ผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิต และต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่ไทยละโว้

นางสาวธัญหทัย สุขสมพืช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2559

Effect of Yeast Fermented Cassava Pulp on Productive Performance and Feed Cost in Thai Lavo Chicken

Miss Thunhatai Sooksompuch

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Agriculture in Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives

Sukhothai Thammathirat Open University

2016

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิต และต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่ไทยละโว้

ชื่อและนามสกุล นางสาวธัญหทัย สุขสมพืช

แขนงวิชา การจัดการการเกษตร

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. อาจารย์ ดร. วรินธร มณีรัตน์

2. รองศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทชาคำ

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2560

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. วรางคณา กิจพิพิธ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. วรินธร มณีรัตน์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทชาคำ)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์รสลิน ศิริยะพันธุ์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิต และต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่ไทยละโว้

ผู้วิจัย นางสาวธัญหทัย สุขสมพืช **รหัสนักศึกษา** 2579001856

ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) อาจารย์ ดร. วรินธร มณีรัตน์ (2) รองศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทซาคำ

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อ 1) สมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยละโว้ และ 2) ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่ไทยละโว้

การวิจัยนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้ลูกไก่ไทยละโว้คละเพศ อายุ 14 วัน จำนวน 96 ตัว แบ่งออกเป็น 4 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ สุ่มไก่ทดลองเลี้ยงในกรงทดลอง ขนาดความกว้าง 1.0 × 1.5 × 1.8 เมตร จำนวน 12 กรงๆ ละ 8 ตัว โดยแต่ละทรีตเมนต์จะได้รับอาหารแตกต่างกันดังนี้ ทรีตเมนต์ที่ 1 ได้รับอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว (กลุ่มควบคุม) ทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 ได้รับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสด ตามลำดับ ใช้ระยะเวลาการทดลอง 92 วัน ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย พบว่า กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่อายุการหมัก 21 วัน มีค่าวัตถุแห้ง, โปรตีนรวม และพลังงานทั้งหมด เท่ากับ 20.13 เปอร์เซ็นต์ 10.34 เปอร์เซ็นต์ และ 3,545.85 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ สำหรับสมรรถภาพการผลิต พบว่า ไก่ทดลองในทุกทรีตเมนต์มีค่าปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับด้านต้นทุนค่าอาหาร พบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของทรีตเมนต์ที่ 4 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 56.73 บาท ขณะที่ทรีตเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 78.85, 79.34 และ 71.98 บาท ตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์สามารถทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าได้ถึงที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตของไก่ไทยละโว้ และส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของไก่ไทยละโว้มีค่าลดลง

คำสำคัญ กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ สมรรถภาพการผลิต ไก่ไทยละโว้ ต้นทุนค่าอาหาร

Thesis title: Effect of Yeast Fermented Cassava Pulp on Productive Performance and Feed Cost in Thai Lavo Chicken
Researcher: Miss Thunhatai Sooksompuch; **ID:** 2579001856;
Degree: Master of Agriculture (Agricultural Resources Management);
Thesis advisors: (1) Dr. Warinthorn Maneerat; (2) Dr. Monticha Putsakum, Associate Professor; **Academic year:** 2016

Abstract

The objectives of this research were to study the effects of yeast fermented cassava pulp on 1) productive performance, and 2) feed cost in Thai Lavo chicken production.

The research was a completely randomized design (CRD) with four treatments and three replications. Ninety-six of Thai Lavo chickens at 14 days old were randomly put in 12 cages with size of 1.0x1.5x1.8 meter (8 chickens per cage). Each treatment was fed with different feed as follow: Treatment 1 was fed only commercial concentrate feed. Treatment 2, 3 and 4 were fed with yeast fermented cassava pulp substitution of commercial concentrate feed at 10, 20 and 30 percent, respectively (as wet basis). The studied period was 92 days. All data were analyzed by analysis of variance of the statistical package. Duncan's new multiple rang test was used to test different among treatment means.

The results showed that dry matter, crude protein and gross energy of yeast fermented cassava pulp at 21 days of fermentation were 20.13 percent, 10.34 percent and 3,545.85 calorie/gram, respectively. The productive performance of Thai Lavo chicken in all treatments in term of feed intake, average daily gain, feed conversion ratio, live ability, mortality rate and production index were not significant differenc ($P>0.05$). Feed cost per kilogram body weight gain of Treatment 4 (56.73 baht) was lower than Treatment 1 (78.85 baht), Treatment 2 (79.34 baht) and Treatment 3 (71.98 baht). The experiment showed that yeast fermented cassava pulp could be used to substitute commercial concentrate feed at 30 percent with no effect on feed intake, average daily gain, feed conversion ratio, live ability, mortality rate and production index in Thai Lavo chicken. Moreover, feed cost per kilogram body weight gain of Thai Lavo chicken was decrease.

Keywords: Yeast fermented cassava pulp, Productive performance, Thai Lavo chicken, Feed cost

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จากอาจารย์ ดร. วรางคณา กิจพิพิธ ที่ให้เกียรติเป็นประธานสอบปกป้องวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. วรินธร มณีรัตน์ และรองศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทซาคำ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่กรุณาให้คำชี้แนะ ถึงแนวคิด ขั้นตอน วิธีการและการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณแพรวพรรณ เครือมังกร นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา ที่กรุณาให้คำแนะนำในการเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์และการวิเคราะห์อาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบพระคุณ คุณสุชาติ ยี่สาคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทดลอง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ทุกท่านที่ช่วยเหลือและให้การสนับสนุน รวมไปถึงการให้กำลังใจ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จลุล่วง ความดีหรือคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้เป็นบุญกุศลแด่บิดา มารดา อาจารย์ อันเป็นที่รักและเคารพทุกท่าน

ธัญหทัย สุขสมพืช

สิงหาคม 2560

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 2
ขอบเขตของการวิจัย 2
นิยามศัพท์เฉพาะ 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4
ไก่พื้นเมือง และไก่ไทยละโว้ 4
ระบบทางเดินอาหารและการย่อยอาหารในสัตว์ปีก 8
กากมันสำปะหลัง 11
ยีสต์ 14
การหมักพืชอาหารสัตว์ 17
การใช้กากมันสำปะหลังในการเลี้ยงสัตว์ปีก 19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 22
รูปแบบการวิจัย 22
โรงเรือนและอุปกรณ์การทดลอง 22
วิธีการวิจัย. 23
การเก็บข้อมูล 26
การวิเคราะห์ข้อมูล 28
ระยะเวลาในการทดลอง 28
สถานที่การทดลองและเก็บข้อมูล 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 29
ตอนที่ 1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง 29
ตอนที่ 2 น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตของไก่ทดลอง 32
ตอนที่ 3 ปริมาณการกินได้ของไก่ทดลอง 34
ตอนที่ 4 อัตราการแลกเนื้อของไก่ทดลอง 35
ตอนที่ 5 ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ทดลอง 36
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 38
สรุปการวิจัยและอภิปรายผล 38
ข้อเสนอแนะ 44
บรรณานุกรม 45
ภาคผนวก 50
ก ภาพการทดลอง 51
ข ผลการทดลอง 57
ประวัติผู้วิจัย 69

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลัง (ในรูปน้ำหนักแห้ง) 13
ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลัง ที่ใช้ในงานวิจัย (ในรูปน้ำหนักแห้ง) 24
ตารางที่ 3.2 ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่พื้นเมืองอายุ 4-16 สัปดาห์ 26
ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามชนิดอาหาร (ในรูปน้ำหนักแห้ง) 30
ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามทรีตเมนต์ (ในรูปน้ำหนักแห้ง) 31
ตารางที่ 4.3 น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตของไก่ทดลอง 33
ตารางที่ 4.4 ปริมาณการกินได้ของไก่ทดลองในแต่ละช่วงอายุตั้งแต่ 24-115 วัน 34
ตารางที่ 4.5 อัตราการแลกเนื้อของไก่ทดลองในแต่ละช่วงอายุตั้งแต่ 24-115 วัน 35
ตารางที่ 4.6 ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ทดลอง 37

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 พ่อแม่พันธุ์ไก่ไทยละโว้ 5
ภาพที่ 2.2 ระบบทางเดินอาหารของสัตว์ปีก 8
ภาพที่ 2.3 แผนผังกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง 12
ภาพที่ 2.4 ลักษณะยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในรูปแบบต่างๆ 16

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไก่ไทยละโว้เป็นชื่อไก่ทางการค้าของจังหวัดลพบุรี โดยกรมปศุสัตว์ได้ส่งเสริมการเลี้ยงไก่ไทยละโว้ในจังหวัดลพบุรีมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2555 ทั้งนี้ ได้วิจัยและปรับปรุงพันธุ์จากสายพันธุ์ไก่ลูกผสม 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ไก่พันธุ์ประดู่, ไก่พันธุ์เซี่ยงไฮ้, ไก่พันธุ์โรดไอแลนด์, ไก่พันธุ์บาร์พรีมัทร็อค และไก่พันธุ์ประดู่หางดำ (เชียงใหม่1) โดยลักษณะเด่นของไก่ไทยละโว้ คือ มีลักษณะหน้าดำ ขนดำ และแข้งดำ ไก่ไทยละโว้เป็นไก่ที่เลี้ยงง่าย ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี หากินเองได้ตามธรรมชาติ ไข่ดกพอประมาณ สามารถฟักไข่และเลี้ยงลูกด้วยตัวเองได้ ซึ่งในปัจจุบันเนื้อของไก่พื้นเมืองนับว่าเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีคุณภาพเนื้อดีรวมทั้งมีองค์ประกอบของโปรตีนสูงและไขมันต่ำ โดยองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไก่ไทยละโว้มีโปรตีน 20.7 เปอร์เซ็นต์,ไขมัน 1.1 เปอร์เซ็นต์,ไตรกลีเซอรอล 2.4 กรัม/100 กรัม และคอเลสเตอรอล 20.0 มิลลิกรัม/100 กรัม (อภินันท์ จินพละ, 2556) อย่างไรก็ตาม ข้อด้อยของการเลี้ยงไก่ไทยละโว้ คือ มีอัตราการเจริญเติบโตช้า ต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานประมาณ 4-5 เดือน ถึงจะได้น้ำหนักประมาณ 1.5 กิโลกรัมที่สามารถจับเพื่อจำหน่ายได้ จึงส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงสูงกว่าไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้า อีกทั้งเกษตรกรส่วนใหญ่อาศัยพื้นที่บริเวณบ้าน สวนหลังบ้านหรือแปลงไร่นาในการเลี้ยงดู โดยมีการให้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าร่วมกับอาหารตามธรรมชาติและผลพลอยได้ทางการเกษตร ทำให้ปริมาณอาหารและคุณภาพอาหารไม่แน่นอน ส่งผลให้ไก่ไทยละโว้มีอัตราการเจริญเติบโตช้า

ในปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น ข้าวโพด รำ ปลายข้าว มีราคาสูง จึงมีการนำผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตรมาใช้เลี้ยงสัตว์เพิ่มมากขึ้น เช่น กากมันสำปะหลังจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งในแต่ละปีจะมีผลผลิตของกากมันสำปะหลังในปริมาณมาก เกษตรกรสามารถหาซื้อได้ง่ายและมีราคาถูก ทั้งนี้ กากมันสำปะหลังได้จากขบวนการผลิตแป้งมันโดยผ่านเครื่องสกัดแป้ง เพื่อแยกเอากากมันสำปะหลังออกจากน้ำแป้ง กากมันสำปะหลังมีองค์ประกอบทางโภชนะ ได้แก่ แป้ง 50.20 เปอร์เซ็นต์, วัตถุแห้ง 89.12 เปอร์เซ็นต์, เถ้า 5.32 เปอร์เซ็นต์, เยื่อใย 14.57 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 2.35 เปอร์เซ็นต์ (สุเมธ ไตรพฤกษชาติ ยุวเรศ

เรืองพานิช เสกสม อาตมางกูร อรประพันธ์ ส่งเสริม และสุกัญญา รัตนทับทิมทอง, 2552) จะเห็นได้ว่ากากมันสำปะหลังมีองค์ประกอบของแป้งสูง ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับสัตว์ได้ แต่เนื่องจากกากมันสำปะหลังมีความชื้นสูงและโปรตีนต่ำ ดังนั้น ก่อนที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์จึงควรต้องปรับปรุงคุณภาพโดยการหมักร่วมกับยีสต์ซึ่งถือว่าเป็นการปรับปรุงคุณภาพของอาหารสัตว์วิธีหนึ่ง จากรายงานการวิจัยของ Oboh and Akindahunsi (2003) พบว่า การหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในกากมันสำปะหลังจาก 4.4 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10.9 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับรายงานของ นฤมล สมคุณา จรัส สว่างทัพ เอกสิทธิ์ สมคุณา นิตยา พุ่มอำภา นิพรรษา อินทร์แสง และยุภาพร นนเสนา (2556) พบว่า การใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* และยูเรียหมักร่วมกับกากมะพร้าว และมันสำปะหลังสามารถเพิ่มโปรตีนให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม สำหรับในประเทศไทย เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ได้ทำการหมักกากมันสำปะหลังร่วมกับยีสต์และยูเรียเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ เช่น ไก่เนื้อ สุกร โคเนื้อและโคนม เป็นต้น แต่ข้อมูลการใช้กากมันมันสำปะหลังหมักยีสต์เพื่อนำไปเลี้ยงไก่พื้นเมืองไทยนั้นยังมีไม่มากนัก

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าในระดับต่างๆ ต่อสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ ปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิต รวมถึงต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่ไทยละโว้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมและเป็นแนวทางสำหรับเกษตรกรในการปรับปรุงคุณภาพกากมันสำปะหลังเพื่อใช้ในการเลี้ยงไก่ไทยละโว้หรือสัตว์ปีกอื่นๆต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยละโว้ที่เลี้ยงด้วยกากมันสำปะหลังหมักยีสต์

2.2 เพื่อศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่ไทยละโว้ที่เลี้ยงด้วยกากมันสำปะหลังหมักยีสต์

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ด้านประชากร ลูกไก่ไทยละโว้คละเพศ อายุ 14 วัน

3.2 ด้านระยะเวลา เริ่มทดลองตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน 2559 ถึง 13 กรกฎาคม 2559

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ไก่ไทยละโว้ หมายถึง ไก่ลูกผสม 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ไก่พันธุ์ประดู่, ไก่พันธุ์เซี่ยงไฮ้, ไก่พันธุ์โรดไอแลนด์, ไก่พันธุ์บาร์พรีมัทร็อค และไก่พันธุ์ประดู่หางดำ (เชียงใหม่1) มีลักษณะ 3 ดำ คือ หน้าดำ ขนดำ และแข้งดำ

4.2 กากมันสำปะหลัง หมายถึง ส่วนของมันสำปะหลังที่เหลือหลังจากการสกัดแป้งออกไปแล้ว ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตแป้งมัน

4.3 อาหารสำเร็จรูป หมายถึง อาหารผสมสำเร็จรูปอัดเม็ดทางการค้า สำหรับเลี้ยงไก่พื้นเมืองระยะ 3 สัปดาห์ จนถึงจำหน่าย มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์

4.4 ยีสต์ หมายถึง ยีสต์กลุ่ม *Saccharomyces cerevisiae* ชนิดแห้ง ที่ใช้ในการผลิตขนมปัง เบียร์ ไวน์ วิสกี้ และในอุตสาหกรรมอื่นๆ

4.5 กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ หมายถึง กากมันสำปะหลังหมักร่วมกับยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่อายุการหมัก 21 วัน

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ทำให้ทราบผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับต่างๆ ในด้านสมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยละโว้

5.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการส่งเสริมการใช้กากมันสำปะหลัง สำหรับเลี้ยงสัตว์ปีกให้แก่เกษตรกรในประเทศไทย

5.3 เพื่อเป็นแนวทางการใช้ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตร ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าในการเลี้ยงสัตว์ปีก

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. ไก่พื้นเมือง (Native Chickens) และไก่ไทยละโว้ (Thai Lavo Chicken)

ไก่พื้นเมืองเป็นสัตว์ปีกชนิดหนึ่งที่เลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะการเลี้ยงไก่พื้นเมืองใช้เงินลงทุนน้อย เกษตรกรไม่ต้องดูแลมาก ไก่พื้นเมืองสามารถทนทานต่อความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และโรคได้ดี ในปัจจุบันเนื้อของไก่พื้นเมืองนับว่าเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีคุณภาพเนื้อดีรวมทั้งมีองค์ประกอบของโปรตีนสูงและไขมันต่ำ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง องค์การมหาชน, ม.ป.ป.) ไก่พื้นเมืองในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์เหลืองหางขาว พันธุ์ประดู่หางดำ และพันธุ์เขียวกา เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงไก่พื้นเมืองมีข้อด้อย คือ มีอัตราการเจริญเติบโตช้า ต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนาน จึงส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงสูงกว่าไก่สายพันธุ์ทางการค้า อีกทั้งเกษตรกรส่วนใหญ่อาศัยพื้นที่บริเวณบ้าน สวนหลังบ้านหรือแปลงไร่นาในการเลี้ยงดู โดยมีการให้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าร่วมกับอาหารตามธรรมชาติและผลพลอยได้ทางการเกษตร ซึ่งมีปริมาณและคุณภาพไม่แน่นอน จึงส่งผลให้ไก่พื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตช้า

ไก่ไทยละโว้ เป็นชื่อไก่ทางการค้าของจังหวัดลพบุรี (ภาพที่ 2.1) ในปี พ.ศ.2555 กรมปศุสัตว์ได้ส่งเสริมการเลี้ยงไก่ไทยละโว้ในจังหวัดลพบุรี โดยได้วิจัยและปรับปรุงพันธุ์จากสายพันธุ์ไก่ลูกผสมห้าสายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ประดู่, พันธุ์เซี่ยงไฮ้, พันธุ์โรดไอแลนด์, พันธุ์บาร์พรีมัทร็อค และพันธุ์ไก่ประดู่หางดำ (เชียงใหม่1) โดยลักษณะเด่นของไก่ไทยละโว้ คือ มีลักษณะหน้าดำ ขนดำ และแข้งดำ ไก่ไทยละโว้เป็นไก่ที่เลี้ยงง่าย ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี หากินเองได้ตามธรรมชาติ ไข่ไก่ดกพอประมาณ สามารถฟักไข่และเลี้ยงลูกด้วยตัวเองได้ อีกทั้งองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไก่ไทยละโว้มีโปรตีน 20.7 กรัม/100 กรัม, ไขมัน 1.1 กรัม/100 กรัม, ไตรกลีเซอรอล 2.4 กรัม/100 กรัม และคอเลสเตอรอล 20.0 มิลลิกรัม/100 กรัม (อภินันท์ จินพละ, 2556) ทั้งนี้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงไก่ไทยละโว้ในจังหวัดลพบุรี เพื่อสร้างรายได้ให้เกษตรกรเพิ่มมากขึ้น

ภาพที่ 2.1 พ่อแม่พันธุ์ไก่ไทยละโว้

ที่มา: อภินันท์ จินพละ (2556)

จากรายงานผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองและไก่ไทยละโว้ โดยสำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ (2559) พบว่า ไก่พื้นเมืองพันธุ์แท้ ได้แก่ ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ไก่เหลืองหางขาวกบินทร์บุรี ไก่แดงสุราษฎร์ และไก่ชีท่าพระ เมื่ออายุ 16 สัปดาห์จะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 1,621, 1,530, 1,504 และ 1,507 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และมีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 3.8, 4.0, 4.0 และ 3.8 ตามลำดับ เช่นเดียวกับรายงานของ รักษิณา สัตย์ชาพงษ์ (2557) ศึกษาสมรรถภาพการผลิตไก่ไทยละโว้ที่เลี้ยงด้วยหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แบบสดและแบบหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้า พบว่า ไก่ทดลองที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว และไก่ทดลองที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แบบสดทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้า 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ และไก่ทดลองที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แบบหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้า 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง (อายุ 108 วันหรือประมาณ 16 สัปดาห์) เท่ากับ 1,628.69, 1,471.86, 1,550.83, 1,550.77 และ 1,506.17 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และมีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 3.63, 3.65, 3.64, 3.66 และ 3.70 ตามลำดับ

สำหรับการเลี้ยงไก่พื้นเมืองสามารถแบ่งการเลี้ยงออกเป็น 4 ระยะ ตามข้อแนะนำของกรมปศุสัตว์ (2546) ดังนี้

1) ระยะลูกไก่อายุ 0 - 6 สัปดาห์

ระยะนี้เริ่มตั้งแต่ลูกไก่ออกจากตู้ฟัก จะต้องทำการตัดปากบนออก 1 ใน 3 แล้วนำไปกกด้วยเครื่องกกลูกไก่เพื่อให้ความอบอุ่นด้วยอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียล ในสัปดาห์ที่ 1 จากนั้นลดอุณหภูมิลงสัปดาห์ละ 5 องศาเซลเซียล การกกลูกไก่จะใช้เวลาประมาณ 3 - 4 สัปดาห์ โดยลูกไก่ 1 ตัว ต้องการพื้นที่ในการกก 0.5 ตารางฟุต ในระหว่างการกกจะต้องมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา และวางอยู่ใกล้รางอาหาร ภาชนะใส่น้ำควรทำความสะอาดวันละ 2 ครั้ง คือ เช้าและบ่าย ทั้งนี้ลูกไก่ 100 ตัว ต้องการรางอาหารที่กินได้ทั้งสองข้างยาว 6 ฟุต และขวดน้ำขนาด 1 แกลอน จำนวน 3 ขวด ทั้งนี้ ลูกไก่จำเป็นต้องทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล โรคหลอดลมอักเสบติดต่อ และฝีดาษ ส่วนการให้อาหารลูกไก่ระยะกก (1 - 14 วันแรก) ควรให้อาหารบ่อยครั้ง แบ่งเป็นตอนเช้า 2 ครั้ง ตอนบ่าย 2 ครั้ง และตอนค่ำอีก 1 ครั้ง เพื่อเป็นการกระตุ้นการกินให้ดีขึ้น ซึ่งอาหารควรมีโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม แคลเซียม 0.80 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.40 เปอร์เซ็นต์ เกลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนครบตามความต้องการ วิตามินและพรีมิกซ์ที่ใช้ผสมในอาหารประมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ต่ออาหาร 1,400 กิโลกรัม เป็นต้น

2) ระยะอายุ 7 - 16 สัปดาห์ (ช่วงเจริญเติบโต)

ไก่ระยะเจริญเติบโตอายุ 17 - 26 สัปดาห์เป็นการเลี้ยงบนพื้นดินแบบปล่อยฝูงๆ ละ 100 - 200 ตัว ในอัตราส่วนไก่ 1 ตัว ต่อพื้นที่ 1.4 ตารางฟุต หรือไก่ 8 ตัว ต่อตารางเมตร พื้นที่คอกควรรองด้วยแกลบ หรือวัสดุที่ดูดซับความชื้นได้ดี การเลี้ยงไก่ระยะนี้ไม่ต้องแยกไก่ตัวผู้ออกจากไก่ตัวเมีย จะต้องเลี้ยงแบบให้อาหารกินเต็มที่ มีอาหารในถังและรางอาหารตลอดเวลาเพื่อเร่งการเจริญเติบโตให้ได้น้ำหนักตามที่ต้องการ ให้น้ำสะอาดกินตลอดเวลา ทำความสะอาดขวดน้ำ วันละ 2 ครั้ง คือ เช้าและบ่าย ไก่ระยะนี้ต้องการรางอาหารที่มีลักษณะยาว สามารถกินอาหารได้ทั้งสองข้าง มีความยาว 4 นิ้วต่อไก่ 1 ตัว หรือรางอาหารชนิดถังที่ใช้แขวนจำนวน 3 ถังต่อไก่ 100 ตัว สำหรับรางน้ำอัตโนมัติควรมีความยาว 4 ฟุต หรือปริมาณน้ำ 24 - 32 ลิตร ต่อไก่ 100 ตัว ไก่ระยะนี้เมื่อมีอายุครบ 8 สัปดาห์ควรมีการฉีดวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล สำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่กว้าง เช่น ในไร่ นา หรือที่ปลูกสวนไม้ผลหรือมีแปลงหญ้า ก็สามารถเลี้ยงแบบปล่อยให้หากินเองตามธรรมชาติแล้วเสริมอาหารในเวลาเย็น อาหารที่ได้รับควรมีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 - 3,000 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม เป็นต้น

3) ระยะไก่สาวอายุ 17 - 26 สัปดาห์

การเลี้ยงไก่สาว อายุ 17 - 26 สัปดาห์ สามารถเลี้ยงในคอกบนพื้นดิน แบบปล่อยเป็นฝูงๆ ละ 100 - 150 ตัว โดยพื้นที่ 1 ตารางเมตรสามารถเลี้ยงไก่สาวได้ 5 - 6 ตัว การเลี้ยงไก่ระยะนี้จะต้องมีการให้ยาถ่ายพยาธิภายใน และพยาธิภายนอก รวมถึงต้องมีการควบคุมปริมาณอาหารที่ให้กิน มีการให้น้ำกินตลอดเวลา หากมีไก่ป่วยต้องคัดออกจากฝูง ดังนั้น ในการสร้างคอกไก่ ต้องสามารถระบายอากาศได้ดี มีลมผ่านพัดความชื้นออกไป คอกไก่ไม่ควรจะมืดทึบ อับลม อับแสง สำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่เลี้ยงกว้าง เช่น ไร่ นา และสวน สามารถปล่อยไก่ได้ ให้หากินเองตามธรรมชาติได้ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายค่าอาหารลงประมาณ 70 - 75 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารที่เลี้ยงแบบขังคอก แต่จะต้องมีน้ำใส่ภาชนะให้ไก่ได้กินตลอดเวลา การเลี้ยงปล่อยแปลงไก่จะแข็งแรง และไม่จิกขนกัน ไก่จะดูสวยงามขนเป็นมัน ทั้งนี้ไก่ระยะนี้จำเป็นต้องได้รับแสงสว่างเพิ่มแต่รวมแล้วไม่ให้เกิน 11 - 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยความเข้มของแสงสว่างที่พอเหมาะคือ 1 ฟุตแคนเดิลที่ระดับตัวไก่ การให้อาหารไก่สาวจะให้ 2 ช่วง คือ ช่วงเช้าเวลา 07.00 - 08.00 น. และช่วงบ่ายเวลา 14.00 - 15.00 น. สำหรับน้ำควรให้มีน้ำกินตลอดเวลาและทำความสะอาดรางน้ำเช้าและบ่ายเวลาเดียวกันกับที่ให้อาหาร อาหารที่ใช้เลี้ยงไก่สาวเป็นอาหารที่มีโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม แคลเซียม 0.90 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.45 เปอร์เซ็นต์ และเกลือ 0.55 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งแร่ธาตุ และวิตามิน นอกจากนี้ควรทำการสุ่มตรวจสอบน้ำหนักไก่ทุกๆ สัปดาห์

4) ระยะไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 26 - 72 สัปดาห์

ไก่สาวจะเริ่มไข่ฟองแรกเมื่ออายุประมาณ 6 - 7 เดือน เมื่อไก่เริ่มไข่ให้เปลี่ยนสูตรอาหารใหม่ โดยมีโภชนะเพิ่มขึ้น เพื่อไก่จะได้สามารถนำไปสร้างไข่ รวมทั้งในสูตรอาหารควรเพิ่มแร่ธาตุแคลเซียม จาก 0.90 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3.75 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ 0.35 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปสร้างเปลือกไข่ ส่วนไก่พันธุ์นั้นให้อาหารเช่นเดียวกับแม่ไก่ แต่มีแคลเซียมต่ำกว่า คือ 0.90 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.45 เปอร์เซ็นต์ เท่าๆกับอาหารไก่รุ่นหนุ่มสาว ทั้งนี้เพราะไก่พ่อพันธุ์ไม่ไข่จึงไม่จำเป็นจะต้องให้แคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง เนื่องจากทำให้การผสมพันธุ์ของพ่อพันธุ์ไม่ดี ปริมาณน้ำเชื้อน้อย และผสมไม่ค่อยติด

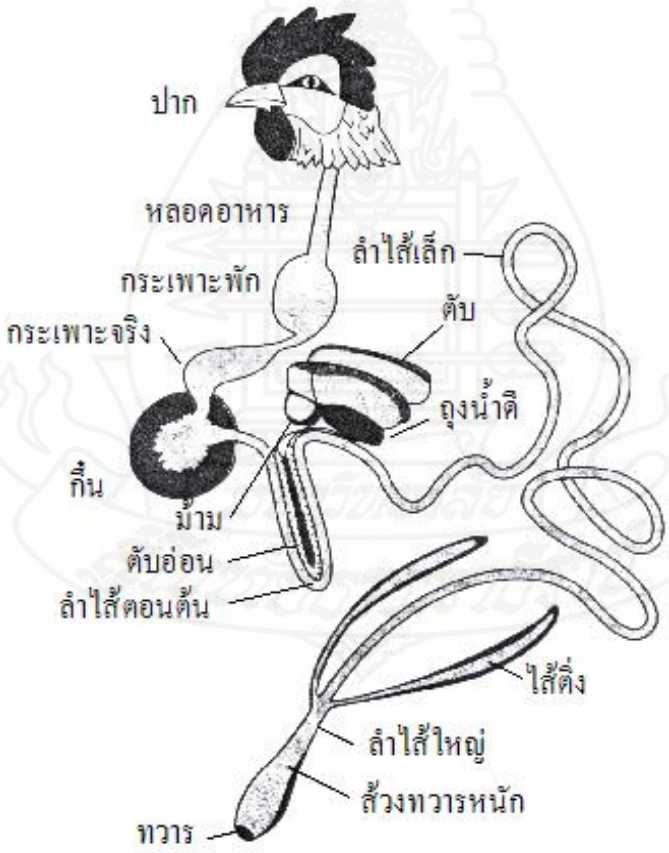
นอกจากการจัดการด้านอาหารแล้วการจัดการด้านแสงสว่างก็มีความสำคัญสำหรับไก่ในระยะนี้ด้วยเช่นกัน เพราะมีผลต่ออัตราการไข่ของแม่พันธุ์ การให้แสงสว่างต่อวันที่ไม่เพียงพอจะทำแม่ไก่ไข่ลดลง แม้ว่าจะให้อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะสูงและมีการจัดการเรื่องอื่นๆ เป็นอย่างดี เนื่องจากแสงเกี่ยวข้องกับการสร้างฮอร์โมนที่ใช้ในกระบวนการผลิตไข่ของแม่ไก่ แสงสว่างที่เพียงพอควรมีความเข้ม 1 ฟุตแคนเดิลในระดับตัวไก่ และต้องให้แสงสว่างวันละ 14 - 15 ชั่วโมงติดต่อกัน การให้แสงสว่างมากกว่านี้ จะส่งผลเสีย คือทำให้ไก่ไข่ไม่เป็นเวลา บางครั้งไข่ใน

ช่วงเวลากลางคืน ไก่จะจิกกันมาก ตื่นตกใจง่าย และมดลูกทะลักออกมากข้างนอก การจัดการแสงสว่างให้เป็นระบบติดต่อเนื่องกันวันละ 14 - 15 ชั่วโมง แม่ไก่จะไข่ก่อนเวลา 14.00 น. ทุกๆ วัน การให้แสงควรใช้หลอดไฟนีออน เพราะสามารถใช้งานได้ทนและประหยัดไฟ สำหรับสีของแสงควรให้เป็นสีขาวเพราะหาได้ง่าย ราคาถูกและให้ผลดีกว่าสีอื่นๆ

2. ระบบทางเดินอาหารและการย่อยอาหารในสัตว์ปีก (The digestive system and digestion in poultry)

2.1 ระบบทางเดินอาหารของสัตว์ปีก

ระบบทางเดินอาหารของสัตว์ปีกประกอบด้วยส่วนต่างๆ (ภาพที่ 2.2) ดังนี้ (Jacquie Jacob, 2015 ; และ Karoly Dublecz, 2011)



ภาพที่ 2.2 ระบบทางเดินอาหารของสัตว์ปีก

ที่มา: สมชาย ศรีพูล (2549)

2.1.1 ปาก (mouth) สัตว์ปีกไม่มีฟันสำหรับเคี้ยว แต่มีจงอยปากแหลมใช้ในการจิกอาหาร มีลิ้นปลายแหลมและแยกเป็นสองแฉกทางด้านหลังสำหรับใช้จิกอาหาร และส่งอาหารไปยังลำคอและหลอดอาหาร ในปากมีต่อมน้ำลาย สำหรับสร้างน้ำลาย มีสภาพเป็นด่างและประกอบไปด้วยเอนไซม์อะไมเลส ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล การย่อยในปากจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องจากอาหารอยู่ในปากในช่วงเวลาสั้นๆ อย่างไรก็ตามน้ำลายจะช่วยคลุกเคล้าให้อาหารอ่อนนุ่มและเคลื่อนตัวได้ง่าย

2.1.2 กระเพาะพัก (crop) อาหารจากปากจะถูกกลืนผ่านหลอดอาหารลงสู่กระเพาะพัก ซึ่งเป็นส่วนของหลอดอาหารที่ขยายออกสำหรับเป็นที่เก็บอาหารระยะแรกและทำให้อาหารอ่อนนุ่ม ทั้งนี้อาหารจะอยู่ในกระเพาะพักชั่วระยะเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับขนาดอาหาร ปริมาณอาหาร และปริมาณอาหารที่ยังคงอยู่ กระเพาะพักไม่สามารถสร้างเอนไซม์ใดๆได้

2.1.3 กระเพาะแท้ (proventriculus) เป็นส่วนที่อยู่ถัดไปจากกระเพาะพัก ภายในมีต่อม ทำหน้าที่สร้างน้ำย่อยประกอบไปด้วยเอนไซม์เปปซิน ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้มีขนาดเล็กลง และกรดไฮโดรคลอริก จะช่วยรักษาสภาพทางเดินอาหารให้มีความเป็นกรดเพื่อช่วยให้เอนไซม์เปปซินทำการย่อยโปรตีนได้ดีขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยละลายอาหารพวกแร่ธาตุอีกด้วย

2.1.4 กึ๋น (gizzard) เป็นส่วนที่มีกล้ามเนื้อหนาและแข็งแรง ภายในบุด้วยเยื่อหนามีลักษณะเป็นลอน ภายในกึ๋นมีกรวดหรือก้อนหินเล็กๆ ทำให้สามารถบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง อีกทั้งยังช่วยคลุกเคล้าอาหารกับน้ำย่อยให้เข้ากัน เพื่อน้ำย่อยทำงานได้ดีขึ้น ในขณะที่อาหารอยู่ในกึ๋นจะไม่มีการสร้างเอนไซม์ใดๆ เกิดขึ้น

2.1.5 ลำไส้เล็ก (small intestine) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกต่อจากกึ๋น เรียกว่า ดูโอดินัม (duodenum) มีลักษณะเป็นห่วง ในห่วงระหว่างลำไส้จะมีตับอ่อนติดอยู่ โดยตับอ่อนเป็นต่อมทำหน้าที่สร้างน้ำย่อยต่างๆ ประกอบไปด้วย อะไมเลส, ไลเปส และทริปซิน น้ำย่อยเหล่านี้จะถูกส่งไปตามท่อเข้าไปในลำไส้เล็กส่วนดูโอดินัม ต่อมาส่วนที่ 2 เรียกว่า เจจูนัม (jejunum) เป็นส่วนที่มีการดูดซึมของอาหารที่ย่อยแล้วมากที่สุด และส่วนสุดท้ายคือไอเลียม (ileum) เป็นส่วนที่มีการสร้างน้ำย่อยพวก อะไมเลส, อีเรปซิน, แลคเตส, มอลเตส และซูเครส อีกทั้งลำไส้เล็กยังมีน้ำดีที่ช่วยในการย่อยไขมัน ซึ่งน้ำดีเป็นของเหลวที่ผลิตจากตับ เก็บอยู่ในถุงน้ำดี

2.1.6 ไส้ติ่ง (caecum) สัตว์ปีกทุกชนิดจะมีไส้ติ่ง 2 อัน มีลักษณะเป็นถุงอยู่ระหว่างรอยต่อของลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ ซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายสำหรับการย่อยอาหาร การดูดซึมน้ำ และเป็นบริเวณที่เกิดการหมักอาหารโดยจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่จุลินทรีย์จะผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต

2.1.7 ลำไส้ใหญ่ (large intestine) เป็นส่วนที่อยู่ต่อจากลำไส้เล็ก ทำหน้าที่พักเศษอาหารที่เหลือจากการย่อย ก่อนที่จะถูกขับออกจากร่างกายผ่านทางทวารซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายของทางเดินอาหาร ทั้งนี้น้ำที่อยู่ในลำไส้ใหญ่จะถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกาย ทำให้เศษอาหารที่เหลือจากการย่อยหรืออุจจาระมีลักษณะแห้งขึ้นเมื่อถ่ายออกมา

2.2 การย่อยอาหารในสัตว์ปีก

โภชนะต่างๆ ที่ร่างกายสัตว์ปีกจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้น จำเป็นต้องผ่านการย่อยอาหารให้อยู่ในรูปผลผลิตขั้นปลายที่ร่างกายสามารถดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนี้ (Karoly Dublecz, 2011)

2.2.1 การย่อยคาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแป้ง และน้ำตาล การย่อยแป้งเริ่มต้นจากได้รับเอนไซม์ไทยาลินจากน้ำลายในปาก โดยเอนไซม์ไทยาลินจะทำงานร่วมกับอะไมเลส และมอลเตสจากลำไส้เล็ก เปลี่ยนแป้งให้เป็นมอลโตส แล้วไปเป็นกลูโคส ซึ่งเป็นผลผลิตขั้นปลายของคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายสามารถดูดซึม และนำไปใช้ประโยชน์ได้

2.2.2. การย่อยโปรตีน กรดอะมิโน เป็นผลผลิตขั้นปลายของโปรตีน ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุด ร่างกายสามารถดูดซึมผ่านผนังลำไส้เข้าไปในกระแสเลือดและนำไปใช้ประโยชน์ได้ การย่อยเริ่มต้นเมื่อโปรตีนเข้าไปที่กระเพาะแท้ ได้รับเอนไซม์เปปซิน ซึ่งจะเปลี่ยนโปรตีนให้เป็นโปรติเอส และเปปโตน ส่วนกรดไฮโดรคลอริก จะช่วยเปลี่ยนสภาพความเป็นกรด-ด่าง ให้เหมาะสมแก่การย่อยโปรตีนยิ่งขึ้น จากนั้นเอนไซม์ทริปซินจากตับอ่อน และเอนไซม์อีเรปซินจากลำไส้เล็กจะช่วยย่อยต่อเปลี่ยนโปรติเอส และเปปโตน ไปเป็นกรดอะมิโน

2.2.3. การย่อยไขมัน กลีเซอรอล เป็นผลิตผลขั้นปลายของไขมันที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยไขมันจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ไลเปสที่ผลิตขึ้นจากตับอ่อน แล้วผสมกับน้ำดีที่ได้จากตับ เพื่อไขมันสามารถละลายน้ำได้บางส่วน ซึ่งเอนไซม์ไลเปสจะเปลี่ยนไขมันเป็นกรดไขมัน และกลีเซอรอล

2.2.4 การย่อยเยื่อใย สัตว์ปีกซึ่งเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถย่อยเยื่อใยได้ด้วยเอมไซม์ในร่างกาย แต่อาจถูกย่อยสลายได้บางส่วนจากจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ ขึ้นอยู่กับชนิดของเยื่อใย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) ประเภทเยื่อใยที่ละลายน้ำ มีความสามารถในการกระจายตัวและอุ้มน้ำได้ดี ทำให้มีความหนืดสูง ได้แก่ เพคติน เบต้ากลูแคนและกัมส์ และ 2) เยื่อใยที่ไม่ละลายน้ำ เยื่อใยประเภทนี้ไม่หนืด ไม่ถูกหมักย่อย ช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นไปอย่างปกติ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน (ลัดดาวัลย์ หอกกิ่ง, 2556)

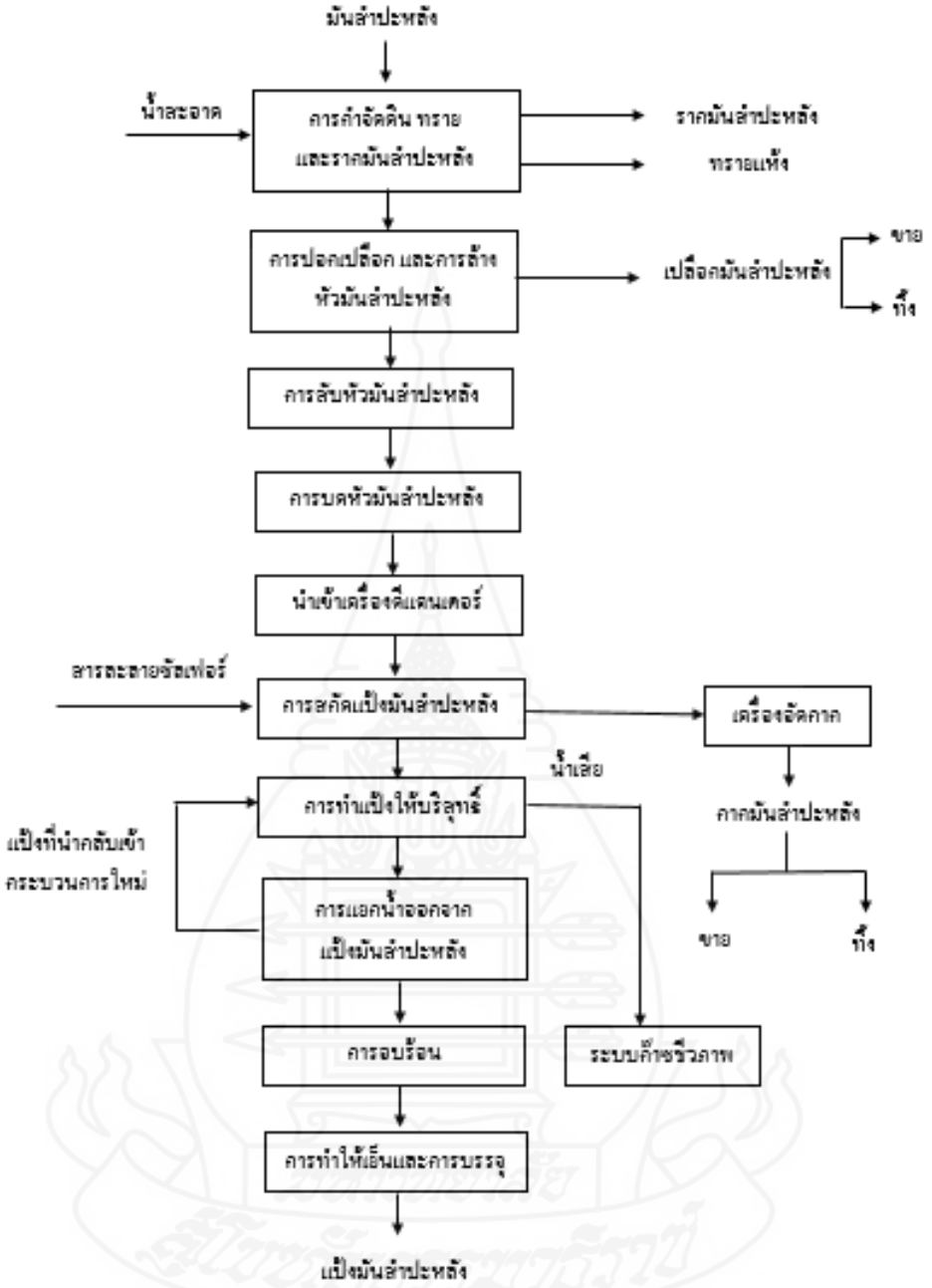
3. กากมันสำปะหลัง (cassava pulp)

กากมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง ที่ถูกแยกออกมาจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง โดยแป้งมันสำปะหลังจะถูกนำไปแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหาร ในแต่ละปีจะได้กากมันสำปะหลังปริมาณมาก ในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังถ้าใช้หัวมันสำปะหลังสด 100 เปอร์เซ็นต์ จะได้กากมันสำปะหลังประมาณ 11.1 เปอร์เซ็นต์ (เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และสาโรช ค้าเจริญ, 2543) กากมันสำปะหลังมีกระบวนการผลิตและองค์ประกอบทางโภชนะ ดังนี้

3.1 กระบวนการผลิตกากมันสำปะหลัง

กระบวนการผลิตกากมันสำปะหลังได้จากการนำหัวมันสำปะหลังมากำจัดดิน ทราย และรากออก จากนั้นนำไปปอกเปลือก และล้าง โดยหัวมันสำปะหลังที่สะอาดจะถูกส่งเข้าเครื่องสับ และเครื่องบด แล้วส่งต่อเข้าเครื่องดีแคนเตอร์ ได้เป็นของเหลวที่ประกอบไปด้วยแป้ง น้ำ กากมันสำปะหลัง และสิ่งเจือปนอื่นๆ จากนั้นนำของเหลวดังกล่าวเข้าเครื่องสกัดแป้ง ในระหว่างกระบวนการสกัดแป้งนั้นจะมีการเติมสารละลายซัลเฟอร์เพื่อแยกเอากากมันสำปะหลังออกจากน้ำแป้ง โดยน้ำแป้งที่ได้นั้นจะถูกนำไปแยกน้ำออก เพื่อให้ได้แป้งที่บริสุทธิ์ แล้วจึงนำไปอบร้อน จากนั้นรอให้เย็นและทำการบรรจุถุง (ภาพที่ 2.3)

โดยปกติมันสำปะหลังจะมีสารไฮโดรไซยานิก ซึ่งมีความเป็นพิษต่อคน และสัตว์ แต่กระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง สามารถทำให้สารไซยานิกลดลงได้ โดยสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2558) ได้แบ่งระดับสารพิษจากหัวมันสำปะหลังสดเป็น 3 ระดับ คือ ถ้ามีสารไซยานิกต่ำกว่า 50 ส่วนในล้านส่วน ถือว่า เป็นประเภทมีพิษน้อย ไม่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ ถ้าหัวมันสำปะหลังสด มีสารไซยานิกอยู่ในช่วง 50-100 ส่วนในล้านส่วน ถือว่ามีพิษ ปานกลาง แต่ถ้ามีสารไซยานิกสูงกว่า 100 ส่วนในล้านส่วน ถือว่า มีพิษรุนแรง แต่หากนำมันสำปะหลังไปผ่านกระบวนการผลิตแป้งมันจะสามารถทำให้สารกรดไฮโดรไซยานิกลดเหลือ 0.50 – 16.60 ส่วนในล้านส่วน (วริยา โกสุม นารีรัตน์ เจริญวัฒนสกุล ยุวเรศ เรืองพานิช สุกัญญา รัตนทับทิมทอง และเสกสม อาตมางกูร, 2552) ดังนั้นกากมันสำปะหลังที่ได้จากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง จึงสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้



ภาพที่ 2.3 แผนผังกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2549)

3.2 องค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลัง

จากรายงานของ วริยา โกสุม และคณะ (2552) ได้สำรวจองค์ประกอบกากมันสำปะหลังจากโรงงานในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย (ตารางที่ 2.1) พบว่า มีค่าความชื้นอยู่

ในช่วง 10.96 – 12.96 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวมอยู่ในช่วง 1.23 - 3.42 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานทั้งหมดอยู่ในช่วง 3,510.56 – 4,173.62 แคลอรี่/กรัม ซึ่งจะเห็นได้ว่ากากมันสำปะหลังมีค่าความชื้นและพลังงานทั้งหมดสูง แต่มีค่าโปรตีนรวมต่ำ

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลัง (ในรูปน้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบ	**กากมันสำปะหลังจากโรงงานในเขตต่างๆ**				
ทางโภชนะ (%)	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
ความชื้น	11.34	10.96	12.93	10.73	11.46
โปรตีนรวม	3.42	2.49	2.25	2.44	1.23
ไขมัน	0.50	0.55	0.45	0.18	0.29
เถ้า	5.73	5.94	5.60	6.53	4.95
เยื่อใยรวม	14.75	14.65	12.12	13.91	14.54
เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่ - เป็นกลาง	43.31	42.86	39.85	38.23	38.84
เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็น - กรด	32.02	35.23	27.12	25.90	17.99
แคลเซียม	0.73	1.19	0.79	0.87	0.38
ฟอสฟอรัส	0.027	0.019	0.019	0.027	0.021
คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย	47.97	50.45	54.17	49.41	48.98
พลังงานทั้งหมด (แคลอรี่/กรัม)	4,002.96	3,510.56	4,012.43	3,564.00	4,173.62
ไซยานิก (ส่วนในล้านส่วน)	16.60	0.50	1.34	1.19	1.20

หมายเหตุ : โรงงาน A คือโรงงานในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
โรงงาน B คือโรงงานในเขตภาคตะวันออก
โรงงาน C คือโรงงานในเขตภาคตะวันออก
โรงงาน D คือโรงงานในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
โรงงาน E คือโรงงานในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ที่มา : วริยา และคณะ (2552)

จากองค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลังที่มีความชื้นสูง อาจทำให้มีข้อจำกัดในการนำไปเลี้ยงสัตว์ เพราะการจัดเก็บอาหารที่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทำได้ยากและมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากประเทศไทยมีอากาศร้อนชื้น จึงอาจเกิดเชื้อราได้ง่าย ดังนั้นการลดความชื้นโดยการให้ความร้อน เช่น การอบหรือตากแดดเพื่อทำให้ความชื้นลดลง หรือมีความชื้นไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยป้องกันการเกิดเชื้อราและสามารถยืดอายุในการเก็บรักษาได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ กากมันสำปะหลังมีองค์ประกอบของโปรตีนที่ค่อนข้างต่ำ จึงควรจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังก่อนที่จะนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ โดยวิธีการนำกากมันสำปะหลังหมักร่วมกับจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* และ เชื้อรา *Aspergillus oryzae* เป็นต้น (Oboh and Kindahunsi, 2005 และสุภัตรา โอกระโทก, 2556) เพื่อเพิ่มโปรตีนในกากมันสำปะหลัง เนื่องจากเซลล์ของจุลินทรีย์สามารถใช้แป้งที่อยู่ในกากมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารเพื่อเพิ่มจำนวนให้มากขึ้นได้ และเมื่อจำนวนเซลล์ของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณโปรตีนในกากมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (เสริมศักดิ์ มานะเลิศสกุล, 2546) นอกจากจะมีการใช้จุลินทรีย์เพื่อเพิ่มโปรตีนแล้วยังมีการเสริมยูเรียร่วมด้วยเพื่อเพิ่มโปรตีนในกากมันสำปะหลังให้สูงขึ้นด้วยเช่นกัน

4. ยีสต์ (Yeast)

ยีสต์ หมายถึง ยีสต์กลุ่มหนึ่งที่มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว มีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปร่างกลม รี และสามเหลี่ยม เป็นต้น ส่วนใหญ่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อหรือการแบ่งตัว โครงสร้างภายในของเซลล์ยีสต์ประกอบด้วย ผนังเซลล์, นิวเคลียส และไมโทคอนเดรีย สามารถพบยีสต์ได้ทั่วไปในธรรมชาติ ในดิน ในน้ำ และส่วนต่างๆ ของพืช ยีสต์บางชนิดพบอยู่กับแมลงและในกระเพาะของสัตว์บางชนิด แต่แหล่งที่พบยีสต์อยู่บ่อยๆ คือ แหล่งที่มีน้ำตาลเข้มข้นสูง เช่น น้ำผลไม้ที่มีรสหวาน (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2544) ยีสต์เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือน เช่น การทำอาหารหมักบางชนิด ได้แก่ ข้าวหมาก สาโท และกระแช่ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถนำยีสต์มาใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมหลายประเภท ได้แก่ การทำขนมปัง ผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ โดยสายพันธุ์ของยีสต์ที่ใช้มากในอาหาร คือ *Saccharomyces cerevisiae*

4.1 เซลล์ยีสต์

โดยทั่วเซลล์ยีสต์สามารถแบ่งออกเป็น เซลล์ที่มีชีวิต และเซลล์ที่ตายแล้ว ดังนี้

4.1.1 เซลล์ยีสต์ที่มีชีวิต

เซลล์ยีสต์ที่มีชีวิต เป็นสารเสริมชีวนะชนิดหนึ่งตามประกาศของกระทรวง

เกษตรและสหกรณ์ ปี พ.ศ. 2531 โดยข้อความระบุว่า อนุญาตให้ใช้เซลล์ยีสต์ที่มีชีวิตอยู่เป็นสารเสริมชีวนะ สารที่ช่วยในการสนับสนุนจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ของสัตว์ อีกทั้งใช้เป็นตัวขัดขวางการเจริญเติบโต และการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (ศรัณยา ดอนหงส์ไพร, 2550) ยีสต์ที่มีชีวิต มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของสัตว์มากกว่ายีสต์ที่ตายแล้ว เนื่องจากยีสต์ที่มีชีวิตมีคุณสมบัติเป็นเสมือนสารปรุงแต่งรสชาติตามธรรมชาติให้กับอาหารสัตว์ ส่งผลให้สัตว์มีการกินอาหารได้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นแหล่งของวิตามินบีรวม เป็นสารช่วยการเจริญเติบโตของสัตว์ตามธรรมชาติ นอกจากนี้สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันของสัตว์โดยอาศัยองค์ประกอบของผนังเซลล์ ทั้งนี้การทำงานของยีสต์ที่มีชีวิตสามารถสรุปได้ดังนี้

1) *กระตุ้นการกินอาหารของสัตว์* เนื่องมาจากกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์มีผลทำให้อาหารสัตว์มีกลิ่น และรสที่ดีขึ้น

2) *ช่วยในการดูดซับแร่ธาตุได้ดีขึ้น* กล่าวคือ ยีสต์จะทำหน้าที่จับกับแร่ธาตุต่างๆในรูปของสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนที่มีความเสถียร ซึ่งง่ายต่อการดูดซึมของสัตว์ โดยแร่ธาตุเหล่านี้มีการปล่อยออกมาภายหลังจากที่เซลล์ยีสต์ทำการย่อยสลายตัวเอง เมื่ออยู่ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ นอกจากนี้ยีสต์ยังอุดมไปด้วยวิตามินบีรวมซึ่งเป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร และเมตาบอลิซึมของสัตว์อีกด้วย

3) *เซลล์ยีสต์ที่มีชีวิตจะมีการสร้าง*สารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ ไขมัน ไกลโคไลปิด และพอลีเปปไทด์บางชนิด ซึ่งสารเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการของสัตว์

4) *เซลล์ยีสต์ที่ยังมีชีวิตสร้างเอนไซม์ที่มีศักยภาพ* ซึ่งเอนไซม์จะช่วยเสริมให้การย่อยอาหารของสัตว์ให้ดีขึ้น ส่งผลให้ร่างกายสัตว์สามารถย่อย และดูดซึมสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เอนไซม์บางส่วนที่ยังคงอยู่ในเซลล์ยีสต์จะมีการปล่อยออกมาเมื่อเซลล์ถูกทำลายที่สภาวะเป็นกรดสูง

5) *เซลล์ยีสต์ที่มีชีวิตอยู่ช่วยในการจับกับเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค* ในสัตว์ มีผนังเซลล์ที่มีความจำเพาะไวต่อการจับตัวกับผนังเซลล์ของยีสต์ซึ่งมีน้ำตาลแมนโนสเป็นองค์ประกอบ กลไกนี้ช่วยป้องกันไม่ให้เชื้อ *E.coli* และ *Salmonella Spp.* เกาะกับผนังลำไส้ของสัตว์

4.1.2 เซลล์ยีสต์ที่ตายแล้ว

เซลล์ยีสต์ที่ตายแล้ว พบว่าไม่มีคุณสมบัติเป็นสารเสริมชีวนะ แต่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นแหล่งของสารอาหารเสริมโดยมักใช้เป็นแหล่งของอาหารเสริมโปรตีนที่มีคุณภาพดีเนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูง (45-50 เปอร์เซ็นต์) อีกทั้งยัง

ประกอบไปด้วยกรดอะมิโนอิสระ วิตามินบีรวม และกรดไขมัน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสัตว์หลายชนิด (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549)

4.2 ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae*

ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* เขียนย่อว่า *S. cerevisiae* คือ ยีสต์ชนิดหนึ่ง ที่ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อให้ได้ผลผลิตหลักคือเอธิลแอลกอฮอล์ ยีสต์ชนิดนี้จะเปลี่ยน น้ำตาลให้เป็นเอธิลแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ได้แก่ ไวน์, สาเก, บรั่นดี, วิสกี้ และรัม อีกทั้งยังใช้เป็นสารที่ทำให้ขึ้นฟู เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ยีสต์ที่ใช้สำหรับเบเกอรี่อาจใช้ ในรูปแบบของยีสต์สด หรือยีสต์แห้ง (ภาพที่ 2.4) โดยยีสต์จะใช้น้ำตาลเป็นอาหารแล้วผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้แป้งสาลี ซึ่งมีโปรตีนกลูเตนที่มีลักษณะเหนียว ยืดหยุ่น และขยายตัวเกิดเป็นรูอากาศช่องว่างเล็กๆ ในเนื้อของขนมปัง ทำให้เกิดโครงสร้างของขนมปังขึ้นฟู

ก. เซลล์ยีสต์ ข. ยีสต์สกัดแบบครีม

ภาพที่ 2.4 ลักษณะยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในรูปแบบต่างๆ
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์ (ม.ป.ป.)

นอกจากการใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในอุตสาหกรรมอาหารแล้ว ยังมีการนำมาใช้ในการเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์หลากหลายรูปแบบ เช่น ใช้เป็นแหล่งของโปรตีนที่เรียกว่า โปรตีนเซลล์เดียว ใช้เป็นแหล่งของโปรไบโอติก นอกจากนี้ยังได้นำสารสกัดเบต้ากลูแคน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากยีสต์ไปใช้ประโยชน์ในการดูดซับสารพิษจากเชื้อราที่ปนเปื้อนมาในอาหารสัตว์ หรือแม้กระทั่งการนำสารสกัดจากยีสต์ไปใช้เป็นแหล่งของกรดอะมิโนและวิตามิน

(ศรัณยา ดอนหงส์ไพร, 2550) จากคุณสมบัติของยีสต์ที่กล่าวข้างต้น จึงได้มีการทำการวิจัยผลของการผสมยีสต์มีชีวิตลงในอาหารสัตว์เศรษฐกิจ เช่น สุกร โคนม และไก่ไข่ พบว่าสัตว์ที่ได้รับยีสต์ที่มีชีวิตนั้นมีสุขภาพและระบบการย่อยอาหารที่ดี มีอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเพิ่มขึ้น ส่งผลให้สัตว์มีผลผลิตที่ดีขึ้น จากรายงานการวิจัยของ Oboh and Akindahunsi (2003) พบว่า การหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนในกากมันสำปะหลังจาก 4.4% เป็น 10.9% ได้ เช่นเดียวกับรายงานของ สุมน โพธิ์จันทร์ ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ และวิโรจน์ วนาสิทธชัยวัฒน์ (2547) พบว่า การเสริมยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในอาหารไก่ไข่สามารถเพิ่มผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย และปริมาณอาหารที่กินได้ นอกจากนี้ การใช้ยีสต์ที่มีชีวิตในการเลี้ยงสัตว์ยังสามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณการใช้ยาปฏิชีวนะ ที่ก่อให้เกิดการตกค้างของสารเคมีในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ, 2549)

5. การหมักพืชอาหารสัตว์

การหมักพืชอาหารสัตว์เกิดจาก กระบวนการหมักในทางชีวเคมีหมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสารประกอบอินทรีย์โดยอาศัยเอนไซม์ของจุลินทรีย์เป็นตัวช่วย ซึ่งการนำกากมันสำปะหลังที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งมันสำปะหลังมาผ่านกระบวนการหมักเพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะให้ดีขึ้นได้ เนื่องจากกากมันสำปะหลังมีปริมาณแป้งเหลือจำนวนมาก โครงสร้างของแป้งส่วนใหญ่เป็น อะไมเลส และอะไมโลเพคติน ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับจุลินทรีย์ได้ ทั้งนี้การหมักกากมันสำปะหลังจะเป็นการหมักเพื่อให้เซลล์ของจุลินทรีย์เพิ่มจำนวน ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณโปรตีนของกากมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

5.1 ระยะการหมัก

สายัณฑ์ ทัดศรี (2547) ได้สรุปการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงการหมักของพืชหมัก โดยจะเกิดขึ้นเป็น 5 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 นำพืชที่ต้องการหมักมาตัดหรือสับให้มีชิ้นเล็ก แล้วใส่หลุมหมักหรือถังหมักโดยเร็ว แล้วทำการอัดให้แน่น จากนั้นปิดถังหรือหลุมหมักทั้งนี้เซลล์พืชยังคงหายใจอย่างต่อเนื่องโดยใช้ก๊าซออกซิเจนที่ยังมีอยู่มากในหลุมหมัก เช่นเดียวกับแบคทีเรียที่ใช้ก๊าซออกซิเจนย่อยสลายพวกคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในเซลล์พืชจนกระทั่งถึงระยะหนึ่งออกซิเจนจะหมดไป ผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการหมักนี้คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และความร้อน ถ้าอุณหภูมิในหลุมหมักสูงเกิน 38 องศาเซลเซียล พืชหมักจะคุณภาพต่ำลง ในระยะที่ 1 ใช้เวลา 1 - 2 วัน หลังปิดหลุมหมัก โดยปกติก๊าซออกซิเจนจะถูกใช้หมดภายใน 4-5 ชั่วโมง ดังนั้นถ้าสามารถลดช่วง

ระยะเวลานี้ให้สั้นลงได้เท่าไหร่ความสูญเสียสารอาหารก็จะน้อยลง เพราะคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่ายจะถูกใช้หมดไปและเกิดเป็นความร้อนและน้ำ ซึ่งจะทำให้ความน่ากินของพืชหมักลดลง ในขณะที่โปรตีนบางส่วนซึ่งอาจสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ จะถูกย่อยสลายไปเป็นก๊าซแอมโมเนีย การหมักที่สมบูรณ์จะทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น และหยุดยั้งกระบวนการย่อยสลายโปรตีน หากในกระบวนการหมักถ้าพืชหมักแห้งเกินไป อาจเกิดผลเสียเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้เกิดความร้อนสูงเนื่องจากกระบวนการหมักเกิดไม่สมบูรณ์ ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเมล์ลาร์ดกับโปรตีน โปรตีนจะเปลี่ยนโครงสร้างโดยไปรวมกับคาร์โบไฮเดรตเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ย่อยสลาย สิ่งต่างๆ เหล่านี้ที่เกิดขึ้นจะทำให้พืชหมักที่ได้มีเปอร์เซ็นต์ของพลังงาน และโปรตีนต่ำ

ระยะที่ 2 ระยะเกิดกรดอะซิติก ระยะนี้จะเกิดขึ้นหลังจากก๊าซออกซิเจนถูกกำจัดหมดแล้วและเซลล์พืชตาย แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเริ่มย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำกับโปรตีนบางชนิดให้กลายเป็นกรดอะซิติก และกรดที่เกิดขึ้นจะทำให้ความเป็นกรดลดลงจาก 6.0 ถึง 4.2 เมื่อค่าความเป็นกรดลดไปถึงระดับนี้ แบคที่เรียที่สร้างกรดอะซิติกจะเริ่มถูกทำลาย ระยะนี้จะเกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 2 - 4 หลังปิดหลุมหมัก ปกติจะใช้เวลาประมาณ 24 - 72 ชั่วโมง

ระยะที่ 3 ระยะเริ่มผลิตกรดแลคติค เป็นระยะที่มีความสำคัญมากเพราะแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคจะเริ่มทำงานในวันที่ 3 หลังปิดหลุมหมัก ขณะที่กรดอะซิติคเริ่มลดลง แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติคเพิ่มปริมาณขึ้นและกรดแลคติคก็เพิ่มขึ้น กรดแลคติคเป็นกรดที่มีประโยชน์ซึ่งสามารถนำไปสร้างเป็นพลังงานได้ แบคทีเรียอาจใช้สารอาหารในพืชหมักมากถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ในการสร้างกรดนี้ ถ้ากระบวนการหมักเกิดขึ้นสมบูรณ์กรดแลคติคจะทำให้ความเป็นกรดลดลงไปถึง 4.2 หรือต่ำกว่านั้น

ระยะที่ 4 ระยะผลิตกรดแลคติคอย่างต่อเนื่อง การผลิตกรดแลคติคจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปอีกประมาณ 2 สัปดาห์ หรือมากกว่า อุณหภูมิเริ่มลดลงเหลือประมาณ 26 – 27 องศาเซลเซียล และความเป็นกรดลดลงที่ระดับ 3.8 ซึ่งส่งผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลงและหยุดหรือสิ้นสุดลง

ระยะที่ 5 ระยะเก็บรักษา ถ้าทุกอย่างเป็นไปด้วยดี พืชหมักจะยังคงเป็นพืชหมักที่เก็บไว้ได้นาน โดยอาศัยกรดแลคติคป้องกันไม่ให้เกิดการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตต่อไปอีก แต่ถ้ากรดแลคติคมีปริมาณน้อย กรดบิวทีริคก็จะถูกสร้างขึ้นมา และโปรตีนจะถูกเปลี่ยนแปลงไป ทำให้พืชหมักเกิดการสูญเสียขึ้น

5.2 ลักษณะของพืชหมักที่มีคุณภาพ

ลักษณะพืชหมักที่มีคุณภาพ จะพิจารณาจากลักษณะทางทางกายภาพ ร่วมกับค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดที่เกิดขึ้นจากการหมัก โดยพืชหมักจะต้องมีกลิ่นหอมเปรี้ยว ไม่มีกลิ่น

บูดเน่า ไม่มีรา ไม่มีเมือก และไม่มีสีดำเกิดขึ้น นอกจากนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่างของพืชหมักที่มีคุณภาพควรอยู่ระหว่าง 3.5-4.2 และมีปริมาณกรดแลคติคมากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซิติคน้อยกว่า 0.8 เปอร์เซ็นต์ และกรดบิวทิริคน้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา, 2558) โดยกรดอะซิติคที่เกิดขึ้นจากการหมักนี้มีประโยชน์ต่อสัตว์ เนื่องจาก สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของไก่ได้ (Fernandez-Rubio et al., 2009) ซึ่งหากจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของไก่ลดลง ร่างการก็จะสามารถดูดซึมอาหารได้ดีขึ้น มีอัตราการเจริญเติบโตดี และส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงขึ้น (รินทร์ลภัส กุลพัชรคณาพงษ์, 2555)

6. การใช้กากมันสำปะหลังในการเลี้ยงสัตว์ปีก

กากมันสำปะหลัง เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งมันสำปะหลังที่นำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ โดยผู้เลี้ยงสัตว์สามารถหาซื้อได้ง่ายและมีราคาถูก แต่จากข้อจำกัดในการใช้ คือ กากมันสำปะหลังสดจะมีความชื้นสูงและโปรตีนต่ำ จึงต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์ เช่น การหมักร่วมกับยีสต์ หรือรา เป็นต้น

จากงานวิจัยของ สุภัตรา โอกระโทก (2556) ได้ศึกษาผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus oryzae* เพื่อเป็นอาหารในไก่ไข่ โดยใช้กากมันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Aspergillus oryzae* ที่ระดับ 0, 16, 24, 32 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ร่วมกับยูเรียที่ระดับ 0.75 เปอร์เซ็นต์ และหมักเป็นเวลา 4 วัน ระยะเวลาเลี้ยง 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า สามารถใช้กากมันสำปะหลังหมักได้ถึง 32 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการย่อยได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่ ทั้งนี้เพราะเชื้อราจะใช้สารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตหรือแป้งที่ละลายน้ำได้เปลี่ยนเป็นกรดอะซิติก หลังจากนั้น 2 - 4 วัน จะเกิดมีการสร้างกรดแลคติก โดยปริมาณกรดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์โบไฮเดรตในวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจนถึงประมาณ 3.8 กระบวนการหมักจะเกิดต่อไปไม่ได้ และจะไม่มีจุลชีพหรือแบคทีเรียใดเจริญขึ้นมาได้ ดังนั้นการหมักกากมันสำปะหลังเป็นกระบวนการหมักที่ให้ผลผลิตเป็นตัวเซลล์ ซึ่งการเพิ่มจำนวนเซลล์ของจุลินทรีย์สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนได้ จากการศึกษาของ Oboh and Elusiyan (2007) พบว่า การหมักวัตถุดิบอาหารสัตว์ด้วยเชื้อรา *Aspergillus oryzae* สามารถเพิ่มโปรตีนในวัตถุดิบให้สูงขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Naa Ayikailey Adamafio Maxwell Sakyiamah and Josephyne Tettey (2010) ที่ศึกษาการหมักกากมันสำปะหลังด้วยเชื้อ *Aspergillus niger, Aspergillus flavus* และ *Lactobacillus* แล้วนำน้ำที่ได้ไปหมักกับเปลือกมัน

สำปะหลัง พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีน ในขณะที่เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตมีปริมาณลดลง อีกทั้งการหมักเปลือกมันสำปะหลังด้วยน้ำกากมันสำปะหลัง ยังช่วยลดปริมาณของสารไซยาไนด์ลง

จากรายงานของทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต อรัญ หันพงศ์กิตติกูล และสมเกียรติ ทองรักษ์ (2543) ศึกษาการใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่กระทง โดยแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้ข้าวโพด (กลุ่มเปรียบเทียบ) กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 ใช้มันสำปะหลังหมักยีสต์ *Schwanninomyces alluvius* ในระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร ตามลำดับ และกลุ่มที่ 5, 6 และ 7 ใช้มันสำปะหลังหมักยีสต์ *Schwanninomyces castellii* ในระดับ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร ตามลำดับ พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 มีค่าโปรตีน เท่ากับ 22.05, 22.05, 22.05, 22.05, 22.14, 22.07 และ 22.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าพลังงาน เท่ากับ 3,093.46, 3,084.62, 3,075.77, 3,066.93, 3,082.47, 3,073.62 และ 3,064.78 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า สามารถใช้มันสำปะหลังหมักในอาหารระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารเลี้ยงไก่กระทงระยะอายุ 1 - 42 วัน โดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพต่างๆ ในการผลิตของไก่กระทง และจากรายงานของ กัลยานี วุฒเศรี เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ และบัวเรียม มณีวรรณ (2551) ได้ศึกษาผลการใช้มันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา *Amylomyces rouxii* เสริมในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ ประกอบไปด้วย 5 กลุ่มการทดลองตามสูตรอาหาร โดยกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) มีส่วนประกอบมันสำปะหลังหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 มีมันสำปะหลังหมักในระดับ 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร ตามลำดับ โดยอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่เนื้อมี 2 ระยะ คือ อาหารไก่ระยะเริ่มต้น (0 - 3 สัปดาห์) และอาหารไก่ระยะสุดท้าย โดยคำนวณตามคำแนะนำของ NRC ผลการทดลองพบว่ามันสำปะหลังหมักมีค่าโปรตีน เท่ากับ 11.63 เปอร์เซ็นต์ และค่าพลังงาน เท่ากับ 3,495 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม และการใช้มันสำปะหลังหมักในระดับที่สูงขึ้นทำให้สมรรถภาพการผลิตในช่วงอายุ 4 - 6 สัปดาห์ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ในช่วงอายุ 0 - 3 สัปดาห์ พบว่า สมรรถภาพการผลิตมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตามสามารถใช้มันสำปะหลังหมักได้ทุกระดับในช่วงอายุ 0 - 3 สัปดาห์โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตแต่ถ้าจะให้ได้ผลดีที่สุดควรใช้ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ และจากผลการศึกษาผลการใช้มันสำปะหลังหมักด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ต่อการผลิตไข่และคุณภาพไข่ พบว่า การใช้มันสำปะหลังหมักด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่ระดับ $1x10^6$, $1x10^7$ และ $1x10^8$ เซลล์ต่อกิโลกรัม ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ และอัตราการเจริญเติบโตของแม่ไก่ แต่ทำให้น้ำหนักไข่และความหนาของเปลือกไข่เพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณมีค่าไข่ลดลง (Songsak Chumpawadee, Anut Chantiratikul and Suwannee Sataweesuk., 2009)

จากรายงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์เลี้ยงสัตว์ปีกที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า การนำกากมันสำปะหลังหมักร่วมกับยีสต์ จะทำให้ค่าโปรตีนในอาหารสัตว์มีค่าเพิ่มขึ้น และในการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์จะต้องคำนึงถึงสัดส่วนของกากมันสำปะหลัง ยีสต์และอาหารสำเร็จรูปทางการค้า รวมทั้งรูปแบบและลักษณะการให้อาหาร เพราะมีผลต่อสมรรถภาพการผลิต ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ผู้เลี้ยงสัตว์ปีกจะได้รับ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 อาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว (กลุ่มควบคุม)

ทรีตเมนต์ที่ 2 กากมันสำปะหลังหมักยีตส์ ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์ที่ 3 กากมันสำปะหลังหมักยีตส์ ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์

ทรีตเมนต์ที่ 4 กากมันสำปะหลังหมักยีตส์ ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์

2. โรงเรือนและอุปกรณ์การทดลอง

2.1 โรงเรือน โรงเรือนเลี้ยงไก่ทดลองแบบเปิด ขนาด 5.0 x 8.9 x 2.6 เมตร จำนวน 1 หลัง

2.2 อุปกรณ์การทดลอง

2.2.1 ลูกไก่ไทยละโว้คละเพศ อายุ 14 วัน จำนวน 96 ตัว

2.2.2 อาหารสำเร็จรูปทางการค้าสำหรับไก่พื้นเมืองโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์

2.2.3 กากมันสำปะหลัง

2.2.4 ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ชนิดแห้ง

2.2.5 ถังอาหาร จำนวน 12 ใบ

2.2.6 ถังน้ำ จำนวน 12 ใบ

2.2.7 เครื่องชั่งดิจิตอลขนาด 7 กิโลกรัม จำนวน 1 เครื่อง

2.2.8 เครื่องชั่งขนาด 10 กิโลกรัม จำนวน 1 เครื่อง

2.2.9 แกลบสำหรับรองพื้นกรงทดลอง

2.2.10 ทรายสำหรับรองพื้นกรงทดลอง

2.2.11 กระดาษ และปากกา สำหรับจดบันทึก

2.2.12 ตะขอเบอร์ 3 จำนวน 24 ชิ้น

2.2.13 ถังพลาสติกขนาด 50 ลิตร พร้อมฝาล๊อค จำนวน 2 ใบ

2.2.14 ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร พร้อมฝาหมุน จำนวน 3 ใบ

3. วิธีการวิจัย

3.1 การเตรียมก่อนการทดลอง

3.1.1 การเตรียมโรงเรือน ในโรงเรือนทดลองจะแบ่งเป็นกรงจำนวน 12 กรง แต่ละกรงจะมีขนาดความกว้าง 1.0 เมตร ความยาว 1.5 เมตร และความสูง 1.8 เมตร โดยทำความสะอาด และฆ่าเชื้อโรงเรือนทิ้งไว้ 3 วัน จากนั้นนำทรายปูเป็นวัสดุรองพื้นหนา 1 นิ้ว แล้วตามด้วยแกลบรองทับอีก 1 นิ้ว ก่อนนำสัตว์ทดลองเข้าเลี้ยง

3.1.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง ใช้ลูกไก่ไทยละโว้คละเพศอายุ 14 วัน โดยลูกไก่ทุกตัวได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันโรค 3 ชนิด คือนิวคลาสเซิล หลอดลมอักเสบ และอหิวาต์เป็ดไก่ จากนั้นทำการสุ่มไก่ทดลองใส่กรงทดลอง กรงละ 8 ตัว เพื่อทำการเลี้ยงปรับสภาพเป็นระยะเวลา 10 วัน ก่อนเริ่มทำการทดลอง

3.1.3 การเตรียมอาหารทดลอง

1) อาหารสำเร็จรูปทางการค้า เป็นอาหารที่ซื้อจากร้านจำหน่ายอาหารสัตว์ในพื้นที่จังหวัดชัยนาท สำหรับเลี้ยงไก่พื้นเมืองอายุ 3 สัปดาห์ถึงระยะจำหน่าย ที่ระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์

2) กากมันสำปะหลัง เป็นส่วนของมันสำปะหลังที่ได้จากโรงงานแป้งมันในพื้นที่จังหวัดชัยนาท (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 องค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลังที่ใช้ในงานวิจัย (ในรูปน้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบทางโภชนะ	**เปอร์เซ็นต์**
วัตถุแห้ง (DM)	21.61
ความชื้น (Moisture)	78.39
โปรตีนรวม (CP)	1.99
ไขมัน (EE)	0.20
เยื่อใยรวม (CF)	17.02
เถ้า (Ash)	2.38
คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (NFE)	78.41
พลังงานทั้งหมด (GE) (แคลอรี่/กรัม)	3,519.10

3) กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ คือ การนำกากมันสำปะหลังที่ได้จากโรงงานแป้งมันเทใส่กะบะพลาสติกที่มีรูสำหรับระบายน้ำออก ใส่กากมันสำปะหลังตั้งทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อระบายน้ำบางส่วนออกก่อนทำการหมัก จากนั้นนำยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ปริมาณ 0.5 กิโลกรัม น้ำตาลทราย 0.6 กิโลกรัม และน้ำสะอาด 1 ลิตร มาผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที และจึงนำส่วนผสมทั้งหมดมาใส่ลงในน้ำ 15 ลิตร แล้วเติมกากน้ำตาล 0.9 กิโลกรัม และยูเรีย 0.7 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากันตลอดเวลาจนครบ 30 นาที แล้วจึงนำมาเทใส่กะบะที่มีกากมันสำปะหลัง (หลังตั้งทิ้งไว้ 1 คืน) จำนวน 100 กิโลกรัม จากนั้นผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน แล้วใช้ผ้าใบปิดกระทะ ทิ้งไว้ 1 คืน เช้าวันถัดไปจึงตักกากมันสำปะหลังหมักยีสต์บรรจุใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้น มัดปากถุงให้แน่น และเก็บในที่ร่ม โดยตั้งทิ้งไว้ 21 วัน แล้วจึงนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ทดลอง

4) สุ่มเก็บอาหารที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ อาหารสำเร็จรูปทางการค้า กากมันสำปะหลังสด กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ และอาหารทดลองในแต่ละทรีตเมนต์ เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะด้วยวิธีการดังนี้

(1) ตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะด้วยวิธี Proximate analysis ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) เพื่อหาค่าวัตถุแห้ง (Dry matter, DM) ความชื้น (Moisture) เถ้า (Ash) โปรตีนรวม (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใยรวม (Crude fiber, CF) และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (Nitrogen free extract ,NFE)

(2) ตรวจวิเคราะห์ค่าเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) ด้วยวิธี Detergent method (Goering and Van Soest, 1970)

(3) คำนวณเปอร์เซ็นต์เซลลูโลส (Cellulose) และเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ด้วยสูตรการคำนวณของ Van Soest (1968)

(4) ตรวจวิเคราะห์ค่าพลังงานทั้งหมด (Gross energy, GE) ด้วยวิธี Bomb Calorimeter ตามวิธีของ AOAC (1990)

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.2.1 **การสุ่มตำแหน่งกรง** ทำการจับฉลาก เพื่อสุ่มกรงสำหรับไก่ทดลองแต่ละทรีเมนต์ๆ ละ 8 ตัว รวมทั้งสิ้น 12 กรง

3.2.2 **การจัดการให้อาหารและน้ำ** ไก่ทดลองจะได้รับอาหารแบบเต็มที่ (ad libitum) และมีถังบรรจุน้ำสะอาดให้กินได้ตลอดเวลา ในการจัดการให้อาหารจะแบ่งการให้อาหารเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงเช้าเวลา 06.30-07.00 น. และช่วงเย็นเวลา 15.30-16.00 น. ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ทดลองจะปฏิบัติตามคำแนะนำสำหรับการเลี้ยงไก่พื้นเมืองโดยกรมปศุสัตว์ (2552) ดังแสดงในตารางที่ 3.2 โดยในการจัดเตรียมอาหารทดลองจะดำเนินการดังนี้

1) ทรีตเมนต์ที่ 1 ไก่ทดลองจะได้รับอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว ส่วนทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 ไก่ทดลองจะได้รับอาหารทดลองคือ กากมันสำปะหลังหมักยีตส์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (น้ำหนักสด) ทั้งนี้ในการจัดเตรียมอาหารจะจัดเตรียมไว้เพิ่ม 10 เปอร์เซ็นต์จากคำแนะนำสำหรับการเลี้ยงไก่พื้นเมืองโดยกรมปศุสัตว์ (2552) เพื่อสำรองไว้กรณีเมื่อไก่ทดลองกินอาหารเพิ่มขึ้น

2) การผสมอาหารไก่ทดลอง อาหารทดลองสำหรับทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 จะทำการผสมอาหารทุกวันในช่วงเช้า โดยทำการชั่งน้ำหนักและจดบันทึกปริมาณของอาหารสำเร็จรูปทางการค้าและกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ก่อนที่จะนำมาผสมกัน หลังจากผสมอาหารทดลองเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ทำการแบ่งอาหารออกเป็น 2 ส่วน เพื่อใช้เลี้ยงไก่ทดลองในช่วงเช้าและช่วงเย็น

3) การชั่งน้ำหนักอาหารทดลอง ในการให้อาหารทุกครั้งจะทำการชั่งน้ำหนักและจดบันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้และที่เหลือทุกครั้ง หากมีอาหารเหลือ จะทำการแยกอาหารกับแกลบออกก่อนการชั่งน้ำหนัก โดยการคัดแยกด้วยมือ

ตารางที่ 3.2 ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่พื้นเมืองอายุ 4-16 สัปดาห์

อายุไก่ (สัปดาห์ที่)	จำนวนอาหารที่ให้ (กรัม/ตัว/วัน)
4	30
5	32
6	33
7	38
8	55
9	50
10	55
11	57
12	64
13	66
14	69
15	73
16	80

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2552)

3.2.3 การเก็บข้อมูลการเลี้ยงไก่ทดลอง ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่ก่อนเริ่มเลี้ยงไก่ทดลอง โดยทำการเลี้ยงเพื่อปรับสภาพเป็นเวลา 10 วัน จากนั้นจึงเริ่มทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลการเลี้ยงไก่ โดยใช้ระยะเวลาทดลอง 92 วัน

4. การเก็บข้อมูล

4.1 บันทึกปริมาณอาหาร ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และปริมาณอาหารที่เหลือในแต่ละวัน เพื่อคำนวณหาปริมาณการกินได้ ดังนี้

$$\text{ปริมาณการกินได้ (กรัม/ตัว)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้ (กรัม/ตัว)} - \text{น้ำหนักอาหารที่เหลือ (กรัม/ตัว)}}{\text{จำนวนไก่ (ตัว)}}$$

4.2 บันทึกต้นทุนค่าอาหาร การคำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม จะบันทึกต้นทุนค่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้า และกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ใช้เลี้ยงตลอดการทดลอง เพื่อคำนวณหาต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม

ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท/ตัว)
= ปริมาณการกินได้ตลอดการทดลอง (กิโลกรัม/ตัว) x ราคาอาหาร (บาท/กิโลกรัม)

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม (บาท/ตัว)

$$= \frac{\text{ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท/ตัว) x 1 (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม/ตัว)}}$$

4.3 การชั่งน้ำหนักไก่ทดลอง ทำการชั่งน้ำหนักไก่ตลอดระยะเวลาการทดลอง รวมทั้งหมด 4 ครั้ง ในทุกๆครั้งจะชั่งน้ำหนักไก่ก่อนให้อาหารในตอนเช้า เพื่อคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตายและดัชนีการผลิต โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว) = น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว) – น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว) – น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)}}{\text{จำนวนวันที่ใช้ในการเลี้ยง (วัน)}}$$

$$\text{อัตราการแลกเนื้อ} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)}}$$

$$\text{อัตราการเลี้ยงรอด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนไก่ที่มีชีวิตเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตัว) x 100}}{\text{จำนวนไก่ที่เลี้ยงเริ่มต้น (ตัว)}}$$

$$\text{อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนไก่ที่ตาย (ตัว) x 100}}{\text{จำนวนไก่ที่เลี้ยงเริ่มต้น (ตัว)}}$$

$$\text{ดัชนีการผลิต} = \frac{\text{อัตราการเลี้ยงรอด (เปอร์เซ็นต์) x น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม/ตัว) x 100}}{\text{อายุของไก่ (วัน) x อัตราการแลกเนื้อ}}$$

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการวิจัยเข้าประมวลผลทางสถิติ โดยจะทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

6. ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองในระยะเวลาทั้งสิ้น 102 วัน ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน 2559 ถึงวันที่ 13 กรกฎาคม 2559 โดยทำการเลี้ยงปรับสภาพเป็นระยะเวลา 10 วัน ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน 2559 ถึงวันที่ 12 เมษายน 2559 และเริ่มเลี้ยงไก่ทดลองอีกเป็นระยะเวลา 92 วัน ตั้งแต่วันที่ 13 เมษายน 2559 ถึงวันที่ 13 กรกฎาคม 2559

7. สถานที่การทดลองและเก็บข้อมูล

7.1 สถานที่เลี้ยงไก่ไทยละโว้ บ้านเลขที่ 80/8 หมู่ 1 ตำบล วัดโคก อำเภอโนรมย์ จังหวัดชัยนาท

7.2 ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

7.3 ฝ่ายปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่ไทยละโว้ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ทรีตเมนต์ที่ 1 อาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว (กลุ่มควบคุม) ทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 ใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดตามลำดับ ไก่ทดลอง คือ ลูกไก่ไทยละโว้คละเพศ อายุ 14 วัน จำนวน 96 ตัว ลูกไก่ทุกตัวได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันโรค 3 ชนิด คือนิวคลาสเซิล หลอดลมอักเสบ และอหิวาต์เป็ดไก่ ทั้งนี้ ทำการเลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด ขนาด 5.0 x 8.9 x 2.6 เมตร โดยทำการสุ่มไก่ทดลองใส่กรงๆ ละ 8 ตัว แต่ละกรงจะมีขนาด 1.0 x 1.5 x 1.8 เมตร จำนวน 12 กรง ในแต่ละกรงทดลองจะมีถาดอาหารและถังน้ำให้ไก่ทดลองได้กินตลอดเวลา และมีการจัดการเลี้ยงดูที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตอนที่ 1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง

ตอนที่ 2 น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตของไก่ทดลอง

ตอนที่ 3 ปริมาณการกินได้ของไก่ทดลอง

ตอนที่ 4 อัตราการแลกเนื้อของไก่ทดลอง

ตอนที่ 5 ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ทดลอง

ตอนที่ 1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามชนิดอาหาร และองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามทรีตเมนต์

1.1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามชนิดอาหาร ได้แก่ อาหารสำเร็จรูปทางการค้า และกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่อายุการหมัก 21 วัน แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามชนิดอาหาร (ในรูปน้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบทางโภชนะ (%)	อาหารสำเร็จรูปทางการค้า	กากมันสำปะหลังหมักยีสต์อายุ 21 วัน
วัตถุแห้ง (DM)	89.87	20.13
โปรตีนรวม (CP)	16.85	10.34
ไขมัน (EE)	2.06	0.26
เยื่อใยรวม (CF)	6.68	16.60
เถ้า (Ash)	8.44	2.70
คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (NFE)	65.97	70.10
เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (ADF)	-	22.82
เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF)	-	39.08
ลิกนิน (ADL)	-	6.70
เซลลูโลส (Cellulose)	-	16.12
เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose)	-	16.26
พลังงานทั้งหมด (GE) (แคลอรี่/กรัม)	4,141.91	3,545.85

จากตารางที่ 4.1 พบว่า อาหารสำเร็จรูปทางการค้ามีค่าวัตถุแห้ง,โปรตีนรวม และพลังงานทั้งหมด เท่ากับ 89.87 เปอร์เซ็นต์, 16.85 เปอร์เซ็นต์ และ 4,141.91 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ สำหรับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ พบว่า มีค่าวัตถุแห้ง, โปรตีนรวม และพลังงานทั้งหมด เท่ากับ 20.13 เปอร์เซ็นต์, 10.34 เปอร์เซ็นต์ และ 3,545.85 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ

1.2 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามทรีตเมนต์ ได้แก่ อาหารทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามทรีตเมนต์ (ในรูปน้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบทางโภชนะ (%)	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4
วัตถุแห้ง[1] (DM)	89.87	85.65	83.21	76.61
โปรตีนรวม[2] (CP)	16.85	16.20	15.55	14.90
ไขมัน[2] (EE)	2.06	1.89	1.71	1.53
เยื่อใยรวม[2] (CF)	6.68	7.68	8.67	9.66
เถ้า[2] (Ash)	8.44	7.87	7.30	6.72
คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย[2] (NFE)	65.97	66.39	66.80	67.21
พลังงานทั้งหมด[1] (GE) (แคลอรี่/กรัม)	4,141.91	4,082.30	4,022.70	3,963.09

หมายเหตุ : [1] องค์ประกอบทางโภชนะที่ได้จากการผลวิเคราะห์

[2] องค์ประกอบทางโภชนะที่ได้จากการคำนวณ

จากตารางที่ 4.2 พบว่า อาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ทดลองในทรีตเมนต์ที่ 1 คือ อาหารสำเร็จรูปทางการค้ามีค่าวัตถุแห้ง, โปรตีนรวม, ไขมัน, เยื่อใยรวม, เถ้า, คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย และพลังงานทั้งหมด เท่ากับ 89.87, 16.85, 2.06, 6.68, 8.44, 65.97 เปอร์เซ็นต์ และ 4,141.91 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ เมื่อนำกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มาทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสดสำหรับเลี้ยงไก่ทดลองในทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 มีค่าวัตถุแห้ง เท่ากับ 85.65, 83.21 และ 76.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าโปรตีนรวม เท่ากับ 16.20, 15.55 และ 14.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าไขมัน เท่ากับ 1.89, 1.71 และ 1.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเยื่อใยรวม เท่ากับ 7.68, 8.67 และ 9.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเถ้า เท่ากับ 7.87, 7.30 และ 6.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย เท่ากับ 66.39, 66.80 และ 67.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าพลังงานทั้งหมด เท่ากับ 4,082.30, 4,022.70 และ 3,963.09 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ

ตอนที่ 2 น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตของไก่ทดลอง

ผลการศึกษาน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตของไก่ทดลอง แสดงในตารางที่ 4.3

จากผลการศึกษา พบว่า น้ำหนักตัวของไก่ทดลองเมื่อเริ่มทดลอง (อายุ 24 วัน) น้ำหนักตัวเมื่อชั่งครั้งที่ 2 (อายุ 55 วัน) น้ำหนักตัวเมื่อชั่งครั้งที่ 3 (อายุ 89 วัน) และน้ำหนักตัวเมื่อชั่งครั้งที่ 4 (อายุ 115 วัน) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีน้ำหนักเริ่มต้นทดลอง (อายุ 24 วัน) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 112.50±12.50, 106.25±6.25, 108.75±3.75 และ 111.90±0.60 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ชั่งน้ำหนักครั้งที่ 2 (อายุ 55 วัน) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 370.15±46.75, 340.00±9.30, 284.15±22.75 และ 366.95±24.15 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ชั่งน้ำหนักครั้งที่ 3 (อายุ 89 วัน) พบว่ามีค่าเท่ากับ 909.80±47.30, 982.15±67.85, 800.00±0.00 และ 808.05±79.45 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และชั่งน้ำหนักครั้งสุดท้าย (อายุ 115 วัน) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,133.34±83.33, 1,226.19±140.48, 1,108.34±191.67 และ 1,275.00±125.00 กรัมต่อตัว ตามลำดับ

สำหรับสมรรถภาพการผลิตของไก่ทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตของไก่ทดลองในทุกทรีตเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่ทดลองในทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอัตราการเจริญเติบโต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.10±0.77, 12.18±1.60, 10.87±2.05 และ 12.65±1.36 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ อัตราการเลี้ยงรอด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.00±0.00, 81.25±6.25, 81.25±6.25 และ 62.50±12.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.00±0.00, 18.75±6.25, 18.75±6.25 และ 37.50±12.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และดัชนีการผลิต เฉลี่ยเท่ากับ 14.25±0.39, 14.13±1.66, 13.46±4.76 และ 13.83±0.85 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตของไก่ทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา	ทรีตเมนต์ที่ 1	ทรีตเมนต์ที่ 2	ทรีตเมนต์ที่ 3	ทรีตเมนต์ที่ 4	P-value
น้ำหนักไก่ทดลอง (กรัม/ตัว)					
อายุ 24 วัน (เริ่มทดลอง)	112.50±12.50	106.25±6.25	108.75±3.75	111.90±0.60	0.88
อายุ 55 วัน	370.15±46.75	340.00±9.30	284.15±22.75	366.95±24.15	0.27
อายุ 89 วัน	909.80±47.30	982.15±67.85	800.00±0.00	808.05±79.45	0.22
อายุ 115 วัน (เมื่อสิ้นสุดทดลอง)	1,133.34±83.33	1,226.19±140.48	1,108.34±191.67	1,275.00±125.00	0.74
สมรรถภาพการผลิต					
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	11.10±0.77	12.18±1.60	10.87±2.05	12.65±1.36	0.75
อัตราการเลี้ยงรอด (เปอร์เซ็นต์)	75.00±0.00	81.25±6.25	81.25±6.25	62.50±12.50	0.38
อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)	25.00±0.00	18.75±6.25	18.75±6.25	37.50±12.50	0.38
ดัชนีการผลิต	14.25±0.39	14.13±1.66	13.46±4.76	13.83±0.85	0.99

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Mean±SE)

ตอนที่ 3 ปริมาณการกินได้ของไก่ทดลอง

ผลการศึกษาปริมาณการกินได้ของไก่ทดลอง โดยแบ่งตามช่วงอายุของไก่ทดลองที่อายุ 24-30 วัน, 31-70 วัน, 71-115 วัน และ 24-115 วัน (ตลอดระยะการทดลอง) แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการกินได้ของไก่ทดลองในแต่ละช่วงอายุตั้งแต่ 24-115 วัน (กรัม/ตัว)

ช่วงอายุไก่ทดลอง	ทรีตเมนต์ที่ 1	ทรีตเมนต์ที่ 2	ทรีตเมนต์ที่ 3	ทรีตเมนต์ที่ 4	P-value
24-30 วัน					
-น้ำหนักสด	18.92±3.04	20.42±0.19	19.49±0.31	21.02±1.18	0.81
-น้ำหนักแห้ง	17.01±2.74	17.49±0.16	16.22±0.26	16.10±0.91	0.89
31-70 วัน					
-น้ำหนักสด	51.11±4.80	59.66±3.91	51.14±2.80	52.19±2.74	0.40
-น้ำหนักแห้ง	47.73±6.11	51.10±3.35	42.56±2.33	39.98±2.10	0.30
71-115 วัน					
-น้ำหนักสด	88.36±10.44	104.82±8.04	91.52±6.01	100.62±8.74	0.54
-น้ำหนักแห้ง	79.41±9.38	89.78±6.89	76.15±5.00	77.08±6.69	0.57
24-115 วัน					
-น้ำหนักสด	66.89±7.43	78.76±5.62	68.49±4.18	73.51±5.38	0.53
-น้ำหนักแห้ง	60.11±6.67	67.46±4.82	56.99±3.48	54.40±6.04	0.45

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Mean±SE)

จากตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาปริมาณการกินได้ของไก่ทดลอง ตามช่วงอายุของไก่ทดลองที่อายุ 24-30 วัน, 31-70 วัน, 71-115 วัน และ 24-115 วัน (ตลอดระยะการทดลอง) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าปริมาณการกินได้ของไก่ทดลองเมื่ออายุ 24-30 วัน คิดเป็นในรูปน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 18.92±3.04, 20.42±0.19, 19.49±0.31 และ 21.02±1.18 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ คิดเป็นในรูปวัตถุแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 17.01±2.74, 17.49±0.16, 16.22±0.26 และ 16.10±0.91 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ปริมาณการกินได้ของไก่ทดลอง

เมื่ออายุ 31-70 วัน คิดเป็นในรูปน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 51.11±4.80, 59.66±3.91, 51.14±2.80 และ 52.19±2.74 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ คิดเป็นในรูปวัตถุแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 47.73±6.11, 51.10±3.35, 42.56±2.33 และ 39.98±2.10 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ เมื่ออายุ 71-115 วัน คิดเป็นในรูปน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 88.36±10.44, 104.82±8.04, 91.52±6.01 และ 100.62±8.74 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ คิดเป็นในรูปวัตถุแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 79.41±9.38, 89.78±6.89, 76.15±5.00 และ 77.08±6.69 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ และปริมาณการกินได้ในช่วงอายุ 24-115 วัน (ตลอดระยะเวลาการทดลอง) ในรูปน้ำหนักสดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.89±7.43, 78.76±5.62, 68.49±4.18 และ 73.51±5.38 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ คิดเป็นในรูปวัตถุแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 60.11±6.67, 67.46±4.82, 56.99±3.48, 54.40±6.04 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ

ตอนที่ 4 อัตราการแลกเนื้อของไก่ทดลอง

ผลการศึกษาอัตราการแลกเนื้อของไก่ทดลอง โดยแบ่งตามช่วงอายุของไก่ทดลองที่อายุ 24-30 วัน, 31-70 วัน, 71-115 วัน และ 24-115 วัน (ตลอดระยะการทดลอง) แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 อัตราการแลกเนื้อของไก่ทดลองในแต่ละช่วงอายุตั้งแต่ 24-115 วัน

ช่วงอายุไก่ทดลอง	ทรีตเมนต์ที่ 1	ทรีตเมนต์ที่ 2	ทรีตเมนต์ที่ 3	ทรีตเมนต์ที่ 4	P-value
24-30 วัน	1.68±0.03	2.42±0.13	2.81±0.55	1.82±0.31	0.18
31-70 วัน	2.83±0.28	4.29±0.01	4.06±0.92	2.71±0.08	0.17
71-115 วัน	6.04±0.29	7.09±0.85	6.57±1.92	4.98±0.78	0.63
24-115 วัน	4.67±0.20	5.59±0.34	5.38±0.70	4.47±0.23	0.29

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Mean±SE)

จากตารางที่ 4.5 ผลการศึกษาอัตราการแลกเนื้อของไก่ทดลอง ตามช่วงอายุของไก่ทดลองที่อายุ 24-30 วัน, 31-70 วัน, 71-115 วัน และ 24-115 วัน (ตลอดระยะการทดลอง) พบว่ามีค่าไม่แตก

ต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดยไก่ทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอัตราการแลกเนื้อในช่วงอายุ 24-30 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.68±0.03, 2.42±0.13, 2.81±0.55 และ 1.82±0.31 ตามลำดับ เมื่อช่วงอายุ 31-70 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.83±0.28, 4.29±0.01, 4.06±0.92 และ 2.71±0.08 ตามลำดับ เมื่อช่วงอายุ 71-115 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.04±0.29, 7.09±0.85, 6.57±1.92 และ 4.98±0.78 ตามลำดับ และสำหรับอัตราการแลกเนื้อในช่วงอายุ 24-115 วัน (ตลอดระยะการทดลอง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67±0.20, 5.59±0.34, 5.38±0.70 และ 4.47±0.23 ตามลำดับ

ตอนที่ 5 ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ทดลอง

ผลการศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ทดลอง โดยการศึกษาต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แสดงในตารางที่ 4.6

จากผลการศึกษา พบว่า ไก่ทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 112.50±12.50, 106.25±6.25, 108.75±3.75 และ 111.90±0.60 กรัมต่อตัว ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1,133.34±83.33, 1,226.19±140.48, 1,108.34±191.67 และ 1,275.00±125.00 กรัม/ตัว ตามลำดับ ไก่ทดลองมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 1,020.84±70.84, 1,119.94±146.73, 999.59±187.92 และ 1,163.10±124.40 กรัม/ตัว ตามลำดับ มีปริมาณการกินได้ตลอดระยะเวลาการทดลอง เท่ากับ 6,153.15±683.07, 7,246.00±516.71, 6,300.30±384.09 และ 6,762.36±494.21 กรัม ตามลำดับ เมื่อคำนวณต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด พบว่า ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดตลอดการทดลองของไก่ทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 81.04±9.00, 88.09±6.29, 70.20±4.28 และ 66.11±5.00 บาทต่อตัว ตามลำดับ และต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม พบว่า มีค่าเท่ากับ 78.85±3.32, 79.34±4.78, 71.98±9.25 และ 56.73±2.01 บาท/ กิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา	ทรีตเมนต์ที่ 1	ทรีตเมนต์ที่ 2	ทรีตเมนต์ที่ 3	ทรีตเมนต์ที่ 4
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	112.50±12.50	106.25±6.25	108.75±3.75	111.90±0.60
น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม/ตัว)	1,133.34±83.33	1,226.19±140.48	1,108.34±191.67	1,275.00±125.00
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	1,020.84±70.84	1,119.94±146.73	999.59±187.92	1,163.10±124.40
ปริมาณการกินได้ตลอดการทดลอง (ในรูปน้ำหนักสด) (กรัม)	6,153.15±683.07	7,246.00±516.71	6,300.30±384.09	6,762.36±494.21
ต้นทุนค่าอาหารตลอดการทดลอง (บาท/ตัว)				
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท/ตัว)	81.04±9.00	88.09±6.29	70.20±4.28	66.11±5.00
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม (บาท/ตัว)	78.85±3.32	79.34±4.78	71.98±9.25	56.73±2.01

หมายเหตุ : ราคาอาหารสำเร็จรูปทางการค้า 13.17 บาทต่อกิโลกรัม

ราคากากหมักสำปะหลังหมักยีสต์ 3 บาทต่อกิโลกรัม

ราคาอาหารทดลองที่ใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ 12.16 บาทต่อกิโลกรัม

ราคาอาหารทดลองที่ใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ 11.14 บาทต่อกิโลกรัม

ราคาอาหารทดลองที่ใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ 10.12 บาทต่อกิโลกรัม

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าในการเลี้ยงไก่ไทยละโว้ ด้านองค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ และสมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยละโว้ ได้แก่ ปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิต รวมถึงต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ไทยละโว้ สามารถสรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปการวิจัยและอภิปรายผล

1.1 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามชนิดอาหาร พบว่า อาหารสำเร็จรูปทางการค้ามีค่าวัตถุแห้ง, โปรตีนรวม และพลังงานทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 89.87 เปอร์เซ็นต์, 16.85 เปอร์เซ็นต์ และ 4,141.91 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าค่าวัตถุแห้ง และโปรตีนรวมที่ระบุไว้ในฉลากของถุงอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเฉลี่ยเท่ากับ 87.00 และ 14.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่า ค่าโปรตีนรวมของอาหารสำเร็จรูปทางการค้าในการทดลองมีค่าสูงกว่าค่าโปรตีนรวมในอาหารสำหรับไก่รุ่นพื้นเมือง อายุ 7-16 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าโปรตีนรวม เท่ากับ 14 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2552) ดังนั้นอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ใช้ในการทดลองจึงมีค่าโปรตีนรวมเพียงพอต่อการเลี้ยงไก่ทดลอง

จากการสังเกตลักษณะทางกายภาพกากหมักสำปะหลังหมักยีสต์วันที่ 0, 7, 14, 21, 30, 45 และ 60 วัน พบว่าวันแรกที่เริ่มทำการหมักจะมีลักษณะสีเหลืองนวล ไม่มีเมือกลื่น และไม่มีรา วันที่ 7, 14 และ 21 วัน พบว่า มีลักษณะสีเหลืองนวล มีกลิ่นเปรี้ยวอ่อนๆ ไม่มีเมือกลื่น และไม่มีรา และเมื่อหมักต่อจนถึงวันที่ 30, 45 และ 60 วัน พบว่าลักษณะทางกายภาพเหมือนกับช่วงวันที่ 7, 14 และ 21 วัน ตามลำดับ จากการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนะของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ พบว่า มีค่าวัตถุแห้ง โปรตีนรวม และพลังงานทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 20.13 เปอร์เซ็นต์, 10.34 เปอร์เซ็นต์ และ 3,545.85 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าวัตถุแห้งใกล้เคียงกับกากมันสำปะหลังสด (21.61 เปอร์เซ็นต์) แต่มีค่าโปรตีนรวมมากกว่ากากมันสำปะหลังสด (1.99 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้เพราะ

กากมันสำปะหลังมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายสูง (78.41 เปอร์เซนต์) เมื่อนำไปหมักร่วมกับยีสต์ ทำให้ยีสต์สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งอาหารสำหรับการดำรงชีวิต และเพิ่มจำนวนเซลล์ อีกทั้งการทดลองครั้งนี้ได้มีการเติมยูเรียในกระบวนการหมักกากมันสำปะหลัง เนื่องจากยูเรียเป็นไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนแท้ ซึ่งสัตว์ปีกจะไม่สามารถใช้ประโยชน์จากยูเรียได้ เมื่อยูเรียเข้าสู่ร่างกายสัตว์ปีกแล้วจะถูกสลายกลายเป็นแอมโมเนีย ด้วยเอนไซม์ยูรีเอส จากนั้นยีสต์จะดึงไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย ไปสังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีน ทั้งนี้ปริมาณโปรตีนของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่เพิ่มขึ้นนั้นจะได้มาจากเซลล์ยีสต์ที่เพิ่มจำนวนขึ้น (เสริมศักดิ์ มานะเลิศสกุล, 2546) เช่นเดียวกับรายงานการวิจัยของ Oboh and Kindahunsi, (2005) ได้ศึกษาคุณค่าทางโภชนะและความเป็นพิษวิทยาของแป้งมันสำปะหลัง โดยการหมักร่วมกับยีสต์ พบว่าการหมักแป้งมันสำปะหลังกับยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* เป็นเวลา 72 ชั่วโมง สามารถเพิ่มระดับโปรตีนจาก 4.4 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของอภินันท์ จินพละ (2559) รายงานว่าเมื่อนำกากมันสำปะหลังที่ได้จากโรงงานหมักร่วมกับยีสต์ และยูเรีย จะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนะโปรตีนจาก 2.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 12.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และงานวิจัยของ Metha Wanapat, Krisada Boonnop, Ngarmnit Nontaso and Sadudee Wanapat (2009) ศึกษาคุณค่าทางโภชนะของรากมันสำปะหลังหมักร่วมกับยีสต์ โดยแบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ ได้แก่ ทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 เป็นมันสำปะหลังเส้นแบบสด และแบบหมัก ตามลำดับ และทรีตเมนต์ที่ 3 และ 4 เป็นรากมันสำปะหลังแบบสด และแบบหมัก ตามลำดับ โดยกระบวนการหมักของทรีตเมนต์ที่ 2 และ 4 จะมีการเติมยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สามารถเพิ่มระดับโปรตีนในมันสำปะหลังเส้นจาก 3.4 เปอร์เซ็นต์ เป็น 32.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และรากมันสำปะหลังจาก 3.2 เปอร์เซ็นต์ เป็น 21.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองแยกตามทรีตเมนต์ จะเห็นได้ว่า เมื่อนำกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มาทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสดสำหรับเลี้ยงไก่ทดลองในทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 พบว่า อาหารทดลองทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 มีค่าวัตถุแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 85.65, 83.21 และ 76.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าพลังงานทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 4,082.31, 4,022.70 และ 3,963.09 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ และค่าโปรตีนรวมเท่ากับ 16.20, 15.55 และ 14.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งพบว่า มีค่าต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ทั้งนี้เนื่องจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ มีค่าวัตถุแห้งและค่าโปรตีนรวมต่ำกว่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้า ดังนั้น เมื่อนำกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้า จึงส่งผลให้มีค่าวัตถุแห้งและค่าโปรตีนรวมลดลงไปด้วย อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าโปรตีนรวม

ในทุกทรีตเมนต์มีค่าไม่ต่ำกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยังคงมีระดับโปรตีนที่เพียงพอสำหรับเป็นอาหารไก่ทดลองหรือไก่รุ่นพื้นเมืองที่มีอายุ 7-16 สัปดาห์ (กรมปศุสัตว์, 2552)

1.2 น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิต

จากการศึกษาน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตตลอดการทดลองของไก่ทดลองในแต่ละทรีตเมนต์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่ทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 112.50±12.50, 106.25±6.25, 108.75±3.75 และ 111.90±0.60 กรัม/ตัว ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 1,133.34±83.33, 1,226.19±140.48, 1,108.34±191.67 และ 1,275.00±125.00 กรัม/ตัว ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 11.10±0.77, 12.18±1.60, 10.87±2.05 และ 12.65±1.36 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าโปรตีนอยู่ในช่วง 14.90–16.85 เปอร์เซ็นต์ และค่าพลังงานอยู่ในช่วง 3,963.09– 4,141.91 แคลอรี่/กรัม จะเห็นได้ว่าอาหารทดลองแต่ละทรีตเมนต์นั้นมีคุณค่าทางโภชนะที่ไม่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้น้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตของไก่ทดลองในแต่ละทรีตเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะเห็นได้ว่า ทรีตเมนต์ที่ 4 มีแนวโน้มของน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด เนื่องจากอาหารทดลองมีส่วนประกอบของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายค่อนข้างสูง เท่ากับ 67.21 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปสัตว์สามารถนำคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายไปใช้ประโยชน์ในเชิงอาหารสัตว์ได้โดยตรง ดังนั้นเมื่อระดับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์เพิ่มสูงขึ้น ก็จะส่งผลให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน จากงานวิจัยของ ดรุณี ณ รังษี ทวี อบอุ่น และปภาวรรณ สวัสดี (2551) ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง 4 สายพันธุ์ ภายใต้การเลี้ยงดูเช่นเดียวกันและใช้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับโปรตีน 17, 19 และ 21 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงไก่ทดลองเพียงอย่างเดียว พบว่า อัตราการเจริญเติบโตช่วงอายุ 2–16 สัปดาห์ ของไก่ประดู่หางดำ ไก่เหลืองหางขาว ไก่แดง และไก่ชี มีค่าเท่ากับ 15.77 ± 0.15, 15.39 ± 0.20, 14.05 ± 0.16 และ 14.25 ± 0.16 กรัม/วัน ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่ามีค่าอัตราการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองสูงกว่าผลของงานวิจัยครั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยของ ดรุณี ณ รังษี ทวี อบอุ่น และปภาวรรณ สวัสดี (2551) ใช้อาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว จึงส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตมีค่าสูงกว่า

สำหรับอัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิต พบว่า มีค่าไม่แตกต่าง

กันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่ทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอัตราการเลี้ยงรอด เฉลี่ยเท่ากับ 75.00±0.00, 81.25±6.25, 81.25±6.25 และ 62.50±12.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตาย เฉลี่ยเท่ากับ 25.00±0.00, 18.75±6.25, 18.75±6.25 และ 37.50±12.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าดัชนีการผลิต เฉลี่ยเท่ากับ 14.25±0.39, 14.13±1.66, 13.46±4.76 และ 13.83±0.85 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทรีตเมนต์ที่ 4 มีอัตราการเลี้ยงรอดต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าดัชนีการผลิตที่คำนวณได้ โดยทั่วไปไก่พื้นเมืองอายุ 4 เดือน จะมีอัตราการเลี้ยงรอดเฉลี่ยเท่ากับ 77 – 78 เปอร์เซ็นต์ (สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์, ม.ป.ป.) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าทรีตเมนต์ที่ 2 และ 3 มีอัตราการเลี้ยงรอดสูงที่สุด รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 1 และ 4 สอดคล้องกับอัตราการตาย พบว่า ไก่ทดลองในทรีตเมนต์ที่ 4 มีค่าอัตราการตายสูงที่สุด รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากโรงเรือนเลี้ยงไก่ทดลองเป็นแบบเปิด จึงทำให้ปัจจัยภายนอกมีผลกระทบต่อไก่ทดลองโดยตรง เพราะเมื่อพิจาราณาจากแผนผังกรงทดลองจะเห็นได้ว่ากรงทดลองทรีตเมนต์ที่ 4 จะอยู่ช่วงกลางโรงเรือน ซึ่งอาจส่งผลต่อการระบายอากาศได้น้อยกว่าทรีตเมนต์อื่น อีกทั้งการวิจัยอยู่ระหว่างช่วงเดือนเมษายน ถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2559 มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 34.2 - 39.9 องศาเซลเซียล (สถานีอุตุนิยมวิทยาชัยนาท, 2559) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูง จึงส่งผลให้ไก่ทดลองบางส่วนตายเนื่องจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง

1.3 ปริมาณการกินได้

จากผลการศึกษาปริมาณการกินได้ในแต่ละช่วงอายุของไก่ทดลอง พบว่าเมื่ออายุไก่ทดลองเพิ่มขึ้น ปริมาณการกินได้ก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเพราะร่างกายต้องใช้อาหารในการเจริญเติบโต ทั้งนี้ปริมาณการกินได้ของไก่ทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง (24-115 วัน) พบว่าในแต่ละทรีตเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปริมาณการกินได้ในทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3, และ 4 คิดเป็นในรูปน้ำหนักสดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.89±7.43, 78.76±5.62, 68.49±4.18 และ 73.51±5.38 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ คิดเป็นในรูปวัตถุแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 60.11±6.67, 67.46±4.82, 56.99±3.48, 54.40±6.04 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าไก่ทดลองสามารถกินกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ผสมในอาหารทดลองได้ตามเปอร์เซ็นต์ของการทดแทนที่ระดับ 10, 20 และ 30 ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาปริมาณการกินได้ในทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งได้รับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด ตามลำดับ พบว่า เมื่อระดับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์เพิ่มสูงขึ้น ก็จะมีผลต่อปริมาณเยื่อใยในอาหารทดลองสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งอาจทำให้ปริมาณการกินได้มีแน้วโน้มลดลงเนื่องจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มีองค์ประกอบของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งจะเป็นตัวที่หุ้มสารอาหาร ทำให้อาหารยึดเกาะกันแน่นขึ้น ทำให้เอนไซม์จากทางเดินอาหารเข้าทำปฏิกิริยากับ

อาหารได้น้อยลงไปด้วย และอาหารที่มีเยื่อใยสูงเมื่อสัตว์กินแล้วก็จะทำให้สัตว์รู้สึกอิ่มตลอดเวลา ส่งผลให้ปริมาณการกินได้ลดลง (ชลธิดา บรรเทากุล, 2556) สอดคล้องกับงานวิจัยของปรีดา คำศรี ยุวเรศ เรืองพานิช เสกสม อาตมางกูร อรประพันธ์ ส่งเสริม และณัฐชนก อมรเทวภัทร (2552) ศึกษาผลการใช้กากมันสำปะหลังและรูปแบบอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่เนื้อ โดยอาหารมีทั้งหมด 6 ทรีตเมนต์ ได้แก่ สูตรอาหารผงที่มีระดับกากมันสำปะหลัง 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสูตรอาหารอัดเม็ดที่มีระดับกากมันสำปะหลัง 0, 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของไก่ทดลองอายุ 1-45 วัน เท่ากับ 4,079.03, 4,468.92, 4,389.88, 5,262.12, 5,217.16 และ 5,074.54 กรัมต่อตัว ตามลำดับ และการได้รับกากมันสำปะหลังที่ระดับ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ทดแทนในสูตรอาหารผง และอัดเม็ด มีแนวโน้มว่าระดับกากมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการได้ของไก่ทดลองลดลง

1.4 อัตราการแลกเนื้อ

จากผลการศึกษาอัตราการแลกเนื้อตลอดระยะเวลาของไก่ทดลอง (24-115 วัน) พบว่าในทุกทรีตเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่ทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 4.67±0.20, 5.59±0.34, 5.38±0.70 และ 4.47±0.23 ตามลำดับ ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ทรีตเมนต์ที่ 4 มีแนวโน้มของอัตราการแลกเนื้อดีที่สุด ซึ่งใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโต ที่มีแนวโน้มเติบโตสูงที่สุด เท่ากับ 1,275.00±125.00 กรัม/ตัว และ12.65±1.36 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากรายงานของ ดรุณีและคณะ (2551) พบว่า ไก่ประดู่หางดำที่อายุ 2-16 สัปดาห์ มีค่าอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 3.49±0.10 เช่นเดียวกับรักษิณา สัตย์ชาพงษ์ (2557) ศึกษาสมรรถภาพการผลิตไก่ไทยละโว้ แบ่งเป็น 5 ทรีตเมนต์ ได้แก่ ทรีเมนต์ที่ 1 ได้รับอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว ทรีตเมนต์ที่ 2 และ 3 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แบบสดทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้า 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทรีตเมนต์ที่ 4 และ 5 ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แบบหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้า 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า อัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยเท่ากับ 3.63, 3.65, 3.64, 3.66 และ 3.70 ตามลำดับ ขณะที่รายงานของนริศรา สวยรูป บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ วุฒิไกร บุญคุ้ม และมนต์ชัย ดวงจินดา (2555) พบว่า ไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำและพันธุ์ชีที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อและอาหารไก่ไข่ ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 16 สัปดาห์ มีอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 6.59 และ 5.71 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการแลกเนื้อของไก่พื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์มีค่าแตกต่างกัน อาจเนื่องจากความแตกต่างของอาหารที่ใช้เลี้ยง และการปรับปรุงสายพันธุ์ให้มีสมรรถภาพการผลิตที่แตกต่างกัน ทั้งนี้สายพันธุ์ของสัตว์นั้นจะส่งผลต่อน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อ (Adela Marcu, Ioan

Vacaru-Opris, Gabi Dumitrescu, Liliana Petculescu Ciochina, Adrian Marcu, Marioara Nicula1, Ioan Pet, Dorel Dronca, Bartolomeu Kelciov and Cosmin Maris., 2013)

1.5 ต้นทุนค่าอาหาร

จากการศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ทดลอง โดยคำนวณจาก ต้นทุนค่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.17 บาทต่อกิโลกรัม และต้นทุนกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อนำมากากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนค่าอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าต้นทุนค่าอาหารทรีตเมนต์ที่ 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.16, 11.14 และ 10.12 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งตลอดระยะเวลาการทดลองเป็นเวลา 92 วัน (อายุ 24 - 115 วัน) ไก่ทดลองทรีตมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีปริมาณการกินได้ตลอดการทดลองในรูปน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 6,153.15±683.07, 7,246.00±516.71, 6,300.30±384.09 และ 6,762.36±494.21 กรัม ตามลำดับ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 1,020.84±70.84, 1,119.94±146.73, 999.59±187.92 และ 1,163.10±124.40 กรัมต่อตัว ตามลำดับ เมื่อคำนวณแล้วพบว่า ต้นทุนค่าอาหารตลอดการทดลองท รีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 81.04±9.00, 88.09±6.29, 70.20±4.28 และ 66.11±5.00 บาทต่อตัว ส่งผลให้ค่าอาหารทั้งหมดต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 78.85±3.32, 79.34±4.78, 71.98±9.25, 56.73±2.01 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าทรีตเมนต์ที่ 4 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมน้อยที่สุด รองลงมาคือทรีตเมนต์ที่ 3, 1 และ 2 ตามลำดับ เนื่องจากต้นทุนกากมันสำปะหลังมีค่าต่ำกว่าต้นทุนอาหารสำเร็จรูปทางการค้า ดังนั้นเมื่อนำกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มาทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าในระดับที่เพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารลดต่ำลงด้วย

อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า การใช้กากมันสำปะหลังซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งมันสำปะหลังมาปรับปรุงคุณภาพโดยใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ร่วมกับยูเรีย ทำให้องค์ประกอบทางโภชนะโปรตีนของกากมันสำปะหลังมีค่าเพิ่มขึ้น และการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเลี้ยงรอด อัตราการตาย และดัชนีการผลิตของไก่ไทยละโว้ที่เลี้ยงอายุระหว่าง 24-115 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับไก่ทดลองที่กินอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการศึกษา การทดลองเลี้ยงไก่ไทยละโว้ในครั้งนี้ เนื่องจากเป็นการเลี้ยงในฟาร์มขนาดเล็ก ทำให้การจัดการเรื่องการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าสามารถทำได้ง่าย แต่หากนำไปใช้กับฟาร์มที่มีขนาดใหญ่ ควรจะต้องมีการวางแผน และการจัดการกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทั้งก่อนและหลังผสมกับอาหารสำเร็จรูปทางการค้า เช่น ความชื้น วิธีการผสม และสถานที่จัดเก็บ เป็นต้น

2.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

2.2.1 ควรมีการศึกษาการใช้เศษเหลือทางการเกษตร ผลพลอยได้จากการเกษตร และผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการเกษตรเลี้ยงไก่ไทยละโว้หรือไก่พื้นเมืองพันธุ์อื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้อาหารสัตว์และเพื่อลดต้นทุนการผลิตสัตว์

2.2.2 ควรมีการศึกษาด้านคุณภาพซากและองค์ประกอบทางโภชนะของเนื้อไก่ไทยละโว้

2.2.3 การใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้อาหารผสมที่ได้มีความชื้นสูง ดังนั้นในการนำไปใช้ต้องระวังการเกิดเชื้อรา

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมปศุสัตว์. (2546). *คู่มือการเลี้ยงไก่พื้นเมือง* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมปศุสัตว์. (2552). *คู่มือการเลี้ยงและป้องกันโรคในไก่พื้นเมือง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2549). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศน์ อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานความร่วมมือทางวิชาการของเยอรมัน.

กัลยานี วุฒศรี, เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ และบัวเรียม มณีวรรณ. (2551). ผลของการใช้มันสำปะหลังหมักเชื้อรา *Amylomyces rouxii* เสริมในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ. *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 46*, น.31-38.

ชลธิดา บรรเทากุล. (2556). *เอนไซม์ในอาหารสัตว์*. สืบค้นจาก http://www.egg-thailand.com

ดรุณี ณ รังษี, ทวี อบอุ่น และปภาวรรณ สวัสดี. (2551). สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง 4 สายพันธุ์ภายใต้สภาพการจัดการแบบเดียวกัน. *วารสารวิชาการสำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์,* น.1-11.

ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต อรัญ หันพงศ์กิตติกูล และสมเกียรติ ทองรักษ์. (2543). การใช้มันสำปะหลังหมักโปรตีนสูงในอาหารไก่กระทง. *วารสารสงขลานครินทร์*, 23(1), น.27-35.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. (2544). *จุลชีววิทยาทั่วไป* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นริศรา สวยรูป บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ วุฒิไกร บุญคุ้ม และมนต์ชัย ดวงจินดา. (2555). สมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำและชีที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อ และอาหารไก่ไข่. *แก่นแกษตร*, 40(2), น.248-252.

นฤมล สมคุณา, จรัส สว่างทัพ, เอกสิทธิ์ สมคุณา, นิตยา พุ่มอำภา, นิพรรษา อินทร์แสง และยุภาพร นนเสนา. (2556). การเพิ่มระดับโปรตีนของกากมะพร้าวและมันสำปะหลัง โดยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรีย. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร,* 44(1), น.267-270.

ปรีดา คำศรี, ยุวเรศ เรืองพานิช, เสกสม อาตมางกูร, อรประพันธ์ ส่งเสริม และณัฐชนก อมรเทว. (2552). ผลของระดับกากมันสำปะหลังและรูปแบบอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ. น.1-9.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (ม.ป.ป.). *สารสกัดจากยีสต์*. สืบค้นจาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1087/yeast-extract

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ และ สาโรช ค้าเจริญ. (2543). คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของข้าวโพดเทียบกับการผลิตข้าวโพดวิทยาศาสตร์จากมันสำปะหลัง. *สาส์นไก่และการเกษตร,* 48(8), น.44-51.

รักษิณา สัตย์ชาพงษ์. (2557). *ผลการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไก่ไทยละโว้* (วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตร์มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

รินทร์ลภัส กุลพัชรคณาพงษ์. (2555). การใช้สารทดแทนยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงสัตว์. *วารสารสัตว์เศรษฐกิจ*, 30(687), น.51-55.

ลัดดาวัลย์ หอกกิ่ง. (2556). *ผลการใช้กากมันสำปะหลังต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมรรถนะการผลิต คุณภาพไข่ คอเลสเตอรอลในไข่แดง และการเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์ของไก่ไข่* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

วริยา โกสุม นารีรัตน์ เจริญวัฒนสกุล ยุวเรศ เรืองพานิช สุกัญญา รัตนทับทิมทอง และเสกสม อาตมางกูร. (2552). คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของกากมันสำปะหลัง. *โครงการคลังความรู้ดิจิทัล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, สืบค้นจาก http://agkb.lib.ku.ac.th/main

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา. (2558). *รายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างงานบริการ*. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์: นครราชสีมา.

ศรัณยา ดอนหงส์ไพร. (2550). ยีสต์และชนิดของยีสต์.....ประสิทธิภาพที่แตกต่าง. *วารสารสัตว์เศรษฐกิจ*, 24(553), น.49-51.

สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์. (ม.ป.ป.). *ปัญหาการเลี้ยงไก่พื้นเมือง*. สืบค้นจาก http://pvlo-pic.dld.go.th

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). (ม.ป.ป.). *การเลี้ยงไก่พื้นเมือง*. สืบค้นจาก http://www. hrdi.or.th

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2558). *การใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง*. สืบค้นจาก http://www3.rdi.ku.ac.th

สถานีอุตุนิยมวิทยาชัยนาท. (2559). *ข้อมูลลักษณะภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนที่ตกในรอบปีของ*

จังหวัดชัยนาท. สืบค้นจาก www.chainat.go.th

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2549). การใช้ยีสต์ในอุตสาหกรรมอาหาร. *นิตยสารโลกปศุสัตว์,* 5(55-56), น.43-45.

สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. (2559). *คู่มือการเลี้ยงไก่พื้นเมืองกรมปศุสัตว์ ระบบปล่อยอิสระและอินทรีย์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สายัณห์ ทัดศรี. (2547). *พืชอาหารสัตว์เขตร้อน*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุภัตรา โอกระโกก. (2556). *ผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักด้วยเชื้อรา Aspergillus oryzae เพื่อเป็นอาหารในไก่ไข่* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์ศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยสุรนารี, นครราชสีมา.

สมชาย ศรีพูล. (2549). *บทที่ 7 อาหารและการให้อาหารสัตว์*. สืบค้น จาก http://elearning.nsru.ac.th/web_elearning/animals/lesson7_3.php

สุมน โพธิ์จันทร์, ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ และวิโรจน์ วนาสิทธ ชัยวัฒน์. (2547). การเสริมยีสต์มีชีวิตในอาหารไก่ไข่. *รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547 กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์,* น.261-268.

สุเมธ ไตรพฤกษชาติ, ยุวเรศ เรื่องพานิช, เสกสม อาตมางกูร, อรประพันธ์ ส่งเสริม และ สุกัญญา รัตนทับทิมทอง. (2552). ผลของระดับกากมัน สำปะหลังในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพ ไข่. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47*, น.165-173.

เสริมศักดิ์ มานะเลิศสกุล. (2546). *การผลิตอาหารสัตว์จากกากมันสำปะหลังและกากน้ำตาลโดยการหมักแบบแห้ง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อนันตภัทร บุญยะกมล และ วิชัย ลีลาวัชรมาศ. (2548). การใช้กากมันสำปะหลังผลิตโปรตีนเซลล์เดียวเพื่อใช้ผสมในอาหารสัตว์. *วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย*, 19(2), น.41-50.

อภินันท์ จินพละ. (2556). *การเลี้ยงไก่ไทยละโว้*. สืบค้นจาก http://pvlo-lbr.dld.go.th

อภินันท์ จินพละ. (2559). *เคล็บลับการผลิตกากมันหมักยีสต์*. สืบค้นจาก http://www.108kaset.com

Adamafio, N. A., Sakyiamah, M., and Tettey, J. (2010). Fermentation in cassava (Manihot Esculenta Crantz) pulp juice improves nutritive value of cassava peel. *Afr. J. Biochemis*, 4(3), p.51-56.

Adela Marcu, Ioan Vacaru-Opris, Gabi Dumitrescu, Liliana Petculescu Ciochina, Adrian Marcu, Marioara Nicula1, Ioan Pet, Dorel Dronca, Bartolomeu Kelciov and Cosmin Maris. The influence of genetics on economic efficiency of broiler chickens growth. *Animal Science and Biotechnologies*, 46(2), p.339-346.

AOAC. (1990). Association of fficial Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Washington DC, p.69-70.

Fernandez-Rubio, C., Ordonez, C., Abad-Gonzalez, J., Garcia-Gallego, A., Honrubia, M.P., Mallo, J.J., & Balana-Fouce, R. (2009). Butyric acid-based feed additives help protect Broiler chickens from Salmonella Enteritidis infection. *Poult Sci*, 88:943-948.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest. (1970. *Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications)*. Agricultural Handbook. No. 379, USDA.

Dublecz, K. (2011). *Poultry nutrition.* from http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/ tamop425/ 0059_poultry_nutrition/0059_poultry_nutrition.pdf

Jacob, J. (2015). *Avian Digestive System.* From http://articles.extension.org/pages/65376/avian-digestive-system

Metha Wanapat, Krisada Boonnop, Ngarmnit Nontaso and Sadudee Wanapat. (2009). Enriching nutrive value of cassava root by yeast fermentation. *Sci Agric,* 66(5), p.629-633.

Oboh, G., and Akindahunsi, A. A. (2003). Biochemical changes in cassava products (flour & gari) subjected to Saccharomyces cerevisae solid media fermentation. *Food Chem*, 82, p.599–602.

Oboh, G., and Akindahunsi, A. A. (2005). Nutritional and toxicgical evalution of Saccharomyces cerevisiae fermented cassava flour. *J. Food Compost Anim*, 18; p.731-738.

Oboh, G., and Elusiyan, C. A. (2007). Changes in the nutrient and anti-nutrient content of microfungi fermented cassava flour produced from low-and medium-cyanide vaiety of cassava tubers. *Afr. J. Biotechnol,* 6(18), p.2150-2157.

Songsak Chumpawadee,Anut Chantiratikul and Suwannee Sataweesuk. (2009). Effect of Dietary Inclusion of Cassava Yeast as Probiotic Source on Egg Production and Egg Quality of Laying Hens. *Poultry Science,* 8(2), p.195-199.

Van Soest, P.J. (1968*). Determination of lignin and cellulose in acid detergent Fiber with Permanganate.* J. Assoc. *Official Agric Chem,* 51; p.780-785.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพการทดลอง

ภาพผนวก ก 1 ด้านหน้ากรงเลี้ยงไก่ทดลอง

ภาพผนวก ก 2 ด้านในกรงเลี้ยงไก่ทดลอง

<table>
<tr><td>ทรีตเมนต์ 1
ซ้ำที่ 1</td><td>ประตู</td><td rowspan="3">ทางเดิน</td><td>ประตู</td><td>ทรีตเมนต์ 4
ซ้ำที่ 2</td><td rowspan="5">ทางเดิน</td><td colspan="2" rowspan="3">พื้นที่ว่าง</td></tr>
<tr><td>ทรีตเมนต์ 3
ซ้ำที่ 1</td><td>ประตู</td><td>ประตู</td><td>ทรีตเมนต์ 2
ซ้ำที่ 1</td></tr>
<tr><td>ทรีตเมนต์ 2
ซ้ำที่ 3</td><td>ประตู</td><td>ประตู</td><td>ทรีตเมนต์ 4
ซ้ำที่ 1</td></tr>
<tr><td>ทรีตเมนต์ 3
ซ้ำที่ 3</td><td>ประตู</td><td rowspan="2"></td><td>ประตู</td><td>ทรีตเมนต์ 4
ซ้ำที่ 3</td><td>ประตู</td><td>ทรีตเมนต์ 3
ซ้ำที่ 2</td></tr>
<tr><td>ทรีตเมนต์ 1
ซ้ำที่ 2</td><td>ประตู</td><td>ประตู</td><td>ทรีตเมนต์ 1
ซ้ำที่ 3</td><td>ประตู</td><td>ทรีตเมนต์ 2
ซ้ำที่ 2</td></tr>
<tr><td colspan="4">ทางเข้า</td><td colspan="3">ทางเข้า</td></tr>
<tr><td colspan="7">หันหน้าเข้าโรงเรือน</td></tr>
</table>

ภาพผนวก ก 3 แผนผังกรงทดลอง

ภาพผนวก ก 4 อาหารทดลองทรีตเมนต์ 1

ภาพผนวก ก 5 อาหารทดลองทรีตเมนต์ 2

ภาพผนวก ก 6 อาหารทดลองทรีตเมนต์ 3

ภาพผนวก ก 7 อาหารทดลองทรีตเมนต์ 4

ภาพผนวก ก 8 ไก่ทดลองเพศผู้เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ภาพผนวก ก 9 ไก่ทดลองเพศเมียเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการทดลอง

ภาคผนวก ข 1 รายงานผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา
สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
หมู่ที่ 11 ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30130

รายงานผลการทดสอบ

วันที่รับตัวอย่าง 29/06/2559 — งานวิเคราะห์ Proximate

เลขรับหนังสือนำส่ง — ผู้ส่งตัวอย่าง ธัญหทัย สุขสมพืช

Run No.	Lab.No.	Sample Details	วัตถุแห้ง %	Proximate Analysis on Dry basis				
				โปรตีนหยาบ %	ไขมัน %	เยื่อใยรวม %	เถ้า %	คาร์โบไฮเดรต %
1	PR25593611	กากมันสด ชุด 2	21.61	1.99	0.20	17.02	2.38	78.41
2	PR25593612	กากมันหมัก 0 วัน	19.84	10.16	0.19	16.60	2.67	70.38
3	PR25593613	กากมันหมัก 7 วัน	19.43	10.59	0.22	17.79	2.61	68.79
4	PR25593614	กากมันหมัก 14 วัน	16.06	10.42	0.16	17.49	3.04	68.89
5	PR25593615	กากมันหมัก 21 วัน	20.13	10.34	0.26	16.60	2.70	70.10
6	PR25593616	กากมันหมัก 30 วัน	18.66	10.65	0.23	18.69	2.76	67.67

หมายเหตุ 1.Method Analysis : Moisture by Hot air oven base on AOAC 930.15 ; Crude Protein(CP) by Block digestion method base on AOAC 2001.11 ; Crude Fiber(CF) by Fibertec base on ISO 6865 and AOAC 978.10 ; Crude Fat by Soxtec base on AOAC 920.39 and Ash by method base on AOAC 942.05

2. - ไม่ทดสอบ NE ไม่สามารถทำการทดสอบได้

3. รายงานผลนี้ รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่นำส่งเข้าทดสอบเท่านั้น ห้ามคัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วนของรายงานผล โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร จากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา

ลงชื่อ ผ. — ผู้รายงานผลวิเคราะห์

วันที่ 19/08/59

Report No. — Date of report 19/08/2559 — หน้าที่ 1 — ☐ มีต่อ ☐ ไม่มีต่อ

ภาคผนวก ข 1 ต่อ

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา
สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
หมู่ที่ 11 ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30130

รายงานผลการทดสอบ

วันที่รับตัวอย่าง 29/06/2559 งานวิเคราะห์ Proximate

เลขรับหนังสือนำส่ง ผู้ส่งตัวอย่าง ธัญหทัย สุขสมพืช

Run No.	Lab.No.	Sample Details	วัตถุแห้ง %	Proximate Analysis on Dry basis				
				โปรตีนหยาบ %	ไขมัน %	เยื่อใยรวม %	เถ้า %	คาร์โบไฮเดรต %
7	PR25593617	กากมันหมัก 45 วัน	17.40	11.12	0.19	17.44	2.89	68.36
8	PR25593618	กากมันหมัก 60 วัน	19.14	10.96	0.22	17.64	2.86	68.32
9	PC25593619	อาหาร T1	89.87	16.85	2.06	6.68	8.44	65.97
10	PC255936110	อาหาร T2	85.65	15.70	2.29	6.41	7.17	68.43
11	PC255936111	อาหาร T3	83.21	14.81	2.24	6.60	6.90	69.45
12	PC255936112	อาหาร T4	76.61	15.45	2.30	6.03	7.09	69.13

หมายเหตุ 1.Method Analysis : Moisture by Hot air oven base on AOAC 930.15 ; Crude Protein(CP) by Block digestion method base on AOAC 2001.11 ; Crude Fiber(CF) by Fibertec base on ISO 6865 and AOAC 978.10 ; Crude Fat by Soxtec base on AOAC 920.39 and Ash by method base on AOAC 942.05

2. - ไม่ทดสอบ NE ไม่สามารถทำการทดสอบได้

3. รายงานผลนี้ รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่นำส่งเข้าทดสอบเท่านั้น ห้ามคัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วนของรายงานผล โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร จากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา

ลงชื่อ ผู้รายงานผลวิเคราะห์

วันที่ 13/09/59

Report No. Date of report 19/08/2559 หน้าที่ 2 ☐ มีต่อ ☑ ไม่มีต่อ

ภาคผนวก ข 2 รายงานผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของเยื่อใยของอาหารทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา
สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
หมู่ที่ 11 ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30130

รายงานผลการทดสอบ

วันที่รับตัวอย่าง 29/06/2559 งานวิเคราะห์ Detergent Fiber

เลขรับหนังสือนำส่ง ผู้ส่งตัวอย่าง ธัญหทัย สุขสมพืช

Run No.	Lab.No.	Sample Details	Detergent Analysis on dry basis				
			ADF %	NDF %	ADL %	Cellulose %	Hemicellulose %
1	PR25593611	กากมันสด ชุด 2	26.12	45.29	5.70	20.42	19.17
2	PR25593612	กากมันหมัก 0 วัน	19.95	41.82	3.55	16.40	21.87
3	PR25593613	กากมันหมัก 7 วัน	21.55	42.11	4.57	16.98	20.56
4	PR25593614	กากมันหมัก 14 วัน	22.09	41.72	5.49	16.60	19.63
5	PR25593615	กากมันหมัก 21 วัน	22.82	39.08	6.70	16.12	16.26
6	PR25593616	กากมันหมัก 30 วัน	22.51	43.04	6.64	15.87	20.53

หมายเหตุ 1.Method Analysis : Acid detergent fiber (ADF) : Neutral detergent fiber (NDF) :Acid detergent Lignin (ADL) :Cellulose and Hemicellulose base on Georing and Van Soest (1970) , Van Soest (1991) and AOAC (2000)

2. - ไม่ทดสอบ NE ไม่สามารถทำการทดสอบได้

3. รายงานผลนี้ รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่นำส่งเข้าทดสอบเท่านั้น ห้ามคัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วนของรายงานผล โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา

ลงชื่อ ผู้รายงานผลวิเคราะห์

วันที่ 19/08/59

Report No. Date of report 19/08/2559 หน้าที่ 1 ☑มีต่อ ☐ไม่มีต่อ

ภาคผนวก ข 2 ต่อ

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา
สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์
หมู่ที่ 11 ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา 30130

รายงานผลการทดสอบ

วันที่รับตัวอย่าง 29/06/2559 งานวิเคราะห์ Detergent Fiber

เลขรับหนังสือนำส่ง ผู้ส่งตัวอย่าง ธัญหทัย สุขสมพืช

Run No.	Lab.No.	Sample Details	Detergent Analysis on dry basis				
			ADF %	NDF %	ADL %	Cellulose %	Hemicellulose %
7	PR25593617	กากมันหมัก 45 วัน	23.00	41.47	4.24	18.76	18.47
8	PR25593618	กากมันหมัก 60 วัน	23.65	43.41	6.03	17.62	19.76

หมายเหตุ 1.Method Analysis : Acid detergent fiber (ADF) : Neutral detergent fiber (NDF) :Acid detergent Lignin (ADL) :Cellulose and Hemicellulose base on Georing and Van Soest (1970) , Van Soest (1991) and AOAC (2000)

2. - ไม่ทดสอบ NE ไม่สามารถทำการทดสอบได้

3. รายงานผลนี้ รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่นำส่งเข้าทดสอบเท่านั้น ห้ามคัดลอก หรือทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วนของรายงานผล โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร จากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา

ลงชื่อ ผู้รายงานผลวิเคราะห์

วันที่ 19/08/59

Report No. Date of report 19/08/2559 หน้าที่ 2 ☑มีต่อ ☐ไม่มีต่อ

ภาคผนวก ข 3 รายงานผลการตรวจวิเคราะห์พลังงานรวมของอาหารทดลอง

ฝ่ายปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ (Animal Nutrition Laboratory)
ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
(Department of Animal Science, Kasetsart University)
Tel. 662-5791120, 662-9428357 Fax. 662-5791120, 662-9428357

รายงานผลการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมายที่ระบุตัวอย่าง	รหัส
อาหารข้น		915
กากมันสด		916

ผู้ส่งตัวอย่าง นางสาวอัญหทัย สุขสมพืช วันที่รับตัวอย่าง 27/7/59
ที่อยู่ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี

รายการที่ตรวจวิเคราะห์, ทดสอบ	รหัส 915	รหัส 916	Method
ความชื้น (%)			
โปรตีน (%)			
ไขมัน (%)			
เถ้า (%)			
เยื่อใย (%)			
AIA (%)			
NDF (%)			
ADF (%)			
ลิกนิน (ADL) (%)			
แคลเซียม (%)			
ฟอสฟอรัส (%)			
เกลือโซเดียมคลอไรด์ (%)			
พลังงานรวม (แคลอรี่/กรัม)	4,141.91	3,519.10	Analytical Method / Bomb Calorimeter

หมายเหตุ: รายงานผลในรูปน้ำหนักแห้ง (as dry basis)

ภาคผนวก ข 3 ต่อ

ฝ่ายปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ (Animal Nutrition Laboratory)
ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
(Department of Animal Science, Kasetsart University)
Tel. 662-5791120, 662-9428357 Fax. 662-5791120, 662-9428357

รายงานผลการตรวจวิเคราะห์ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมายที่ระบุตัวอย่าง	รหัส
กากมันหมักยีสต์ d21		917
อาหารข้น+กากมันหมักยีสต์ 10%		918
อาหารข้น+กากมันหมักยีสต์ 20%		919
อาหารข้น+กากมันหมักยีสต์ 30%		920

ผู้ส่งตัวอย่าง นางสาวธัญหทัย สุขสมพืช วันที่รับตัวอย่าง 27/7/59
ที่อยู่ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี

รายการที่ตรวจวิเคราะห์, ทดสอบ	รหัส 917	รหัส 918	รหัส 919	รหัส 920	Method
ความชื้น (%)					
โปรตีน (%)					
ไขมัน (%)					
เถ้า (%)					
เยื่อใย (%)					
AIA (%)					
NDF (%)					
ADF (%)					
ลิกนิน (ADL) (%)					
แคลเซียม (%)					
ฟอสฟอรัส (%)					
เกลือโซเดียมคลอไรด์ (%)					
พลังงานรวม (แคลอรี่/กรัม)	3,545.85	4,082.30	4,022.70	3,963.09	Analytical Method / Bomb Calorimeter

หมายเหตุ: รายงานผลในรูปน้ำหนักแห้ง (as dry basis)

ภาคผนวก ข 4 ข้อมูลน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตของไก่ทดลอง

น้ำหนักไก่ทดลอง (เฉลี่ยต่อกรง, กรัม/ตัว)	ทรีตเมนต์/ซ้ำ											
	T1R1	**T1R2**	**T1R3**	**T2R1**	**T2R2**	**T2R3**	**T3R1**	**T3R2**	**T3R3**	**T4R1**	**T4R2**	**T4R3**
ครั้งที่ 1 (อายุ 24 วัน)	100.00	125.00	95.00	112.50	100.00	107.50	112.50	112.50	105.00	112.50	107.50	111.25
ครั้งที่ 2 (อายุ 55 วัน)	323.38	416.86	336.50	349.29	330.67	305.57	327.86	261.43	306.88	301.14	311.00	342.75
ครั้งที่ 3 (อายุ 89 วัน)	862.50	957.14	837.50	914.29	1,050.00	800.00	842.86	800.00	800.00	728.57	785.71	887.50
ครั้งที่ 4 (อายุ 115 วัน)	1,050.00	1,216.67	1,000.00	1,085.71	1,366.67	971.43	1,580.00	1,300.00	916.67	1,400.00	1,142.86	1,150.00
น้ำหนักเพิ่มตลอดระยะการทดลอง (92 วัน)	950.00	1,091.67	905.00	973.21	1,266.67	863.93	1,467.50	1,187.50	811.67	1,287.50	1,035.36	1,038.75
อัตราการเจริญเติบโตตลอดระยะการทดลอง (กรัม/ตัว/วัน)	10.33	11.87	9.84	10.58	13.77	9.39	15.95	12.91	8.82	13.99	11.2	11.29

ภาคผนวก ข 5 ข้อมูลปริมาณการกินได้ของไก่ทดลองในแต่ละช่วงอายุตั้งแต่ 24-115 วัน

ปริมาณการกินได้ (เฉลี่ยต่อกรง, กรัม/ตัว/วัน)	ทรีตเมนต์/ซ้ำ											
	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
อายุ 24-30 วัน												
-น้ำหนักสด	15.88	21.96	16.18	20.61	20.23	19.63	20.36	19.80	19.18	19.84	18.71	22.20
-น้ำหนักแห้ง	14.27	19.74	14.54	17.65	17.33	16.81	16.94	16.48	15.96	15.20	14.33	17.01
อายุ 31-70 วัน												
-น้ำหนักสด	46.31	59.91	46.70	55.75	63.56	53.85	55.83	53.93	48.35	54.92	53.68	49.45
-น้ำหนักแห้ง	41.62	53.84	41.97	47.75	54.44	46.12	46.46	44.88	40.23	42.07	41.12	37.88
อายุ 71-115 วัน												
-น้ำหนักสด	77.92	98.80	76.12	96.78	112.86	92.78	109.70	97.53	85.51	109.35	90.99	91.88
-น้ำหนักแห้ง	70.03	88.79	68.41	82.89	96.66	79.47	91.28	81.15	71.15	83.77	69.71	70.39
อายุ 24-115 วัน												
-น้ำหนักสด	59.46	74.31	58.77	73.14	84.38	70.28	79.48	72.66	64.31	78.88	69.27	63.13
-น้ำหนักแห้ง	53.44	66.78	52.82	62.64	72.27	60.19	66.14	60.46	53.51	60.43	53.07	48.36

ภาคผนวก ข 6 ข้อมูลอัตราการแลกเนื้อของไก่ทดลองในแต่ละช่วงอายุตั้งแต่ 24-115 วัน

อัตราการแลกเนื้อ	ทรีตเมนต์/ซ้ำ											
	T1R1	**T1R2**	**T1R3**	**T2R1**	**T2R2**	**T2R3**	**T3R1**	**T3R2**	**T3R3**	**T4R1**	**T4R2**	**T4R3**
อายุ 24-30 วัน	1.65	1.70	1.90	2.54	2.29	2.76	1.95	2.26	3.35	2.12	2.38	1.51
อายุ 31-70 วัน	2.55	3.10	2.64	4.29	4.28	3.18	3.22	3.14	4.97	2.63	4.18	2.79
อายุ 71-115 วัน	5.75	6.32	4.87	7.93	6.24	5.13	3.74	8.48	4.65	5.75	3.49	4.20
อายุ 24-115 วัน	4.47	4.86	4.64	5.92	5.25	6.41	4.15	4.68	6.07	4.32	4.72	4.62

ภาคผนวก ข 7 ข้อมูลอัตราการเลี้ยงรอด และดัชนีการผลิตของไก่ทดลอง

รายการ	ทรีตเมนต์/ซ้ำ											
	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
จำนวนไก่เริ่มเลี้ยง (ตัว)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
จำนวนไก่ที่จับจำหน่าย (ตัว)	6	6	7	7	6	7	5	7	6	4	7	6
อัตราการเลี้ยงรอด (เปอร์เซ็นต์)	75.00	75.00	87.50	87.50	75.00	87.50	62.50	87.50	75.00	50.00	87.50	75.00
อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)	25.00	25.00	12.50	12.50	25.00	12.50	37.50	12.50	25.00	50.00	12.50	25.00
น้ำหนักไก่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม/ตัว)	1,050.00	1,216.67	1,000.00	1,085.71	1,366.67	971.43	1,580.00	1,300.00	916.67	1,400.00	1,142.86	1,150.00
อายุไก่ (วัน)	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115
อัตราการแลกเนื้อ	4.47	4.86	4.64	5.92	5.25	6.41	4.15	4.68	6.07	4.32	4.72	4.62
ดัชนีการผลิต	13.86	14.63	15.58	12.47	15.78	10.21	19.25	18.21	8.70	12.98	16.76	14.68

ภาคผนวก ข 8 ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงไก่ทดลอง

รายการ	**ทรีตเมนต์/ซ้ำ**											
	T1R1	**T1R2**	**T1R3**	**T2R1**	**T2R2**	**T2R3**	**T3R1**	**T3R2**	**T3R3**	**T4R1**	**T4R2**	**T4R3**
ปริมาณการกินได้ตลอดการทดลอง ในรูปน้ำหนักสด (กรัม/ตัว/วัน)	59.46	74.31	58.77	73.14	84.38	70.28	79.48	72.66	64.31	78.88	69.27	63.13
ต้นทุนค่าอาหารตลอดการทดลอง												
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท/ตัว)	72.04	90.04	71.21	81.82	94.36	78.62	81.46	74.48	65.91	73.44	64.49	58.78
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม	75.84	81.85	78.25	84.35	74.33	91.42	55.41	62.58	81.37	56.93	62.01	56.52

หมายเหตุ : ราคาอาหารสำเร็จรูปทางการค้า 13.17 บาทต่อกิโลกรัม

ราคากากหมักสำปะหลังหมักยีสต์ 3 บาทต่อกิโลกรัม

ราคาอาหารทดลองที่ใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ 12.16 บาทต่อกิโลกรัม

ราคาอาหารทดลองที่ใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ 11.14 บาทต่อกิโลกรัม

ราคาอาหารทดลองที่ใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ 10.12 บาทต่อกิโลกรัม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวธัญหทัย สุขสมพืช
วัน เดือน ปีเกิด	1 ตุลาคม 2533
สถานที่เกิด	เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2556
สถานที่ทำงาน	คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
ตำแหน่ง	นักวิชาการสัตวบาล