง. รายงานผลการวิจัย 2545 กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ, กองกีฏศาสตร์วิทยา. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ลืออาก ภูพัฒนากุล. 2554. คู่มือการเพาะเลี้ยงหนอนนก. สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยสถาบันการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- วรการ วรอำศวปติ จำนง วิสุททธิแพทย ชูเกียรติ มณีธร. 2518. แมลงที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เอกสารวิจัยฉบับที่ 7 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม ศรีสกุล วรจันทรานนท์ วิจิตโรทัย และจรรยา คงฤทธิ์. 2551. คู่มือปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์. ภาควิชา เทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง. อดุ่น ลีวานิช. 2531. แมลงที่กินได้. กสิกร 61(6) : 547-535.
- โสภณ บุญถ้ำ. 2555. การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตหนอนนก. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ 4(3) : 1.
- โสภณ บุญถ้ำ. 2556. คู่มือเพาะเลี้ยงหนอนนก. โครงการคลินิกเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.
- อดุ่น ลีวานิช. 2531. แมลงที่กินได้. กสิกร 61(6) : 547-535.
- อดุ่น ลีวานิช. 2540. แมลงกับวัฒนธรรมพื้นบ้าน. บทบรรณาธิการ วารสารกสิกรรมและสัตววิทยา. 19(3) : 1-2.
- อดิษฐ์ เจริญพาณิชย์. 2545. หนอนนกงานอิสระสร้างเงิน. คู่มือการเพาะเลี้ยงแมลงเศรษฐกิจ, กรุงเทพฯ.
- อานนท์ เขชจารุณ. 2547. ธุรกิจอาหารปลาสวย. กรุงเทพฯ : พงษ์สาส์น.
- อภิรักษ์ สุวรรณรักษ์. 2543. หนอนนก : อาหารสุขภาพสัตว์. วารสารแม่โจ้ปริทัศน์ 1(6) : 68-75.
- AOAC. 2000. AOAC official method of analysis. Maryland, USA.
- Cololey, L. S. 1990. Scientific Guide for Pest Control Operation for Pesticides. Harvesting Publishing Co., New York.
- DeFoliart, G.R. 1975. Insects as a Source of Protein. Bulletin Entomological Society of America 21(3): 161-163.
- DeFoliart, G.R. 1997. An Overview of the Role of Edible Insects in Preserving Biodiversity. Ecology of Food and Nutrition 36(2-4) : 109-132.
- Elpel, T. J. 1996. Raising mealworms. The Food Insects Newsletter 9(1) : 1-2.
- Evan, D.E. 1975. The Life of Beetles. Oxford, Great Britain.
- Evan, D.E. 1983. "The Biology of Stored Products. .Coleoptera Proceedings of Autralian Development Assistant". Course on Preservation of stored Cereals, CSIRO Division of Entomology Canberra, Australia.
- FAO. 2012. Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security. Technical Consultation Meeting 23-25 January 2012, Rome, Italy.

FAO. 2013. Edible Insect. Future Prospects for Food and Feed Security. Food and Agriculture

Organization of the United Nations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Ghaly, A.E., and Aikoaik, F.N. 2009. "The Yellow Mealworm as a Novel Source of Protein".
American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 4(4) : 319-331. 73 Halloran,
A. 2012. The Contribution of Insect to Food Security, Likelihood and the
Environment.[Online.]Available <http://www.fao.org/docrep/018/i3264e/i3264e00.pdf>
- Hill, S.D. 1990. Pest of Stored Products and Their Control. Belhaven Press Publication. pp 247.
- Hogan, G.R. 1991. Selenium-induced mortality and tissue distribution studies in *Tenebrio molitor*
L. Environmental Entomology 20(3) : 790-791.
- Yhoun-aree, J., Puwastein, P. and Attig, A. 1997. Edible insect in Thailand: an unconventional
protein source. Ecology of Food and Nutrition. 36 : 133-149.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ นามสกุล นางสาว สุวรินทร์ บำรุงสุข

ที่อยู่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

ประวัติการศึกษา วท.บ.(สัตววิทยา), 2522

M.Agr.(Wildlife Sciences),1983

Ph.D.(Entomology), 1986

ปัจจุบัน พนักงาน(อาจารย์) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ นามสกุล นางสาวเปรมกมล นาหัวหนอง

ที่อยู่ 139/761 หมู่ 4 ต. พยอม อ. วังน้อย จ.พระนครศรีอยุธยา 13170

ประวัติการศึกษา วท.บ.(พืชศาสตร์), 2555

วท.ม.(เกษตรศาสตร์),2558



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.