ผลของกากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อประสิทธิภาพการผลิตในไก่ไข่และไก่เนื้อ

นลินทิพย์ มณีรุ่งรัตน์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2564

ผลของกากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อประสิทธิภาพการผลิตในไก่ไข่และไก่เนื้อ

นลินทิพย์ มณีรุ่งรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลของกากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อประสิทธิภาพการผลิตในไก่ไข่และไก่เนื้อ

นลินทิพย์ มณีรุ่งรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฬากร ปานะถึก)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองเลียน บัวจูม)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)
รองอธิการบดี ปฏิบัติการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ชื่อเรื่อง ผลของกากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อประสิทธิภาพการผลิตในไก่ไข่และไก่เนื้อ

ชื่อผู้เขียน นางสาวนลินทิพย์ มณีรุ่งรัตน์

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อประสิทธิภาพการผลิตในไก่ไข่และไก่เนื้อ ทำการแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การศึกษาผลของกากไพลในอาหารอินทรีย์ ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ของไก่ไข่ และสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และจำนวนประชากรแบคทีเรียกรดแลกติกและอีโคไลในไส้ตันของไก่เนื้อ

การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของกากไพลในอาหารอินทรีย์ ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ ซึ่งใช้ไก่ไข่ทางการค้าพันธุ์ CP Brown อายุ 61 สัปดาห์ จำนวน 200 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทดลอง แต่ละกลุ่มทดลองจะมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว กลุ่มที่ 1 อาหารอินทรีย์ควบคุม (ไม่ใช้กากไพลสูตรอาหาร) กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 อาหารอินทรีย์ประกอบด้วยกากไพล 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารตามลำดับ ทำการศึกษานาน 4 สัปดาห์ ผลของการศึกษาพบว่า ปริมาณอาหารที่กินและผลผลิตไข่ที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์นั้นต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ตลอดจนคุณภาพไข่นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นการใช้กากไพลที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารอินทรีย์ไม่ทำให้ผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ได้รับผลกระทบ

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อและจำนวนของแบคทีเรียกรดแลกติกและอีโคไลในไส้ตันของไก่เนื้อ ใช้ไก่เนื้อเพศผู้ทางการค้าพันธุ์ Ross 308 จำนวน 240 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มทดลอง แต่ละกลุ่มทดลองจะมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว ตัว กลุ่มที่ 1 อาหารอินทรีย์ควบคุม (ไม่ใช้กากไพลในสูตรอาหาร) กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 อาหารอินทรีย์ประกอบด้วยกากไพล 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารตามลำดับ ทำการศึกษานาน 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ตลอดระยะเวลาการทดลองการใช้กากไพลในอาหาร

อินทรีย์มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นนั้นต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ยกเว้นกากไพลที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ($P>0.05$) และยังมีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวนั้นเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) อัตราการรอดชีวิตของไก่เนื้อที่ใช้กากไพลทุกระดับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และกากไพลยังทำให้น้ำหนักมีชีวิตต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ส่วนกากไพลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น เปอร์เซ็นต์หัวและคอลดลง ($P < 0.05$) และมีผลทำให้อกนอกและไขมันในช่องท้องต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ซึ่งกากไพลที่ระดับมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์นั้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์เครื่องในรวมลดลง ($P<0.05$) ส่วนกากไพลที่มากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้กระเพาะแท้รวมและกระเพาะบดเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ส่วนคุณภาพซากในด้านอื่นๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) การใช้กากไพลโดยรวมไม่ส่งผลต่อคุณภาพเนื้อ ($P>0.05$) ยกเว้นทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อสะโพกหลังฆ่า 24 ชั่วโมงสูงขึ้น ($P<0.05$) และกากไพลที่ระดับมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ค่าความแดง (a^*) ของเนื้อสะโพก 24 ชั่วโมงหลังฆ่าลดลง ($P<0.05$) และกากไพลที่ระดับมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ยังทำให้ค่าการสูญเสียน้ำจากการต้มสุกของเนื้อสะโพกเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) และกากไพลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์นั้นมีผลทำให้ค่าการออกซิเดชันของเนื้อหน้าอกหลังการฆ่า 7 วันเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) และกากไพลทุกระดับยังทำให้ค่าการออกซิเดชันของเนื้อหน้าอก 0 และ 3 วันหลังการฆ่าเพิ่มขึ้น ($P <0.05$) และยังพบว่ากากไพลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนทำให้จำนวนแบคทีเรียของกรดแลกติกในไส้ตันเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) แต่พบว่าในกากไพลไม่มีผลต่อจำนวนแบคทีเรียอีโคไล ($P>0.05$)

ดังนั้นจึงสามารถใช้กากไพลที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารอินทรีย์ไก่ไข่โดยจะไม่ส่งผลเสียต่อผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ ส่วนในอาหารอินทรีย์ไก่เนื้อโดยรวมพบว่ากากไพลมีผลทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโต น้ำหนักมีชีวิต และเนื้อหน้าอกลดลง ซึ่งไม่ส่งผลกระทบที่ชัดเจนในด้านคุณภาพเนื้อและจำนวนจุลินทรีย์ในไส้ตัน ซึ่งไม่ควรที่จะนำกากไพลมาใช้ในส่วนของอาหารอินทรีย์ไก่เนื้อจะดีกว่า โดยควรหาการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพกากไพลให้ดีก่อนที่จะนำมาใช้ในการเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการประกอบเป็นอาหารไก่เนื้อ

คำสำคัญ : กากไพล, อาหารอินทรีย์, ประสิทธิภาพการผลิต, ไก่ไข่, ไก่เนื้อ

Title EEFECTS OF The *zingiber cassumunar* roxb. WASTE IN ORGANIC FEED ON PRODUCTION EFFICIENCY IN LAYING HENS AND BROILER.

Author Miss Nalintip Maneerungrud

Degree Master of Science in Animal Science

Advisory Committee Chairperson Assistant Professor Dr. Buaream Maneewan

ABSTRACT

The study Effect of the *Zingiber cassumunar* roxb. waste in organic feed on production efficiency in laying hens and broiler was conducted in 2 experiments; the study on of the *Zingiber cassumunar* roxb. waste in organic feed on production efficiency, egg quality on broiler growth performance, carcass composition, meat quality and *E*. coli and lactic acid bacteria papulation of ceca.

Experiment 1, Study on the effect of *Zingiber cassumunar* roxb. in organic feed on productivity and egg quality the 200 CP Brown commercial laying hens at 61 weeks were used. Completely randomized design (CRD) was divided into 5 groups, each group had 4 replications of 10. The first group was the controlled diet (without *Zingiber cassumunar* roxb.), group 2, 3, 4 and 5 to the level 1, 2, 3 and 4 percent dietary *Zingiber cassumunar* roxb. supplements respectively diets. The experimental period were long 4 weeks. It was found that on the feed intake and egg production after using *Zingiber cassumunar* roxb. more than level 1 percent were lower than is those of control ($P<0.05$). However, there was no statistical difference in feed conversion efficiency to egg weight as well as egg quality ($P>0.05$). The use of level 1 percent *Zingiber cassumunar* roxb. in organic diets will did not adversely affect egg yield and egg quality.

Experiment 2, Study on the effect of *Zingiber cassumunar* roxb. in organic feed on broiler growth performance, carcass quality, meat quality and number of cecal lactic acid and E. coli bacteria. A total of 240 broilers of Ross 308 were used.

Completely randomized design (CRD) was divided into 5 groups, each of which consisted of 4 replications of 12 birds, group 1, the control feed. (without *Zingiber cassumunar* roxb.), group 2, 3, 4 and 5 were the level 1, 2, 3 and 4 percent dietary supplementation diets. The experimental period were long 6 weeks. The results showed that throughout the experimental period the feed intake and body weight gain of *Zingiber cassumunar* roxb. groups were lower than control group ($P<0.05$) except that the using of 1 percent *Zingiber cassumunar* roxb. was not effect on feed intake ($P>0.05$). The feed conversion ratio of *Zingiber cassumunar* roxb. groups were higher than control group ($P<0.05$). The mortality was not difference ($P>0.05$). The Live weight of of *Zingiber cassumunar* roxb. groups were lower than control group ($P<0.05$). The level 4 percent Zingiber *cassumunar* roxb. reduced warm carcass and head including neck percentage ($P<0.05$). *Zingiber cassumunar* roxb. resulted in the lower the breast meat and abdominal fat from control ($P<0.05$). *Zingiber cassumunar* roxb. over than level 1 percent reduced visceral organs ($P< 0.05$). The level 2 percent *Zingiber cassumunar* roxb. increased the proventiculus including gizzard ($P< 0.05$). The another carcass percentage were not difference ($P>0.05$). Totally, the *Zingiber cassumunar* roxb. was not effect on meat quality ($P>0.05$) except the lightness (L^*) of thigh meat at 24 hrs. post mortem was higher than control ($P< 0.05$). The using of *Zingiber cassumunar* roxb. over than level 1 percent reduced the thigh meat redness at 24 hrs. post mortem ($P<0.05$) and increased the thigh meat dip loss percentage ($P<0.05$). Level 4 percent *Zingiber cassumunar* roxb. increased the breast TBARs value at 0 and 7 days post mortem ($P<0.05$). The any level of *Zingiber cassumunar* roxb. increased the breast TBARS value at 3 days post mortem ($P <0.05$). Level 4 percent *Zingiber cassumunar* roxb. increased the cecal lactic acid bacteria number ($P<0.05$) but the *Zingiber cassumunar* roxb. was not effect on the E. coli number ($P>0.05$).

In conclusion, the *Zingiber cassumunar* roxb. can be use in organic laying hen diet without adverse effect on egg production and egg quality. For the broiler diet, the *Zingiber cassumunar* roxb. reduced growth performance, living weight and breast meat even not clearly effect on meat quality and cecal bacterial number.

Therefore, should not should will use the *Zingiber cassumunar* roxb. in broiler diet better. The *Zingiber cassumunar* roxb. quality improvement should be study before the using as feed raw material in broiler diet.

Keywords : The Zingiber cassumunar roxb., Feed organic, Production efficiency, Laying hens, Broiler

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัวเรียม มณีวรรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ และสนับสนุนพร้อมให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในทุกด้านของการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนการแก้ไขปัญหาการเขียนและนำเสนอผลงานด้านวิชาการ รวมทั้งการปรับการแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงผ่านไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทองเลียน บัวจูม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จุฬากร ปานะถึก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุง และแก้ไขผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณฟาร์มสัตว์ปีก คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้อนุเคราะห์การใช้สถานโรงเรือนทดลองไก่ไข่ และไก่เนื้อในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนบุคลากรของฟาร์มสัตว์ปีกที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทำวิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณบุคลากรจากห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกการใช้อุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบริษัทเครื่องหอมไทย จำกัด อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ที่ได้ให้การสนับสนุนผงของกากไพลสำหรับใช้ในงานวิจัย และขอขอบคุณคุณบัญชา ขาวเมืองน้อย ศิษย์เก่าแม่โจ้รุ่นที่ 50 ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือทุนการศึกษาในโครงการอินทรีย์สำหรับการสนับสนุนในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้อบรมและคอยดูแลเป็นอย่างดีมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา และขอบคุณนักศึกษาบัณฑิตทุกคน รวมถึงเพื่อนๆที่ได้ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจที่ดีต่อกันในทุกเรื่องมาโดยตลอด

นลินทิพย์ มณีรุ่งรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฑ

สารบัญภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร 3

ความสำคัญของการเลี้ยงไก่ 3

ไก่ไข่ (Layer) 3

พันธุ์ไก่ไข่ 3

หลักการเลือกพันธุ์ไก่ไข่ 4

โครงสร้างของไข่ (structure of the Egg) 5

องค์ประกอบทางเคมีของไข่ (composition of the egg) 7

รูปร่างของฟองไข่ (egg shape) 8

สีของเปลือกไข่ (egg color) 9

ปัจจัยที่ทำให้ขนาดของไข่แตกต่างกัน 9

ความผิดปกติของไข่ (egg abnormality) 10

การเลี้ยงไก่ไข่ 11
อุปกรณ์การให้อาหาร 11
อุปกรณ์ให้น้ำ 11
เครื่องกกลูกไก่ 11
วัสดุรองพื้น 12
อุปกรณ์การให้แสง 12
ความต้องการโภชนะของไก่ไข่ 12
ไก่เนื้อ (Broiler) 13
พันธุ์ไก่เนื้อ 13
การเลี้ยงไก่เนื้อ 14
อาหารไก่เนื้อ 15
อาหารหยาบล้วน 15
อาหารป่นและอาหารหยาบ 15
อาหารป่นล้วน 15
อาหารป่นเปียก 15
อาหารพลังงานสูงและพลังงานต่ำ 15
ความต้องการทางโภชนะของไก่เนื้อ 16
อาหารอินทรีย์ (feed organic) 17
มาตรฐานการเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์ 18
มาตรฐานการเลี้ยงไก่เนื้ออินทรีย์ 18
การเลี้ยงไก่แบบปล่อย (free-range chicken) 18
ไพล (*Zingiber cassumunar* roxb.) 19
องค์ประกอบทางเคมีของไพล 20
ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา 21

ต้านการอักเสบ 21
ต้านเชื้อแบคทีเรีย 22
ต้านอนุมูลอิสระ 22
ต้านเชื้อรา 22
ฤทธิ์ต่อกล้ามเนื้อเรียบ 22
ฤทธิ์ต่อหัวใจ 23
ฤทธิ์ในการเป็นยาชาเฉพาะที่ 23
พิษวิทยาของไพลในสัตว์ 23
การทดสอบความเป็นพิษ 23
การทดสอบฤทธิ์การระคายเคืองผิวหนัง 24
การใช้ไพลในอาหารสัตว์ 24
กากไพล 28
บทที่ 3 วิธีการวิจัย 30
ระยะเวลาในการทำวิจัย 30
สถานที่ทำการวิจัย 30
การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ในไก่ไข่ 30
วัสดุและอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย 30
แผนการทดลอง 31
อาหารที่ใช้ในการทดลอง 31
การเลี้ยงและการจัดการ 33
การศึกษาสมรรถภาพการผลิต 33
การศึกษาคุณภาพไข่ 34

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อในไก่เนื้อ 35
วัสดุและอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย 35
แผนการทดลอง 35
อาหารที่ใช้ในการทดลอง 36
การเลี้ยงและการจัดการ 39
การศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต 39
การศึกษาคุณภาพซาก 40
การศึกษาคุณภาพเนื้อ 41
วัดค่า pH 41
วัดสีของเนื้อ 41
ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น 41
ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก 42
การวิเคราะห์ความเหนียวนุ่มของเนื้อ 42
การวิเคราะห์ค่าออกซิเดชันของเนื้อ 42
การศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียของกรดแลกติก และอีโคไลในลำไส้ตัน 43
การตรวจหาจำนวนประชากรของแบคทีเรียแลกติก 43
การตรวจหาจำนวนประชากรแบคทีเรียอีโคไล 44
การวิเคราะห์ทางสถิติ 44
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 45
ผลการวิจัย 45
การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ในไก่ไข่ 45
การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อในไก่เนื้อ 51

วิจารณ์ผลการวิจัย 59
การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ในไก่ไข่ 59
การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อในไก่เนื้อ 60
บทที่ 5 สรุป และข้อเสนอแนะ 63
สรุปผลการวิจัย 63
ข้อเสนอแนะการวิจัย 63
ภาคผนวก 64
ภาคผนวก ก 65
วิธีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะด้วยวิธี Proximate analysis 65
ภาคผนวก ข 73
การปฏิบัติการเลี้ยงไก่ไข่ 73
ภาคผนวก ค 75
การปฏิบัติการเลี้ยงไก่เนื้อ และการเก็บตัวอย่างซาก 75
ภาคผนวก ง 79
การศึกษาคุณภาพเนื้อ 79
ภาคผนวก จ 82
การศึกษาจำนวนประชากรจุลินทรีย์ 82
ภาคผนวก ฉ 85
การคำนวณต้นทุนค่าอาหารในสูตรอาหารที่ใช้ 85
บรรณานุกรม 95
ประวัติผู้วิจัย 97

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่ไก่สด 8
ตารางที่ 2 น้ำหนักมาตรฐานของไก่ไข่ในประเทศไทย 9
ตารางที่ 3 ความต้องการทางโภชนะของไก่ไข่ 13
ตารางที่ 4 ความต้องการทางโภชนะของไก่เนื้อ 16
ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของสารสกัดจากเหง้าไพล 21
ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของไพล และกากไพลจากการวิเคราะห์ (% Airdry) 29
ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่ไข่อายุ 61 ถึง 64 สัปดาห์ 32
ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่เนื้อระยะ 0 ถึง 3 สัปดาห์จากการวิเคราะห์ (% Airdry) 37
ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่เนื้อระยะ 4 ถึง 6 สัปดาห์จากการวิเคราะห์ (% Airdry) 38
ตารางที่ 10 ผลของกากไพลต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่ 48
ตารางที่ 11 ผลของการใช้กากไพลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ 54
ตารางที่ 12 คุณภาพซากของไก่เนื้อที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารอินทรีย์ที่ระดับต่างกัน 56
ตารางที่ 13 ค่า pH และค่าสีของไก่เนื้อที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารอินทรีย์ที่ระดับต่างกัน 57
ตารางที่ 14 ความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และค่าการออกซิเดชั่นของไก่เนื้อที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารอินทรีย์ 58
ตารางที่ 15 จำนวนประชากรแบคทีเรียของกรดแลกติก และอีโคไลในไส้ตันของไก่เนื้อที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารอินทรีย์ 58

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 โครงสร้างของไข่ 5

ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์สมุนไพรไพลผงสำเร็จรูป 28

ภาพที่ 3 ผงกากไพล 28

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ MAEJO UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันอาหารสัตว์อินทรีย์ถูกผลิตจากการใช้วัตถุดิบจากแหล่งธรรมชาติเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งในอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยวมีการกำหนดให้มีวัตถุดิบที่เป็นอินทรีย์ไม่น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (ปศุสัตว์อินทรีย์, 2561) และในมาตรฐานอาหารสัตว์อินทรีย์ของประเทศสหรัฐอเมริกามีการกำหนดให้มีวัตถุดิบไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ของส่วนประกอบซึ่งจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ (unite States Department of Agriculture; USDA) ไร้สารสังเคราะห์ สารเสริม และต้องเป็นวัตถุดิบที่ไม่ผ่านการตัดต่อทางพันธุกรรม (มาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2561)

อาหารอินทรีย์ยังส่งผลดีต่อด้านสวัสดิภาพสัตว์ เนื่องจากช่วยกำจัดความเสี่ยงจากการใช้ยาปฏิชีวนะ สารเร่งการเจริญเติบโตที่เป็นอันตรายแก่ตัวสัตว์ ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และลดกลิ่นก๊าซที่มาจากมูลสัตว์ด้วย (ทศพร, 2560) หากสัตว์ที่ได้รับวัตถุดิบอาหารจากแหล่งธรรมชาติ ไร้สารสังเคราะห์ และมีการจัดการทำความสะอาดคอกอย่างสม่ำเสมอ โดยลดความชื้นภายโรงเรือนเพื่อไม่ให้เกิดการสะสมของเศษอาหารและมูลสัตว์เป็นเวลานาน ก่อให้เกิดการย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจนซึ่งช่วยลดการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน และฝุ่นที่ทำให้ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ระบบทางเดินหายใจ และระบบทางเดินอาหารของสัตว์ (ธวัชชัย, 2552) เมื่อสัตว์ขับถ่ายออกมาจะทำให้เกิดก๊าซไนโตรเจนและกลิ่นในมูลน้อยลง และยังส่งผลดีต่อการลดการเกิดก๊าซเรือนกระจกภายในฟาร์มซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (สำนักงานคุณภาพน้ำแกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2544) ดังนั้นในการประกอบสูตรอาหาร จึงควรเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูก มีประสิทธิภาพ หาได้ตามง่ายตามฤดูกาลและท้องถิ่น เพื่อให้ได้ไข่และเนื้อที่มีคุณภาพและมีต้นทุนต่ำต่อการผลิต และทำให้ไก่มีสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ดีสุขภาพแข็งแรง หากไก่ได้รับอาหารที่เพียงพอและสม่ำเสมอ (นพวรรณ, 2542) โดยมีรายงานของอริญญา และคณะ (2548) ศึกษาผลของสมุนไพรต่อการเจริญเติบโตเปรียบเทียบกับการใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารไก่เนื้อ พบว่ากลุ่มที่ใช้สมุนไพรมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ดีกว่า จึงทำให้เกิดแนวทางในการใช้สมุนไพรเพื่อทดแทนยาปฏิชีวนะ ซึ่งปัจจุบันได้มีการใช้สมุนไพรเพื่อปรับปรุงคุณภาพไข่และเนื้อในสัตว์ปีกเพิ่มขึ้น จากรายงานของ Danet et al. (2013) ทำการทดลองโดยเสริมไพลในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0.05 0.10 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเสริมไพลทุกระดับมีผลทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อดีขึ้น และมีอัตราการรอดชีวิตไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Danet et al. (2014) พบว่าการเสริมไพลที่ระดับ 0.10 0.15 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้น้ำหนักไก่เนื้อเพิ่มขึ้น และอัตราการรอดชีวิตเพิ่มขึ้นอีกด้วยเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ไพล (*Zingiber cassumunar* roxb.) เป็นพืชอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae มีสารสำคัญได้แก่ Sabinene, Terpinene, Terpinene-4-ol และ Cassumunar A B และ C ซึ่งเป็นสารประเภทเคอร์คูมินอยด์ มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก เช่น *Bacillus subtilis* และแบคทีเรียชนิดแกรมลบ เช่น *Pseudomonas aeruginosa* (Habsah et al.,2000) และมีฤทธิ์ต่อการต้านสารอนุมูลอิสระ จากรายงานของ Chirangini (2004) พบว่าการใช้ไพลที่ระดับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ช่วยเพิ่มน้ำหนักตัวและลดการสะสมไขมันในช่องท้องของไก่เนื้อ และระดับ 0.6 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ลักษณะซากของไก่เนื้อดีขึ้นซึ่งสอดคล้องกับรายงานของจรรยา และคณะ (2562) พบว่าการใช้ไพลที่ระดับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ทำให้น้ำหนักต่อตัวเพิ่มขึ้น อัตราการรอดชีวิตสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีจำนวนไก่ตาย และเปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้องลดลงเมื่อใช้ไพลในปริมาณที่สูงขึ้น ในปัจจุบันไพลได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านยารักษาโรคเป็นส่วนใหญ่ แต่ในส่วนของกากไพลที่เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันหอมระเหยยังไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์มากนัก ทำให้แต่ละปีมีกากไพลที่เหลือจากการผลิตเป็นจำนวนมาก (ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2561) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อผลผลิตและคุณภาพไข่ของไก่ไข่ และสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และจำนวนประชากรแบคทีเรียกรดแลกติกและอีโคไลในไส้ตันของไก่เนื้อ และเพื่อหาระดับของกากไพลที่เหมาะสมสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตอาหารอินทรีย์ในการเลี้ยงไก่ไข่และไก่เนื้อต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับการใช้กากไพลที่เหมาะสมในอาหารอินทรีย์สำหรับไก่ไข่และไก่เนื้อ
2. เพื่อศึกษาผลของกากไพลต่อประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพไข่ในไก่ไข่
3. เพื่อศึกษาผลของกากไพลต่อคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ และจุลินทรีย์ในไก่เนื้อ
4. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและนำกากไพลมาประยุกต์ใช้ในอาหารอินทรีย์ เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ และช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ปีก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางในการเลือกใช้กากไพลที่ระดับเหมาะสม สำหรับนำมาใช้ประกอบเป็นอาหารสัตว์อินทรีย์ในการเลี้ยงไก่ไข่และไก่เนื้อ
2. ได้แนวทางการศึกษาการนำกากไพลมาใช้ในอาหารสัตว์อินทรีย์ว่าส่งผลดีหรือเสียแก่ตัวสัตว์ เพื่อนำมาปรับปรุงการผลิตอาหารสัตว์ปีกและทำให้สัตว์มีสุขภาพที่ดีต่อไป

บทที่ 2
ทฤษฎีและการตรวจเอกสาร

ความสำคัญของการเลี้ยงไก่

ปัจจุบันการเลี้ยงไก่มีไว้สำหรับความต้องการบริโภคไข่และเนื้อตามครัวเรือน ซึ่งเมื่อเลี้ยงไว้เป็นจำนวนมากจึงนำมาแบ่งปันหรือขายกันระหว่างเพื่อนบ้าน ต่อมาจึงเริ่มมีการเลี้ยงไก่เป็นอาชีพเพิ่มขึ้นซึ่งเลี้ยงกันโดยอาศัยธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ในระยะแรก ต่อมาภายหลังจึงเริ่มมีการเลี้ยงไก่แบบทางการค้าขึ้น การเลี้ยงไก่จึงให้ประโยชน์แก่ผู้เลี้ยงเพราะทำให้มีอาหารที่ดี มีคุณภาพไว้สำหรับบริโภค มีรายได้จากการทำร่วมกับงานเกษตรกรรมอื่นหรือทำเป็นอาชีพหลัก ได้ผลตอบแทนเร็วและมีโอกาสขยายงานได้มาก มูลไก่สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยคอกได้เป็นอย่างดี และการเลี้ยงไก่ยังเป็นสัตว์ที่ช่วยในการกำจัดวัชพืชและแมลง (วิชาภรณ์, 2557)

ไก่ไข่ (Layer)

ปัจจุบันไก่ไข่ถือว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจของประเทศไทย การเลี้ยงไก่ไข่จะต้องคำนึงผลผลิตและคุณภาพของไข่เป็นหลัก เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ปัจจุบันประเทศไทยมีการเลี้ยงไก่ไข่อย่างแพร่หลายทั้งการเลี้ยงแบบธรรมชาติและแบบอุตสาหกรรม ซึ่งพื้นที่ที่เป็นแหล่งผลิตไข่ไก่ที่สำคัญของเมืองตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ ภาคตะวันตก เขตกรุงเทพและปริมณฑลตามลำดับ โดยจังหวัดที่เป็นแหล่งผลิตไข่ไก่มากที่สุด ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา รองลงมาเป็นจังหวัดนครนายก ชลบุรี พระนครศรีอยุธยา และอุบลราชธานีตามลำดับ (กานดา และชลัท, 2560)

พันธุ์ไก่ไข่

พันธุ์ไก่นับเป็นปัจจัยที่สำคัญของธุรกิจการเลี้ยงไก่ให้ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นผู้เลี้ยงจะต้องเลือกพันธุ์ไก่ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเลี้ยง เช่น เลือกไก่สายพันธุ์ไข่เพื่อการผลิตไข่ เป็นต้น ซึ่งในอดีตนั้นนิยมเลี้ยงไก่พันธุ์แท้ แต่พันธุ์ไก่ไข่ที่นิยมเลี้ยงในเมืองไทยในปัจจุบันส่วนมากแล้วเป็นไก่สายพันธุ์ลูกผสมเกือบทั้งหมด เป็นพันธุ์ที่ได้มีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มาเป็นอย่างดี คือ ให้ไข่ดก ไข่ฟองโต ให้ไข่ทนและกินอาหารน้อย (กานดา และชลัท, 2560) สำหรับพันธุ์ไก่ที่เลี้ยงในเมืองไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

1) ไก่พันธุ์แท้ เป็นไก่ที่ได้รับการคัดเลือกและผสมพันธุ์เป็นอย่างดี ได้รับความนิยมมาก เพราะเป็นไก่ที่ให้ไข่ดก ต่อมาภายหลังได้มีการปรับปรุงพันธุ์จนได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงขึ้นกว่าขึ้นมาทดแทนทำให้ไก่พันธุ์แท้ได้รับความนิยมน้อยลง สำหรับพันธุ์ไก่ไข่พันธุ์แท้ที่ยังเลี้ยงในเมืองไทย ได้แก่

พันธุ์โร๊ดไอส์แลนด์เรด (rhod island ให้ไข่ค่อนข้างดี เป็นไก่กึ่งเนื้อกึ่งไข่ เปลือกไข่สีน้ำตาล ขนาดไข่ใหญ่ปานกลาง สามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดี เริ่มให้ไข่เมื่ออายุประมาณ 5 เดือนครึ่ง ให้ไข่ค่อนข้างดกคือให้ไข่ปีละประมาณ 280 ถึง 300 ฟอง น้ำหนักตัวเมื่อโตเต็มที่เพศผู้หนัก 3.1 ถึง 4.0 กิโลกรัม เพศเมียหนัก 2.4 ถึง 4.0 กิโลกรัม พันธุ์บาร์พลีมัทร็อค (barred plymouth rock) เป็นไก่กึ่งเนื้อกึ่งไข่ เริ่มให้ไข่เมื่ออายุประมาณ 5 เดือนครึ่ง ให้ไข่เปลือกสีน้ำตาล ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี เพศผู้มีน้ำหนักประมาณ 3.6 ถึง 4.3 กิโลกรัม ตัวเมียมีน้ำหนักประมาณ 2.7 ถึง 3.7 กิโลกรัม พันธุ์เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร (single comb white leghorn) ให้ไข่ดก ไข่ฟองโต และกินอาหารน้อย ซึ่งตรงตามความต้องการของตลาด เนื่องจากเริ่มให้ไข่เมื่ออายุประมาณ 4 เดือนครึ่ง ให้ไข่เร็ว ไข่เปลือกสีขาว มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารค่อนข้างสูงทนต่ออากาศร้อนได้ดี ให้ไข่ปีละประมาณ 300 ฟอง น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่เพศผู้หนัก 2.2 ถึง 2.9 กิโลกรัม เพศเมียหนัก 1.8 ถึง 2.2 กิโลกรัม และ

2) ไก่พันธุ์ลูกผสม (hybrid breeds) เป็นไก่พันธุ์ไข่ที่นิยมเลี้ยงกันในเชิงการค้ามากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นพันธุ์ไก่ที่ผสมขึ้นเป็นพิเศษโดยบริษัทผู้ผลิตลูกไก่พันธุ์ไข่จำหน่ายได้มีการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ให้มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาดคือ ให้ไข่ดก เปลือกไข่สีน้ำตาล ไข่ฟองโต และไข่ทน โดยไก่พันธุ์ลูกผสมนี้จะมีลักษณะเด่นประจำพันธุ์และข้อมูลประจำพันธุ์อย่างละเอียด เช่น อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเลี้ยงรอด เปอร์เซ็นต์การไข่ ระยะเวลาในการให้ไข่ ขนาดของแม่ไก่ ขนาดของฟองไข่ สีของเปลือกไข่ เป็นต้น ซึ่งไก่ลูกผสมนี้จะต้องเลี้ยงด้วยอาหารที่มีคุณภาพสูง มีการจัดการที่ถูกต้อง เช่น การควบคุมน้ำหนัก การควบคุมการกินอาหาร การคบคุมแสงสว่าง ตลอดทั้งการสุขาภิบาลและการป้องกันโรคที่ดี

หลักการเลือกพันธุ์ไก่ไข่

เนื่องจากพันธุ์ไก่เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการเลี้ยงไก่ไข่ให้ การเลือกพันธุ์ไก่ไข่มาเลี้ยงจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ (กานดา และชลัท, 2560) ผู้เลี้ยงจะต้องคัดเลือกพันธุ์โดยใช้ข้อสังเกตและยึดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

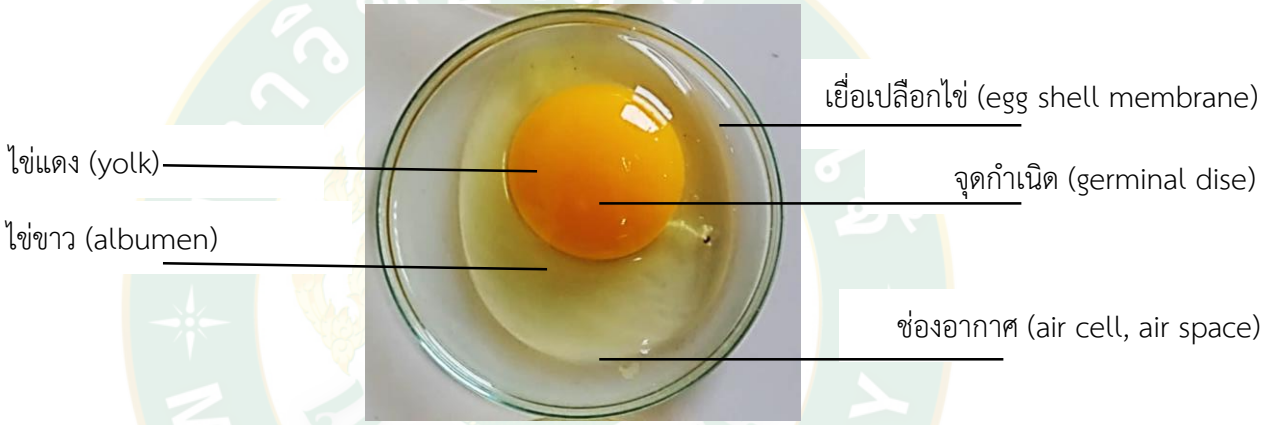
1. เป็นไก่สายเลือกที่ดีผ่านการคัดเลือกขึ้นมาเป็นไก่ไข่โดยเฉพาะ
2. มีลักษณะดีตรงตามพันธุ์ และประเภทของไก่ไข่
3. ผลิตจากฟาร์มที่มีมาตรฐานดี และเชื่อถือได้
4. มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตไข่สูง ระยะไข่สูงสุดยาวนาน ไข่ทน ไข่ฟองใหญ่และเปลือกหนา

5. มีอัตราการเลี้ยงรอดสูง แข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อม ดิน ฟ้า อากาศของประเทศไทยได้ดี

6. ควรสอบถามจากผู้เลี้ยงรายอื่นเกี่ยวกับสายพันธุ์ไก่ที่กำลังพิจารณาอยู่ และสายพันธุ์อื่นเพื่อทำการเปรียบเทียบก่อนเลี้ยง

โครงสร้างของไข่ (structure of the Egg)

โครงสร้างของฟองไข่จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วน ได้แก่ เปลือกไข่ (shell) เยื่อเปลือกไข่หรือเยื่อหุ้มฟองไข่ (egg shell membrane) ช่องอากาศ (air cell, air space) ไข่ขาว (albumen) ไข่แดง (yolk) และจุดกำเนิด (germinal dise) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างของไข่

ที่มา : ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2563

เปลือกไข่ (shell) เปลือกไข่ประกอบด้วยชั้นที่สำคัญ 2 ชั้น ภายในชั้นประกอบด้วยรูพรุนประมาณ 8,000 รูสำหรับให้เป็นทางผ่านของน้ำและแก๊สต่างๆ นอกจากนี้แล้วเชื้อแบคทีเรียอาจจะผ่านหรือซึมผ่านรูที่เปลือกไข่ได้ด้วยเหมือนกัน ปกติแล้วเปลือกไข่ที่ออกมาใหม่ จะมีลักษณะใส แต่จะทึบเมื่อมันแห้งลงผิวนอกของเปลือกไข่จะมีแผ่นเยื่อบาง เรียกว่า (bloom or cuticle) คาดหรือปกคลุมอยู่ ซึ่งหลังจากไข่ออกมาเยื่อบางนี้จะแห้งอย่างรวดเร็วทำให้ไปปิดรูพรุนที่เปลือกจนสนิท เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำและแก๊สออกจากไข่ รวมทั้งป้องกันการซึมผ่านของเชื้อแบคทีเรียซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เปลือกไข่ที่ส่วนปลายมลของฟองไข่จะมีรูพรุนมากกว่าส่วนอื่นของเปลือกไข่ ในระหว่างการฟักไข่ของแม่ไก่ประมาณ 3 สัปดาห์นั้นปรากฏว่าจะมีความชื้นหรือน้ำจากฟองไข่ระเหยออกไปประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของความหนาของเปลือกไข่จะเห็นได้ว่ามีส่วนสัมพันธ์โดยตรงต่อปริมาตรของไข่ ถัดจากเปลือกไข่เข้าไปก็จะถึงเยื่อหุ้มฟองไข่บางซึ่งมีอยู่ 2 ชั้น โดยทำหน้าที่หุ้มส่วนไข่ขาวไว้

และยังป้องกันส่วนประกอบของไข่จากการลุกล้ำของเชื้อแบคทีเรีย ตลอดจนป้องกันไม่ให้น้ำระเหยออกไปจากไข่ได้อย่างรวดเร็ว เยื่อหุ้มฟองไข่ทั้งสองชั้น (outer shell and inner shell membranes) ปกติจะอยู่ชิดกัน ยกเว้นตรงส่วนปลายป้านของฟองไข่มักจะอยู่ห่างกันทำให้เกิดเป็นช่องอากาศ (air cell) ดูคล้ายกับเลนส์นูน ในเวลาที่ไข่ถูกไข่ออกมาใหม่จะไม่มีส่วนช่องอากาศอยู่เลย จนกระทั่งไข่เย็นลงก็จะเกิดเป็นช่องอากาศให้เห็นได้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าอุณหภูมิของฟองไข่ที่ออกมาจากร่างกายใหม่จะมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของร่างกาย (ประมาณ 107°F) ซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกร่างกาย ทำให้อุณหภูมิของไข่จะค่อยๆ ลดลงเป็นผลให้ส่วนประกอบภายในไข่เกิดการหดตัวมากกว่าส่วนเปลือกไข่ทำให้ภายในไข่เกิดเป็นสุญญากาศ และอากาศก็จะถูกดึงผ่านเข้ามาทางรูปพรุนที่ส่วนปลายป้านของฟองไข่จึงเกิดเป็นช่องอากาศขึ้น ขนาดของช่องอากาศจะมีขนาดใหญ่ขึ้นตามเวลาที่เก็บ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณร้อนและแห้งแล้ง) การขยายใหญ่ของช่องอากาศเกิดขึ้นมาจากการระเหยของน้ำและแก๊สออกจากฟองไข่ ช่องอากาศในฟองไข่ทำหน้าที่ป้องกันการช็อกที่อาจเกิดขึ้นจากการกระแทก ในระหว่างการเจริญของตัวอ่อน ภายในระยะแรกนอกจากนั้นยังเป็นส่วนที่ให้อากาศหายใจแก่ตัวอ่อนภายในไข่ที่มีอายุการฟัก 21 ถึง 28 วัน ซึ่งจะใช่จงอยปากเจาะเยื่อหุ้มฟองไข่ ในช่องอากาศภายในฟองไข่จะสังเกตเห็นส่วนขั้วสีขาว 2 ขั้ว ยึดอยู่ที่ปลายทั้งสองข้างของไข่แดง (white cords) ส่วนขั้วนี้เรียกว่าคาลาซ่า (chalazae) ซึ่งเป็นแถบที่บิดขดเป็นเกลียวของเยื่อเหนียวของมิวซิน (twisted strands of mucin fibers) ประกอบไปด้วยโปรตีนชนิดพิเศษ ส่วน chalazae นี้จะทำหน้าที่ยึดไข่แดงให้อยู่ส่วนกลางของไข่ (วิโรจน์, 2537)

เยื่อหุ้มไข่และช่องอากาศ (the shell membranes and air Space) บริเวณภายในฟองไข่ จะมีเยื่อบาง 2 แผ่นหุ้มอยู่โดยรอบ ซึ่งทั้ง 2 แผ่นจะสัมผัสกันอยู่อย่างหลวมๆ โดยเนื้อเยื่อชั้นนอกจะเกาะติดแน่นกับส่วนเปลือก คือส่วนของเปลือกจะฝังตัวอยู่บนส่วนของเนื้อเยื่อชั้นนอกและชั้นในขณะที่ทำการฟักไข่ พบว่าองค์ประกอบภายในฟองไข่จะเริ่มหดตัว ทั้งนี้เนื่องมาจากการระเหยของน้ำออกจากฟองไข่ และเนื่องจากการพัฒนาและการเจริญเติบโตของตัวอ่อนจำเป็นจะต้องใช้สารอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ภายในฟองไข่ และจากเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลทำให้เนื้อเยื่อทั้ง 2 ส่วนเกิดการแยกตัวออกจากกัน บริเวณด้านป้านของฟองไข่และเกิดเป็นช่องอากาศขึ้นมา ทั้งนี้ส่วนของช่องอากาศ จัดเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาของตัวอ่อนเป็นอย่างมาก เพราะเป็นส่วนที่ช่วยให้ตัวอ่อนสามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้ในช่วงเวลาก่อนที่จะมีการฟักออกเป็นตัว (วิโรจน์, 2537)

ไข่ขาว (the white or albumen) ไข่ขาวเป็นส่วนเนื้อไข่ที่เป็นโปรตีนลักษณะครึ่งแข็งครึ่งเหลว ค่อนข้างประกอบไปด้วยน้ำในปริมาณสูง ยืดหยุ่นได้ ทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันการช็อกการกระแทก และเป็นตัวป้องกันความร้อนอย่างดีส่วนเนื้อไข่ขาวนี้สามารถแบ่งออกได้เป็นชั้นต่าง ๆ ได้ 4 ชั้น คือ ชั้น Outer thin white layer ชั้น Middle thick white layer ชั้น Layer of inner thin

white และชั้น Layer of thick white ซึ่งหุ้มรอบไข่แดงส่วนชั้นในสุดของไข่ขาวในส่วนปลายทั้งสองข้างของไข่แดง จะมีรูปร่างคล้ายปมเชือกทำให้เกิดเป็นส่วนที่เรียกว่า Chalaza ทำหน้าที่ยึดให้ไข่แดงอยู่ในส่วนกลางของฟองไข่ และยอมให้ไข่แดงหมุนและบิดไปมาได้ ส่วนประกอบที่เหลือจะเป็นส่วน Nonprotein solids ซึ่งประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรตครึ่งหนึ่งและไอออนของอนินทรีย์สารอีกครึ่งหนึ่ง (วิโรจน์, 2537)

ไข่แดง (yolk) ไข่แดงประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ที่มีสีเข้มและจางเรียงซ้อนกันอยู่เป็นวงกลมแผ่ออกตามรัศมีอยู่ภายในเยื่อหุ้มไข่แดง (vitelline membrane) ปกติมีน้ำหนักเบากว่าไข่ขาว และมักจะอยู่ค่อนไปทางด้านบนเหนือจุดศูนย์กลางของไข่ที่ออกใหม่ จุดเจริญ (germ cell หรือ blastoderm) จะพบเห็นเป็นจุดจางๆอยู่บนผิวบนสุดสังเกตเห็นได้ชัด จุดเจริญนี้ในไข่ที่ได้รับการผสมกับเชื้อตัวผู้แล้วจะเจริญเป็นตัวอ่อนขึ้น ถ้าอยู่ในภาวะสิ่งแวดล้อมที่พอเหมาะไข่ที่มีไข่แดง 2 ฟองอาจจะได้รับการผสมด้วยตัวอสุจิแต่มักจะฟักไม่ออก การเกิดไข่แดง 2 ฟองในไข่ใบเดียวกันอาจเป็นผลมาจากการตกของไข่ (ovum) 2 ฟองที่เกิดขึ้นเกือบพร้อมกันในเวลาเดียวกัน สำหรับไข่ที่มีเชื้อควรเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียสเพื่อป้องกันการเจริญของตัวอ่อนภายใน โดยเฉพาะในสัตว์ปีกจะเห็นได้ว่าภายในไข่แดงจะมีโภชนะอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของตัวอ่อนอยู่มาก ซึ่งมากกว่าส่วนไข่ขาว (วิโรจน์, 2537)

จุดกำเนิดหรือจุดเจริญ (the Germinal Disc) เมื่อทำการตอกฟองไข่ออก จะพบว่าส่วนผิวด้านบนของไข่แดงมีจุดสีขาว มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 มิลลิเมตร ทั้งนี้ส่วนดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากการรวมตัวกันระหว่างเซลล์หนึ่งเซลล์ของเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียหรือไข่กับเซลล์หนึ่งเซลล์ของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือสเปิร์ม โดยที่แต่ละเซลล์จะมีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกายปกติซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็นเลขคู่และภายหลังจากการรวมตัวกันของไข่และสเปิร์ม ซึ่งเรียกว่ากระบวนการปฏิสนธิจะได้เป็นเซลล์ของร่างกายที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นเลขคู่ จากนั้นเซลล์ดังกล่าวจะเกิดการแบ่งเซลล์เป็น 2 เซลล์และมีการเจริญพัฒนาและแบ่งตัวต่อไปเรื่อย ๆ และผลสุดท้ายก็จะพัฒนากลายเป็นลูกไก่ต่อไป โดยในลูกไก่ในขณะที่อยู่ภายในฟองไข่ก็จะอาศัยองค์ประกอบภายในฟองไข่เป็นอาหารสำหรับการเจริญเติบโต (วิโรจน์, 2537)

องค์ประกอบทางเคมีของไข่ (composition of the egg)

ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของไข่ คือ น้ำ โปรตีน ไขมัน และเถ้าอย่างละเท่ากัน ไข่แดงเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของโภชนะสูงที่สุด คือ มีน้ำอยู่เพียง 50 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของไข่ไก่สด

องค์ประกอบทางเคมีของไข่	ไข่ทั้งฟอง	ไข่ไม่รวมเปลือก	ไข่แดง	ไข่ขาว	เยื่อเปลือกไข่และเปลือกไข่
	เปอร์เซ็นต์ของไข่ทั้งหมด				
	100	89	31	58	11
น้ำ	66.0	74.0	48.0	88.0	2.0
โปรตีน	12.0	13.0	17.0	11.0	6.0
ไขมัน	10.0	1.0	33.0	-	-
คาร์โบไฮเดรต	10.0	1.0	1.0	1.0	-
เถ้า	11.0	1.0	1.0	-	92.0
รวม	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

ที่มา : ดัดแปลงจาก วรวิทย์ (2531)

นอกจากนั้นเป็นโปรตีนและไขมันเกือบทั้งหมด และประกอบด้วยวิตามิน แร่ธาตุ เม็ดสี และคลอเรสเตอรอลในปริมาณสูง โปรตีนและไขมันในไข่แดงจะมีปริมาณค่อนข้างคงที่มีความผันแปรไปเพียงเล็กน้อยตามอาหารที่ได้รับ แต่สำหรับวิตามิน แร่ธาตุ และเม็ดสีจะผันแปรไปได้มากตามปริมาณที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งส่งผลกระทบต่อการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่อย่างยิ่ง ไข่ขาวมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำ และโปรตีน เยื่อเปลือกไข่ประกอบด้วยโปรตีนและ Mucopoly saccharide ส่วนในเปลือกไข่จะมีส่วนประกอบของแร่ธาตุเป็นหลัก และในการเก็บรักษาไข่เพื่อควบคุมให้องค์ประกอบภายในไข่เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด โดยชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และรักษาปริมาณน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในไข่ไว้ให้นานที่สุด โดยปกติไข่ทั้งเปลือกจะเก็บได้นานพอสมควร เพราะมีเปลือกไข่เป็นตัวปูรองกัน ดังนั้นการเก็บรักษาคุณภาพไข่จึงควรเริ่มจากการเก็บไข่ในเล้าให้บ่อยที่สุด เพื่อป้องกันการแตกร้าว และลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (วิโรจน์, 2537)

รูปร่างของฟองไข่ (egg shape)

ปกติฟองไข่ จะมีลักษณะเป็นรูปไข่ด้านที่มีช่องอากาศอยู่จะป้านกว่าอีกด้านหนึ่งเล็กน้อย แต่บางครั้งพบว่าไข่มีรูปร่างผิดจากปกติได้เหมือนกัน เช่น มีรูปร่างกลมหรือยาวกว่าปกติบิดเบี้ยว ผิวของฟองไข่ขรุขระเป็นคลื่น เป็นต้น โดยมีน้ำหนักมาตรฐานของไก่ไข่ในประเทศไทย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 น้ำหนักมาตรฐานของไก่ไข่ในประเทศไทย

เบอร์	ขนาด	น้ำหนัก (กรัมต่อฟอง)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อฟอง)
0	ยักษ์	70 กรัมขึ้นไป	70 กรัมขึ้นไป
1	ใหญ่พิเศษ	65 - 70	67.5
2	ใหญ่	60 - 65	62.5
3	กลาง	55 - 60	57.5
4	เล็ก	50 - 55	52.5
5	จิ๋ว	45 - 50	47.5
6	ตกเกรด	45 กรัมลงไป	45 กรัมลงไป

ที่มา : วรวิทย์ (2531)

สีของเปลือกไข่ (egg color)

สีของเปลือกไข่ ได้รับมาจากเม็ดสีในเม็ดเลือดแดง (hemoglobin) หรือจากเม็ดสีในน้ำดี ซึ่งเป็นผลจากการสลายตัวของเม็ดสีในเม็ดเลือดแดง สีของเปลือกไข่มีอยู่ 2 สีที่สำคัญ คือ Porphyrins ที่ได้มาจากเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงทำให้เปลือกไข่มีสีน้ำตาล และ Cyanin ที่ได้มาจากเม็ดสีในน้ำดีทำให้เปลือกไข่มีสีน้ำเงินและสีเขียว สีพื้นที่ปรากฏบนเปลือกไข่ เช่น สีขาว เทา ครีม น้ำตาล แดง หรือเขียว ไข่ของสัตว์ปีกหลายชนิดจะมีรอยแต้ม รอยเปื้อนเป็นจุดหรือแถบของสีน้ำตาล แดง เทา ดำ และสีอื่นอีกได้เหมือนกัน (วิโรจน์, 2537)

ปัจจัยที่ทำให้ขนาดของไข่แตกต่างกัน

ขนาดของไก่ไข่ปกติจะอยู่ในช่วงน้ำหนัก 45 ถึง 65 กรัม ไข่ไก่จะมีลักษณะเล็กหรือใหญ่นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัย ได้แก่ (1) พันธุ์ไก่ (breed) ขนาดของฟองไข่นั้นเป็นลักษณะหนึ่งที่ถูกควบคุมโดยพันธุกรรมสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ (2) คุณสมบัติเฉพาะตัวของไก่ (individual) ในไก่พันธุ์เดียวกันคนละสายพันธุ์หรือไก่แต่ล่ะตัวจะให้ไข่ที่มีขนาดแตกต่างกัน ถึงแม้ไก่จะมีสายพันธุ์เดียวกัน แต่เมื่อสภาพแวดล้อมที่ได้รับเปลี่ยนแปลงก็จะให้ไข่ที่มีขนาดแตกต่างกันไปด้วย (3) อายุของไก่ (egg of bird) ไก่ที่เริ่มให้ไขใหม่นั้นจะให้ไข่ที่มีขนาดเล็กก่อน และเมื่อไก่มีอายุจะมีการให้ไข่มากและให้ไข่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น (4) อุณหภูมิ (temperature) ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงขึ้นแม่ไก่จะให้ไข่มีขนาดเล็กลง เนื่องจากแม่ไก่กินอาหารลดลง ถ้าอุณหภูมิต่ำลงแม่ไก่จะให้ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น

(5) ชนิดของโรงเรือน (type of housing) ไก่ที่เลี้ยงด้วยกรงตับจะให้ไข่ที่มีขนาดใหญ่กว่าไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้นประมาณ 14 กรัมต่อไข่ 1 โหล และไก่ที่เลี้ยงบนพื้นแบบยกพื้น (slat) จะให้ไข่ที่มีขนาดใหญ่กว่าไก่ที่เลี้ยงบนวัสดุรองพื้น (6) อาหารและน้ำ (feed and water) แม่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีโภชนะครบบริบูรณ์และมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการก็จะให้ไข่ที่มีขนาดปกติ ถ้าไก่ได้รับน้ำไม่เพียงพอเนื่องจากน้ำร้อนหรือเย็นเกินไป หรือมีรสชาติไม่น่ากิน (un palatability) หรือการไม่มีน้ำกินจะมีผลทำให้ไข่มีขนาดเล็ก และยังทำให้ผลผลิตไข่ลดลงด้วย (7) โรค (diseases) เช่น นิวคาสเซิล (newcastle) และโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (infectious bronchitic) มีผลทำให้ผลผลิตไข่ลดลง ขนาดไข่เล็กลง และฟองไข่มักมีรูปร่างผิดปกติ ส่วนไก่ที่เป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังแม่ไก่จะให้ไข่ที่มีขนาดเล็กลง (8) สารเคมีที่ใช้ในการอบเมล็ดธัญพืช (grain fumigants) เพื่อรักษาเมล็ดธัญพืช เช่น Ethylene dibromide มีผลทำให้ไกไข่ให้ไข่ที่มีขนาดเล็กลงเป็นอย่างมาก (9) ลำดับของไข่ในตับไข่ (clutch order) ลำดับของไข่ในตับไข่จะมีผลต่อน้ำหนักของไข่ คือ ไข่ฟองแรกในตับไข่นั้นจะมีขนาดใหญ่ที่สุด และขนาดของไข่ฟองถัดไปก็จะมีขนาดเล็กลงตามลำดับของไข่ในตับไข่นั้น (10) จำนวนไข่ที่ให้ในปีนั้น ปกติไก่ที่ให้ไข่ใหม่จะให้ไข่ขนาดเล็กก่อนแล้วขนาดของฟองไข่ถัดมาก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้นจนถึงมาตรฐานเป็นระยะเวลานาน ต่อจากนั้นเมื่อไก่มีอายุมากจะมีแนวโน้มที่ไข่มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ ตามลำดับ และ (11) อายุของแม่ไก่ที่ให้ไข่ฟองแรก แม่ไก่ที่ให้ไข่ฟองแรกช้า จะให้ไข่ขนาดมาตรฐานได้เร็วกว่าแม่ไก่ที่ให้ไข่ฟองแรกเร็ว (วิโรจน์, 2537)

ความผิดปกติของไข่ (egg abnormality)

แม่ไก่จะให้ไข่ที่มีลักษณะผิดปกติเหมือนกัน ลักษณะที่นับว่าเป็นไข่ผิดปกติที่พบเห็นบ่อยได้ คือ (1) ไข่แฝด (double-yolked egg) เกิดขึ้นเนื่องจากความผิดปกติในการเจริญของไข่และการตกไข่ (ovulation) ถ้ามีไข่แดงเจริญขึ้นพร้อมกันและเกิดการตกไข่ขึ้นพร้อมกัน 2 ฟอง เรียกว่า ไข่แฝดมักจะเกิดขึ้นกับแม่ไก่ที่เริ่มให้ไข่ เนื่องจากระบบการผลิตไข่ยังทำงานไม่ปกติ (2) ไข่มีจุดเลือด (blood spots) เกิดขึ้นเนื่องจากในขณะที่เกิดการตกไข่ขึ้นนั้นมีเส้นเลือดฝอยที่ถุงหุ้มไข่หรือท่อนำไข่ตอนต้นฉีกขาดมีเลือดไหลออกมา เมื่อมีการสร้างฟองไข่ในท่อนำไข่ก็จะมีจุดเลือดอยู่ในฟองไข่ นั้นด้วย มักพบในไข่ที่ได้จากแม่ไก่ที่ให้ผลผลิตสูง (3) ไข่มีจุดเนื้อ (meat spots) เกิดขึ้นเนื่องจากในขณะไข่ตกนั้นมีบางส่วนของถุงหุ้มไข่ฉีดขาดหลุดลงมาพร้อมกับไข่แดง มักเป็นจุดที่มีสีเข้ม ลักษณะการมีจุดเลือดหรือจุดเนื้อในฟองไข่เป็นลักษณะที่สามารถถ่ายทอดได้ทางพันธุกรรม และเราสามารถปรับปรุงไก่ไม่ให้มีลักษณะนี้ได้โดยการคัดพันธุ์ (4) ไข่ไม่มีไข่แดง (yolkless eggs) เกิดขึ้นเนื่องจากการมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในท่อนำไข่ ต่อจากนั้นก็จะมีการสร้างฟองไข่ส่วนอื่นต่อไปโดยที่ไม่มีไข่แดงในฟองนั้น ตามปกติไข่ที่ไม่มีไข่แดงนั้นจะมีขนาดเล็กกว่าฟองไข่ปกติเสมอ อาจเรียกว่า “ไข่หิน”

(5) ไข่มีรอยย่นที่เปลือก (dented eggshell) เกิดขึ้นเนื่องจากในบางครั้งฟองไข่ฟองแรกอยู่ในท่อนำไข่นานกว่าปกติ และแม่ไก่ยังไม่ออกไข่ ขณะเดียวกันก็มีการสร้างไข่ฟองถัดไปเกิดขึ้น เมื่อไข่ฟองใหม่ถูกสร้างจนถึงส่วนท่อนำไข่ก็จะไปชนไข่ฟองแรกซึ่งมีเปลือกแข็งอยู่แล้ว เมื่อไข่ฟองหลังถูกสร้างเรียบร้อยแล้วจะ มีลักษณะเป็นรอยย่นอยู่ที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของฟองไข่ และ (6) ไข่ไม่มีเปลือก (soft-shelled eggs) เกิดขึ้นเนื่องจากไม่มีเปลือกไข่ชั้นนอกหุ้มห่อฟองไข่ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุเนื่องจากการขาดธาตุอาหารบางชนิดที่จำเป็นสำหรับการดูดซึมแคลเซียมเข้าสู่ร่างกายได้แก่ วิตามินดีหรือขาดธาตุแคลเซียมซึ่งจำเป็นสำหรับการสร้างแคลเซียมคาร์บอเนตของเปลือกไข่หรือมักพบในกรณีที่สัตว์เกิดความเครียด เช่น หลังการให้วัคซีนจะทำให้กระบวนการสร้างไข่ผิดปกติได้หรืออาจเรียกว่า “ไข่หนัง” (วิโรจน์, 2537)

การเลี้ยงไก่ไข่

อุปกรณ์การให้อาหาร

นิยมใช้กันมากมี 4 ชนิด ดังนี้ (1) ถาดอาหาร ใช้กับลูกไก่อายุ 1 ถึง 7 วัน ได้จำนวน 100 ตัว วางไว้ใต้เครื่องกกเพื่อหัดไก่กินอาหารเป็นเร็วขึ้น (2) รางอาหาร ใช้กับไก่อายุประมาณ 2 สัปดาห์ขึ้นไป (3) ถังอาหาร หลังจากลูกไก่อายุได้ 15 วัน อาจใช้ถังอาหารแบบแขวนได้ ซึ่งการให้อาหารด้วยถังแบบแขวนนี้จะต้องปรับให้อยู่ในระดับเดียวกันกับหลังไก่หรือต่ำกว่าหลังไก่เล็กน้อย อาหารจะไหลลงจานล่างได้อัตโนมัติ และควรเขย่าถังบ่อย ๆ เพื่อไม่ให้อาหารติดค้างอยู่ภายในถัง สำหรับจำนวนถังสำหรับใช้จะแตกต่างไปตามอายุของไก่ (4) รางอาหารแบบอัตโนมัติ ควรตั้งรางอาหารเกิน 4 แถว (วิโรจน์, 2537)

อุปกรณ์ให้น้ำ

แตกต่างกันไปตามช่วงอายุของไก่ ที่นิยมมีอยู่ 2 แบบดังนี้ (1) แบบรางยาว เลี้ยงลูกไก่อายุ 1 ถึง 3 สัปดาห์ (2) แบบขวดมีฝาครอบ เป็นภาชนะให้น้ำที่นิยมใช้กันมาก เพราะใช้สะดวกมีขายอยู่ทั่วไป มีหลายขนาด (วิโรจน์, 2537)

เครื่องกกลูกไก่

เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากในการเลี้ยงลูกไก่ ให้ความอบอุ่นแทนแม่ไก่ในขณะที่ลูกไก่ยังเล็กอยู่ มีหลายแบบ ดังนี้ (1) เครื่องกกแบบฝาชี เป็นเครื่องกกที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายกว่าเครื่องกกแบบอื่น สามารถปรับให้สูงต่ำได้ตามต้องการ เมื่อไม่ต้องการใช้ก็สามารถดึงขึ้นเก็บไว้หรืออาจเป็นแบบมีขาวางกับพื้นคอกที่สามารปรับให้สูงต่ำได้ และยกออกจากบริเวณกกเมื่อไม่ต้องการใช้ เครื่องกกแบบนี้ส่วนมากจะใช้ไฟฟ้า น้ำมัน หรือแก๊สเป็นแหล่งให้ความร้อน (2) เครื่องกกแบบหลอดอินฟราเรด สามารถกกลูกไก่ได้ประมาณ 60 ถึง 100 ตัว ความร้อนที่ได้จากหลอดไฟจะไม่ช่วย

ให้อากาศรอบ ๆ อุ่น แต่จะให้ความอบอุ่นโดยตรงแก่ลูกไก่ และ (3) เครื่องกกแบบรวม เป็นการกกลูกไก่จำนวนมาก ๆ โดยให้ความร้อนจากแหล่งกลางแล้วปล่อยความร้อนไปตามท่อในรูปของน้ำร้อนหรือไอน้ำ ซึ่งการเลี้ยงลูกไก่ในระยะกกจำเป็นจะต้องมีที่สำหรับล้อมเครื่องกกอาจเป็นไม้กระดานหรือกระดาษแข็งที่มีความสูง (วิโรจน์, 2537)

วัสดุรองพื้น

ควรหาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาถูก และเมื่อเลิกใช้แล้วก็สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยได้อย่างดี สำหรับวัสดุที่เหมาะสำหรับใช้ในประเทศไทยและนิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ แกลบ ขี้กบ ขี้เลื่อย ชานอ้อย ฟางข้าว ซังข้าวโพด เปลือกฝ้าย เปลือกไม้ ถ้าใช้แกลบควรมีฟางข้าวโรยหน้าบาง ๆ เพื่อป้องกันไก่คุ้ยแกลบลงไปในรางน้ำและอาหาร (วิโรจน์, 2537)

อุปกรณ์การให้แสง

เนื่องจากแสงสว่างมีความจำเป็นต่อการมองเห็นของไก่ในการกินอาหารและน้ำ ดังนั้นภายในโรงเรือนจะต้องมีอุปกรณ์การให้แสงสว่างอย่างเพียงพอ โดยทั่วไปนิยมติดตั้งหลอดไฟ ซึ่งหลอดไฟที่นิยมใช้กันมากคือ หลอดลมธรรมดา และหลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดนีออน และโดยปกติแสงสว่างจะมีอิทธิพลทำให้ไก่ไข่ช้าหรือเร็วกว่ามาตรฐาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความยาวของวันและความเข้มของแสง สำหรับในประเทศไทยความยาวของวันแตกต่างกันประมาณ 2 ถึง 3 ชั่วโมง (ช่วงแสง 11 ถึง 13 ชั่วโมง) ดังนั้นควรให้ระดับแสงคงที่อยู่ที่ 13 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งกฎการให้แสงในการเลี้ยงไก่คือ ความยาวของแสงจะไม่เพิ่มขึ้นในช่วง 8 ถึง 16 สัปดาห์ และไม่ลดความยาวของแสงหลังจากไก่เริ่มไข่ (วิโรจน์, 2537)

ความต้องการโภชนะของไก่ไข่

ไก่ไข่ทุกสายพันธุ์จะได้รับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ผลผลิตสูง และสามารถทนทานต่อสภาพอากาศร้อนในประเทศไทยได้ดีพอสมควร ซึ่งควรดูแลเอาใจใส่ เพื่อให้แม่ไก่มีสมรรถภาพการผลิตสูง มีความไวต่อความเครียดมากขึ้น ต้องการพื้นที่ต่อตัวมากขึ้น (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544)

ตารางที่ 3 ความต้องการทางโภชนะของไก่ไข่

ความต้องการโภชนะ ในสูตรอาหาร	ไก่ไข่สาวก่อนไข่ (14 - 20 สัปดาห์)	ไก่ระยะไข่ (90–100 g/b)	ไก่ระยะไข่ (100–110 g/b)
โปรตีน (%)	14.50	17.70	16.00
พลังงาน (Kcal/kg)	2,800.00	2,900.00	2,900.00
แคลเซียม (%)	1.05	4.15	3.75
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.50	0.39	0.35
ไลซีน (%)	0.80	0.79	0.71
เมทไธโอนีน*ไลซีน (%)	0.56	0.67	0.61

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2544)

ไก่เนื้อ (Broiler)

พันธุ์ไก่เนื้อ

ไก่เนื้อที่เลี้ยงในปัจจุบันมีทั้งไก่เนื้อพันธุ์แท้ และไก่เนื้อลูกผสม โดยไก่เนื้อพันธุ์แท้จะเลี้ยงเพื่อใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ เพื่อผลิตไก่เนื้อลูกผสมทางการค้ามากกว่าการเลี้ยงเพื่อขายเป็นไก่เนื้อโดยแท้จริง เนื่องจากให้ผลผลิตน้อยกว่าไก่เนื้อลูกผสม พันธุ์ไก่เนื้อที่นิยมเลี้ยงสามารถจำแนกตามวัตถุประสงค์การเลี้ยง คือ (1) ไก่พื้นเมือง (thai native chicken) เป็นไก่พื้นเมืองพันธุ์แท้ของไทย มีเนื้อแน่นกว่าไก่พันธุ์ต่างประเทศ มีนิสัยชอบฟักไข่ ทนต่อสภาพการเลี้ยงดูแบบปล่อยตามธรรมชาติ เพราะหากินเก่ง ปัจจุบันนิยมนำไก่พื้นเมืองมาผสมกับไก่พื้นเมืองพันธุ์อื่น เช่น ไก่เซียงไห้ ไก่เบตง และไก่โรดไอส์แลนด์เรด เพื่อผลิตไก่ลูกผสมสามสายเลือด ซึ่งเป็นที่นิยมและขายได้ราคาดีกว่าไก่เนื้อโดยทั่วไป (2) ไก่เนื้อพันธุ์แท้ที่ใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ไก่พันธุ์แท้จะนิยมใช้เป็นพ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์ สำหรับผลิตไก่ลูกผสมเพื่อขายเนื้อ ซึ่งเป็นพันธุ์ไก่ในต่างประเทศไม่พบการเลี้ยงไก่เนื้อพันธุ์แท้ที่ใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในประเทศไทย พันธุ์ไก่ที่นำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ไก่เนื้อจะต้องมีลักษณะเด่นด้านการให้เนื้อมาก ซึ่งพันธุ์ไก่เนื้อที่นิยมนำมาเลี้ยงเป็นพ่อแม่พันธุ์ ได้แก่ ไก่พันธุ์พลีมัทร็อคขาว ไก่พันธุ์คอร์นิช ไก่พันธุ์นิวแฮมเชียร์ (3) ไก่พันธุ์ลูกผสม (hybrid breed) เป็นไก่เนื้อที่ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์ไก่เนื้อเพศผู้ และสายพันธุ์ไก่เนื้อเพศเมียตั้งแต่ 2 พันธุ์ขึ้นไป โดยไก่เนื้อลูกผสมที่ได้จะรวมลักษณะที่ดีที่ต้องการจากพ่อแม่พันธุ์ไว้ เช่น มีอัตราการเจริญเติบโตดีให้เนื้อมาก และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดี เป็นต้น ปัจจุบันไก่เนื้อที่เลี้ยงเพื่อการค้าในประเทศไทยเป็นไก่เนื้อลูกผสม โดยมีการสั่งพันธุ์ไก่จากต่างประเทศตั้งแต่ระดับปู่ย่าตายาย (grand Parents Stock; GP) หรือระดับพ่อแม่พันธุ์

(parents Stock; PS) ไก่เนื้อลูกผสมที่มีขายมีชื่อทางการค้ามากมายขึ้นกับบริษัทผู้ผลิตไก่แต่ละพันธ์ เช่น พันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ (arbor acres) พันธุ์รอส (ross) พันธุ์คอบบ์ (cobb) และพันธุ์ฮับบอร์ด (hubbard) เป็นต้น

การเลี้ยงไก่เนื้อ

เกียรติศักดิ์ (2545) การเลี้ยงไก่เนื้อสามารถแบ่งประเภทการเลี้ยงไก่เป็น 2 ประเภท คือ (1) ประเภทผู้เลี้ยงไก่เนื้ออิสระ ผู้เลี้ยงจะใช้เงินทุนของตนเองหรือกู้เงินมาลงทุนในการสร้างโรงเรือน อุปกรณ์ ค่าจ้างแรงงานและค่าใช้จ่ายอื่นตลอดจนซื้อลูกไก่ อาหาร และยาจากบริษัท ส่วนทางด้านราคาตลาดนั้นผู้เลี้ยงสามารถเลือกขายในตลาดต่างๆ ได้และราคาที่ขายได้ขึ้นอยู่กับปริมาณการเปลี่ยนแปลงของราคาไก่เนื้อที่ออกสู่ตลาดและกลไกของตลาด ในกรณีที่ราคาไก่เนื้อสูงผู้เลี้ยงไก่ก็จะได้กำไรมากแต่ในช่วงที่ราคาตกต่ำ ผู้เลี้ยงไก่อิสระรายย่อยและขนาดกลางประสบการขาดทุนอาจต้องเลิกกิจการไป เหลือแต่ผู้เลี้ยงอิสระรายใหญ่ที่มีความสามารถประกอบกิจการได้ในอนาคต ผู้เลี้ยงประเภทนี้จะน้อยลงเพราะความเสี่ยงในการประกอบการสูง สำหรับผู้เลี้ยงรายใหญ่ที่ยังเหลืออยู่นั้นมักจะผสมอาหารเองหรือผลิตลูกไก่เอง และขายลูกไก่ให้เกษตรกรรายอื่นด้วยก็มี ผู้เลี้ยงประเภทนี้จะมีความเสี่ยงสูงกว่าผู้เลี้ยงในกลุ่มอื่นในด้านต้นทุนและราคา จำหน่ายผลผลิต ทั้งนี้เพราะราคาไก่เนื้อขึ้นอยู่กับกลไกราคาของตลาดเป็นหลัก ดังนั้นผู้เลี้ยงจำเป็นต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์มากในการเลี้ยงและมีตลาดรองรับที่แน่นอน (2) ประเภทผู้เลี้ยงไก่เนื้อที่มีสัญญาผูกพันกับบริษัทหรือตัวแทนบริษัทขายอาหารสัตว์ ผู้เลี้ยงจะใช้เงินทุนของตนเองหรือกู้มาลงทุนในการสร้างโรงเรือน อุปกรณ์ ค่าจ้างแรงงาน และค่าใช้จ่ายอื่น ซึ่งการเลี้ยงไก่เนื้อประเภทนี้เกษตรกรจะท่าสัญญาล่วงหน้าเป็นลายลักษณ์อักษรกับบริษัท หรือตัวแทนในการซื้อลูกไก่ อาหารและยา รวมตลอดถึงการตกลงราคาซื้อขายไว้เป็นการล่วงหน้าตาม ภาวการณ์ตลาดและราคาปัจจัยการผลิตก่อนการเลี้ยง สำหรับปริมาณการเลี้ยงไก่เนื้อแต่ละรุ่นนั้น บริษัทหรือตัวแทนจะเป็นผู้กำหนดซึ่งทำให้ขาดอิสระในการขยายการผลิตเพื่อเพิ่มรายได้ แต่ผู้เลี้ยงประเภทนี้ไม่ต้องรับภาระการเสี่ยงเมื่อราคาลูกไก่หรือราคาอาหารสัตว์สูงขึ้น รวมทั้งลดการเสี่ยงในกรณีที่ราคาไก่เนื้อในท้องตลาดตกต่ำ อย่างไรก็ตามผู้เลี้ยงประเภทนี้จะมีกำไรในธุรกิจไม่มากนักเพราะมีการตกลงในเรื่องปริมาณราคาซื้อขายกันไว้ล่วงหน้า และจะเป็นราคาที่ไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป และไม่ประสบปัญหาในเรื่องของตลาดรับซื้อ อีกทั้งยังได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผู้ประกันราคา

จากการที่ราคาไก่เนื้อมีความเคลื่อนไหวขึ้นลงอย่างรวดเร็ว ทำให้การเลี้ยงไก่เนื้อเป็นธุรกิจมีความเสี่ยงสูง ผู้เลี้ยงที่มีเงินทุนน้อยจึงหันไปเลี้ยงไก่เนื้อแบบประกันราคาและรับจ้างเลี้ยงกันมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เป็นการลดอัตราการเสี่ยง ดังนั้นแนวโน้มในอนาคตของการเลี้ยงไก่เนื้อของไทยจะมีแต่

บริษัทผู้ทำธุรกิจครบวงจร โดยมีฟาร์มเป็นของตนเองและมีลูกเล้าที่เลี้ยงแบบประกันราคาหรือรับจ้างเลี้ยงมาช่วยในการเลี้ยงให้มีปริมาณมากขึ้น

อาหารไก่เนื้อ

อาหารหยาบล้วน

เป็นเมล็ดธัญพืชหนึ่งอย่างหรือหลายอย่างผสมกัน อาจบดหยาบหรือไม่บดก็ได้ เช่น ข้าวเปลือก หรือข้าวโพดหยาบ โปรยให้กินวันละ 1 ถึง 2 ครั้ง ซึ่งไก่จะหาอาหารพวกโปรตีนและแร่ธาตุเองจากมดแมลงธรรมชาติ วิธีนี้เหมาะสำหรับเลี้ยงไก่น้อยตัวและเลี้ยงแบบปล่อยลาน (เกียรติศักดิ์, 2545)

อาหารป่นและอาหารหยาบ

โปรยข้าวเปลือกหรือข่าวโพดบดหยาบให้กินในตอนเช้าและตอน เย็น อาหารป่นตั้งให้กินตลอดวัน (เกียรติศักดิ์, 2545)

อาหารป่นล้วน

ให้กินแบบป่นแห้งหรือแบบป่นเปียก โดยคลุกน้ำหรือน้ำข้าวหรือของอื่นที่มีคุณค่าทางอาหาร บางแห่งนิยมเอาอาหารป่นนี้มาอัดด้วยเครื่องให้เป็นเม็ดอีกทางหนึ่งเพื่อไก่กินได้มากขึ้น อาหารปลิวตกหล่นน้อย ในการเลี้ยงไก่กระทงเป็นการค้ามักนิยมให้อาหารแบบอัดเป็นเม็ด (pellets) หรือเป็นซีกหยาบ (crumbles) วิธีนี้ประหยัดแรงงานกว่า แต่เดิมมาอาหารป่นมีส่วนผสมจากวัตถุดิบต่างๆ จากไร่นา ใช้กันในฟาร์มขนาดเล็ก สมัยต่อมาความรู้ทางโภชนะของอาหารไก่ก้าวหน้าขึ้น จึงรู้กันทั่วไปว่าอาหารที่ให้ไก่กินต้องเป็นอาหารที่มีโภชนสำคัญๆต่าง ๆ ครบถ้วน จึงได้มีการคำนวณสูตรวิเคราะห์ทดลองและปรับใช้ด้วยการแต่งเติมสิ่งจำเป็นต่าง ๆ รวมทั้งวิตามิน อาหารเสริม ตัวยาแต่งเติม ตลอดจนเกลือแร่ต่าง ๆ จนเป็นอาหารสมดุล (เกียรติศักดิ์, 2545)

อาหารป่นเปียก

ให้ไก่กินอาหารป่นเปียก เพื่อให้ไก่กินอาหารได้มากขึ้น ใช้อาหารป่นคลุกน้ำพอปั้นได้วางในรางอาหารพอให้ไก่กินหมดภายใน 3 ชั่วโมง ถ้าเหลือนานกว่านี้อาหารอาจจะบูดเสีย แต่จากการศึกษามาแล้วนั้นพบว่า อาหารป่นเปียกไม่มีผลต่อการไข่ น้ำหนักไข่ การเจริญเติบโต และการเปลี่ยนอาหารเพิ่มขึ้น (เกียรติศักดิ์, 2545)

อาหารพลังงานสูงและพลังงานต่ำ

ขึ้นอยู่กับราคาอาหารที่ต้องลงทุนไป โดยทั่วไป อาหารพลังงานสูงที่แต่งเติมให้มีโภชนะครบถ้วนจะให้ประโยชน์ดีที่สุด (เกียรติศักดิ์, 2545)

อาหารอัดเม็ดกับอาหารป่น

อาหารอัดเม็ดทำมาตากอาหารป่น โดยนำมาอัดจนเป็นเม็ดแข็งและแห้ง ช่วยให้ไก่กินอาหารเข้าไปได้มาก ตกหล่นปลิวไปกับอากาศน้อย เหมาะสำหรับไก่ไข่และไก่กระทง แต่ค่าการอัดเม็ดทำให้ราคาอาหารอัดเม็ดแพงกว่าอาหารป่น การอัดเม็ดเหมาะสำหรับอาหารที่มีกากสูง มีพลังงานต่ำ การอัดเม็ดจะช่วยให้ไก่กินอาหารได้มากและรวดเร็วขึ้น แต่การจิกกันในฝูงก็ย่อมมีมากขึ้น มีผลดีต่อการเจริญเติบโต ซึ่งอาหารอัดเม็ดนั้นให้ผลดีที่สุด รองลงมาคืออาหารซีก และอาหารป่นตามลำดับ ซึ่งข้อสำคัญอยู่ที่ว่าวิธีใดที่จะทำให้ไก่กินได้มาก เพื่อจะได้โภชนะเข้าไปสร้างความเจริญเติบโตและผลิตผลได้ดีที่สุด ซึ่งเห็นได้ตรงจุดว่าต้นเหตุต้องขึ้นอยู่กับการเป็นอาหารสมดุลและมีรสชาติที่ไก่ชอบกิน (เกียรติศักดิ์, 2545)

การใช้ประโยชน์จากอาหารสำหรับการเจริญเติบโต อาหารจะเป็นประโยชน์แก่ร่างกายไก่มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ 1. พันธุ์และสายพันธุ์ไก่ 2. ชนิดไก่ 3. ประเภทของอาหารและความสมดุลของโภชนะ 4. อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม 5. การเลี้ยงดู โรคระบาด จ่านวนตัวไก่ต่อคอก ฯลฯ

ความต้องการทางโภชนะของไก่เนื้อ

ปัจจุบันไก่กระทงที่เลี้ยงในปัจจุบันมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วมาก และมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 0 ถึง 35 วันของระยะเวลาการเลี้ยงตามปกติ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการปรับระยะการเปลี่ยนอาหารไก่เนื้อเป็น 3 ระยะ ได้แก่ อายุ 0 ถึง 10 วัน อายุ 11 ถึง 24 วันและอายุตั้งแต่ 25 วันเป็นต้นไป (เกียรติศักดิ์, 2545)

ตารางที่ 4 ความต้องการทางโภชนะของไก่เนื้อ

ความต้องการโภชนะในสูตรอาหาร	ไก่เนื้อระยะแรก (0 ถึง 3 สัปดาห์)	ไก่เนื้อระยะรุ่น (3 ถึง 6 สัปดาห์)	ไก่เนื้อระยะขุน (6 สัปดาห์ขึ้นไป)
โปรตีน (%)	23.00	20.00	18.00
พลังงาน (Kcal/kg)	3,180.0	3.180.0	3,200.0
แคลเซียม (%)	1.00	0.90	0.80
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.45	0.40	0.35
ไลซีน (%)	1.20	1.00	0.85
เมทไธโอนีน*ไลซีน (%)	0.93	0.72	0.60

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2544)

อาหารอินทรีย์ (feed organic)

เป็นอาหารที่ได้จากผลิตผลทางการเกษตรที่ไม่ใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร เช่น ปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืช การฉายรังสี และไม่ใช้สายพันธุ์ที่ตัดต่อพันธุกรรม แต่ต้องมีข้อกำหนดการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ตามหลักการ Good Agricultural Practice (GAP) เพื่อจะได้ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Escherichia coli.* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์ และมักพบได้ในปุ๋ยคอก (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2560)

การผลิตอาหารอินทรีย์ช่วยในการกำจัดความเสี่ยงของการใช้สารเคมีในทุกระดับขั้นของการผลิต เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะทุกขั้นตอนทำให้ไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมีลงในน้ำหรือดิน ในการปศุสัตว์การผลิตอาหารอินทรีย์นั้นดีต่อสวัสดิภาพของสัตว์ (ทศพร, 2560) อาหารอินทรีย์ที่ถูกวางจำหน่ายทั่วไปผ่านการรับรอง 91 เปอร์เซ็นต์ของสินค้าอินทรีย์จะได้รบการรับรองมาตรฐาน และมีเพียง 9 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่มีการกล่าวอ้างว่าเป็นสินค้าอินทรีย์แต่ยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐาน และในสินค้าที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกือบ 83 เปอร์เซ็นต์จะใช้ตราที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากต่างประเทศ แต่มีเพียงส่วนที่เหลืออีก 17 เปอร์เซ็นต์ที่ใช้เพียงมาตรฐานของประเทศไทย (organic thailand) หรือสำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ (มกท.) โดยตรารับรองการเกษตรอินทรีย์ที่ใช้มากที่สุด คือ ตรารับรองของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) (สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2560)

การศึกษาของ Zhao, Y *et al.,* (2016) ทำการศึกษาความแตกต่างของการเลี้ยงสุกรแบบอินทรีย์และการเลี้ยงสุกรแบบดั้งเดิม พบว่าสมรรถนะทางด้านการสืบพันธุ์ของการเลี้ยงแบบอินทรีย์ อัตราการคัดทิ้งของแม่สุกรต่อปีต่ำ ลูกสุกรมีชีวิตต่อครอกสูง ไม่มีการใช้สารเร่งเนื้อแดง ฮอร์โมน สังเคราะห์ยาปฏิชีวนะเพื่อเร่งการเจริญเติบโต และการใช้การตกแต่งพันธุกรรม (GMOs) อีกทั้งยังมีปริมาณแร่ธาตุในเนื้อสูงกว่าการเลี้ยงสุกรแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Lawrence *et al.,* (2013) ทดสอบโดยใช้ผู้ชิม พบว่าแอปเปิลอินทรีย์มีรสหวานกว่าแอปเปิลแบบทั่วไป และยังพบว่ามีเนื้อสัมผัสที่เรียบเนียนกว่าด้วย ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการปลูกแบบอินทรีย์ คุณภาพดินจะดีกว่า มีสารอินทรีย์และสารอาหารทางธรรมชาติซึ่งพืชสามารถนำไปใช้สร้างฟรุคโตสได้มากกว่า จึงทำให้ได้รสชาติของผลไม้นั้นหวานกว่า

การศึกษาของ Marcin *et al.,* (2014) มีการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการระหว่างอาหารอินทรีย์กับอาหารในร้านค้าทั่วไป ทำการทดสอบโดยการเลือกใช้แอปเปิล ลูกแพร์ มันฝรั่ง ข้าวโพด และข้าวสาลี พบว่าปริมาณของแร่ธาตุในอาหารอินทรีย์จะมีมากกว่าอาหารทั่วไปดังนี้ มีแคลเซียมมากกว่า 63 เปอร์เซ็นต์ ธาตุเหล็กมากกว่า 73 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสมากกว่า 91 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมมากกว่า 125 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมมากกว่า 118 เปอร์เซ็นต์ โมลิบดีนัมมากกว่า 178 เปอร์เซ็นต์ สังกะสีมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ โครเมียมมากกว่า 78 เปอร์เซ็นต์ และยัง

พบว่า สารปรอทซึ่งเป็นสารพิษที่พบได้ในอาหารทั่วไปจะมีปริมาณที่ค่อนข้างสูง แต่กลับพบในอาหารอินทรีย์น้อยกว่าอาหารทั่วไปถึง 29 เปอร์เซ็นต์

สถานการณ์ปัจจุบันของโลกเกษตรอินทรีย์ มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วด้วยปัจจัยสนับสนุน ประเทศไทยซึ่งมีนโยบายในการเป็นครัวโลกจึงน่าให้ความสนใจกับตลาดอินทรีย์เพราะแม้จะเป็นตลาดที่ในปัจจุบันมีขนาดที่เล็ก แต่ก็มีมูลค่าเป็นสัดส่วนที่สูงและเป็นกลุ่มผู้บริโภคที่มีกำลังซื้อที่สูง กลายเป็นกลุ่มตลาดเกษตรอินทรีย์ ซึ่งมีการบริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์ขยายตัวและเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเป็นการขยายตัวในรูปแบบของ “ตลาดอินทรีย์” และมีการจำหน่ายทุกวันหมุนเวียนกันไป (สำนักงานที่ปรึกษาด้านอุตสาหกรรมในต่างประเทศประจำกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย, https://www.thaiindustrialoffice.wordpress.com, 2558)

มาตรฐานการเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์

การจัดการฟาร์มไก่อินทรีย์ คือห้ามใช้สารเคมีทุกชนิดในการเลี้ยงไก่ รวมถึงยาและฮอร์โมนสังเคราะห์ (1) อาหารจะต้องมาจากพืชที่ปลูกในระบบอินทรีย์ (2) ต้องออกแบบฟาร์มให้มีสภาะแวดล้อมที่แม่ไก่เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ มีน้ำ อาหาร พื้นที่ว่าง และแสงตามธรรมชาติรวมถึงการป้องกันอันตรายจากสัตว์ร้าย (3) ต้องมีทุ่งหญ้าหรือพื้นที่เปิดโล่งให้ไก่ได้ออกกำลังกาย (4) ต้องมีจำนวนแม่ไก่ไม่เกิน 5 ตัวต่อตารางเมตร และไม่เกิน 3,000 ตัวต่อโรงเรือน มีรังไข่อย่างน้อย 1 รังต่อแม่ไก่ 8 ตัว (5) ต้องมีพื้นที่นอกโรงเรือนไม่น้อยกว่า 1 เท่าของพื้นที่ในโรงเรือน เพื่อให้แม่ไก่ได้คุ้ยเขี่ยและออกกำลังตามธรรมชาติ (6) ไม่อนุญาตให้ใช้กรงตับหรือกักขังแม่ไก่ไว้ตลอดเวลา (7) การให้แสงไฟฟ้ารวมกับแสงสว่างตามธรรมชาติต้องไม่เกิน 16 ชั่วโมงต่อวัน (7) ลูกไก่ต้องได้รับการดูแลในระบบอินทรีย์ตั้งแต่แรกเกิด แต่อนุโลมให้นำแม่ไก่สาวที่อายุไม่เกิน 18 สัปดาห์ มาเลี้ยงก่อนได้ในช่วงแรกซึ่งจะต้องมีแผนในการจัดหาลูกไก่อินทรีย์เพื่อใช้ในฟาร์มของตนเองด้วย (พาขวัญ, 2562)

มาตรฐานการเลี้ยงไก่เนื้ออินทรีย์

การเลี้ยงไก่แบบปล่อย (free-range chicken)

เป็นระบบที่สามารถทำได้ทันทีและมีความใกล้เคียงกับระบบอินทรีย์ (organic chicken) แม้ว่ามาตรฐานการเลี้ยงไก่แบบปล่อยจะไม่เข้มงวดเท่ากับการเลี้ยงไก่แบบอินทรีย์แต่ก็มั่นใจได้ว่าเนื้อไก่ที่ได้จะมีคุณภาพดีมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค คำนึงถึงหลักสวัสดิภาพของสัตว์และการเลี้ยงในระบบนี้จะเป็นพื้นฐานในการก้าวไปสู่การเลี้ยงไก่ในระบบอินทรีย์ต่อไป มีความแตกต่างจากระบบการเลี้ยงไก่เนื้อเชิงการค้าแต่มีความใกล้เคียงกับระบบการเลี้ยงไก่เนื้อแบบอินทรีย์ (พาขวัญ, 2562)

ไพล (***Zingiber cassumunar*** **roxb**.)

ปัจจุบันไพล (Phai) ถูกพบมากในประเทศไทย อินโดนีเซีย และอินเดีย ส่วนที่นำมาใช้คือ เหง้า โดยมีสรรพคุณในทางการนวดแผนไทย แก้ปวดเมื่อย คลายกล้ามเนื้อ และปวดข้อ การที่สมุนไพรจะก้าวเข้าสู่ตลาดโลกได้นั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของสมุนไพรนั้น ๆ ซึ่งประกอบด้วยสิ่งสำคัญหลัก คือ ปริมาณสารสำคัญในสมุนไพรมีมากที่สุด และวัตถุดิบสมุนไพรที่เป็นความต้องการของตลาดจะต้องผ่านกระบวนการหลักที่เป็นเกษตรอินทรีย์ และจะต้องปลอดจากสารเคมีที่จะปนเปื้อนในวัตถุดิบสมุนไพร และเป็นไปตามมาตรฐาน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549)

ผลผลิตไพลส่วนใหญ่จะถูกขายไปยังพ่อค้ามากที่สุดถึง 75 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นพ่อค้าจะนำไพลไปผ่านกระบวนการแปรรูปเบื้องต้นเป็น ไพลแห้ง ไพลผง หรือบางส่วนจะยังไม่มีการแปรรูป เช่น กากไพล เพื่อจำหน่ายต่อไปยังโรงงานแปรรูปเพื่อนำไปสกัดเป็นน้ำมันหอมระเหย โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปส่วนใหญ่จะถูกจำหน่ายไปยังสปามากที่สุด ถึงร้อยละ 32 ของสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่โรงงานแปรรูปนำออกจำหน่าย สัดส่วนตลาดผลิตภัณฑ์ไพลร้อยละ 52 จะจำหน่ายให้แก่สปา และอีกร้อยละ 40 ขายให้แก่ผู้บริโภคโดยตรง ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 8 จะถูกส่งออกต่างประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549)

รูปแบบการผลิตไพลในเชิงการค้า ปัจจุบันได้มีการผลิตไพลและมีการจำหน่ายในท้องตลาด เช่น น้ำมันไพล ซึ่งให้ผลในการยับยั้งการสร้างสาร Prostaglandins ในหลอดทดลองเมื่อมีการทดสอบความเป็นพิษ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาสมุนไพรให้โดดเด่นยิ่งขึ้นและเป็นที่ยอมรับคือ ไพลทานอยด์ โดยการร่วมมือระหว่างสถาบันต่าง ๆ ในประเทศได้แก่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ และอื่น ๆ รวมถึงสำนักงานนวัตถกรรมแห่งชาติ โดยไพลได้ถูกพัฒนาโดยวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation) และการสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) จากนั้นได้นำน้ำมันไพลที่ได้มาบรรจุในน้ำน้ำพื้น (essential oil) หรือเป็นผง (powder) ซึ่งแนวทางการใช้ไพลในปัจจุบันจะมุ่งเน้นด้านการรักษา ลดการอักเสบ ลดการบวมฟกช้ำเป็นหลัก (ดลรวี, 2552)

ไพล เป็นพืชที่มีหัวอยู่ในดิน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber cassumunar* Roxb. อยู่ในวงศ์ Zingiberacea ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกันกับ ขิง ข่า และขมิ้นชัน นิยมปลูกไว้ใช้ภายในครัวเรือน มีชื่อเรียกแต่ละท้องถิ่นที่แตกต่างกัน เช่น ปูลอย ปูเลย(ภาคเหนือ) ว่านไฟ (ภาคกลาง) มิ้นสะล่าง(เงี้ยว-แม่ฮ่องสอน) ว่านปอ(ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ตามตำราว่าน จัดไพลเป็นว่านชนิดหนึ่งที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายและแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น โดยกล่าวถึงว่านไพลแต่ละชนิด เช่น ว่านไพลเหลือง ว่านไพลดำ ว่านไพลปลุกเสก และว่านไพลม่วง มีการเรียกชื่อไพลแต่ละชนิดตามสัญฐานวิทยาและการใช้ประโยชน์ จัดได้ว่าไพลเป็นสมุนไพลสำคัญของไทยอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากหมอพื้นบ้านหรือแพทย์แผนโบราณ มีการนำไพลมาใช้ประโยชน์ในการรักษาโรค ตั้งแต่อดีตจนถึง

ปัจจุบัน โดยไพลมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชียแถบประเทศอินเดีย มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทย มีรายงานความแตกต่างของพืชสกุล Zingiber โดยการจำแนกด้วยลักษณะภายนอกและการเจริญเติบโตของไพล 4 ชนิด คือ ไพลเหลือง ไพลปลุกเสก ไพลดำ และไพลม่วง (นันทวัน และอรนุช, 2542)

ประเทศไทยพบว่า มีการปลูกไพลอยู่ 2 ชนิด คือ ไพลเหลือง (zingiber montanum (Koen.) theilade) (ชื่อพ้อง: *zingiber cassumunar* roxb. และ *zingiber purpureum* roscoe) และไพลดำ: *Zingiber ottensill* Valeton (นันทวัน และอรนุช, 2542) ไพลเหลืองเป็นไม้ล้มลุกสูงประมาณ 0.7 ถึง 1.5 เมตร มีลำต้นใต้ดินเรียกว่า เหง้า มีขนาดใหญ่ เปลือกนอกมีสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อในมีสีเหลืองอมเขียว และมีกลิ่นหอมเฉพาะ ลำต้นมีสีเขียว กาบซ้อนกันเจริญเป็นกอ ใบเดี่ยวเรียงสลับ ดอกสีขาวนวล ผลเป็นผลแห้ง รูปกลม เจริญเติบโตได้ดีในฤดูฝน มีการพักตัวในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม จะสังเกตเห็นต้นไพลมักจะแห้งฟุบตัวลงไป และจะงอกเป็นต้นใหม่ได้เมื่อมีความชื้นเพียงพอ (กมลทิพย์, 2543) ขยายพันธุ์โดยการใช้เหง้า ปลูกได้ดีในดินเหนียวปนทราย มีแสงแดดพอควรและมีปริมาณความชื้นที่สม่ำเสมอ (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2551; กระทรวงสาธารณะสุข, 2551)

องค์ประกอบทางเคมีของไพล

เหง้าของไพล มีน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ประกอบด้วย α-pinene, β-pinene sabinene, Myrcene, α-terpinene, limonene, γ-terpinene, ρ-cymene, terpinolene, terpine-4-ol (Department of Medical Sciences, 1998) และมีสารสีเหลือง คือ Curcumin, β-sitosterol และสาร Acycohexene derivatives, Naphtoquinones derivative, Butanoids derivatives ที่สำคัญ คือ สารประกอบ Compound D หรือ (E)-4-(3,4-dimethoxyphenyl) but-3-en-l-ol และ DMPBD หรือ (E)-1-(3,4-dimethoxyphenyl) butadiene ใช้ในการรักษาอาการบวม ฟกช้ำ และเคล็ดยอก (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2551; กระทรวงสาธารณะสุข, 2551) นอกจากนี้ยังมีสาร Cassumunarins A, B และ C ซึ่งเป็นสารเชิงซ้อน Complex curcuminoid มีฤทธิ์ Antioxidant แรงกว่า Curcumin (Jitoe et al., 1994) และพบสารใหม่จำพวก Phenylbutenoid dimmer คือ (+/-)-trans-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-4-[(E)-3,4-dimethoxystyryl] cyclohex-1-ene โดยแยกได้จากส่วนของเหง้าไพล (Han, et al., 2004) ซึ่งมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของน้ำมันไพล (มอก. 1679-2541) ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมระบุแนวทางในการผลิตน้ำมันไพลที่มีคุณภาพดีและ

เหมาะสม โดยกำหนดให้น้ำมันไพล หมายถึงน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากเหง้าของไพลโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2543) ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญดังนี้

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของสารสกัดจากเหง้าไพล

ลำดับ	องค์ประกอบทางเคมี
1	แอลฟาขไพนีน (α-inene)
2	ซาบินีน (sabinene)
3	แอลฟา-เทอร์ไพนีน (α-terpinene)
4	แกมมา-เทอร์ไพนีน (γ-terpinene)
5	เทอร์ไพนีน-4-ออล (terpine-4-ol)

ที่มา: ดัดแปลงจาก สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2543)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา

ต้านการอักเสบ

จากรายงานการต้านการอักเสบของสาร DMPBD จากการศึกษาประสิทธิภาพในการลดอาการบวมของใบหูหนูขาว ซึ่งถูกเหนี่ยวนำโดยการทำ Ethyl phenylpropiolate (EPP), arachidonic acid (AA) และ 12-O-tetradecanoylphorbol13-acetate (TPA) พบวาสารสกัด DMPBD ที่ให้โดยการทำ สามารถลดการบวมที่ใบหูของหนูขาวที่ถูกกระตุ้นด้วย EPP และ AA ได้ดีกว่า Oxphenbutazone และ Phenidone ตามลำดับโดยประสิทธิภาพการออกฤทธิ์สูงสุดที่เวลา 30 นาที เมื่อเปรียบเทียบ ID50 ของ TPAinduce edema ที่เวลา 8 ชั่วโมง พบว่า DMPBD (660 pmole/ear) มีความแรงมากกว่า Diclofenac (7,200 pmole/ear) ประมาณ 11 เท่า เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดจากการเหนี่ยวนำด้วย collagen, adenosine diphosphate (ADP), AA และ PAF พบว่า DMPBD ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือดที่ถูก เหนี่ยวนำด้วย PAF ได้ดีที่สุดและ DMPBD มีฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยอาจออกฤทธิ์ผ่านการยับยั้งการทำงานของ Cyclooxygenase และ Lipoxygenase ของกระบวนการ AA metabolism โดยน่าจะมีฤทธิ์แรงกวาในการยับยั้ง Lipoxygenase pathway (รัตติมา, 2537)

สาร Compound D หรือ (E)-4-(3,4-Dimethoxyphenyl) but-3-en-l-ol ได้ถูกนำมาศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบของไพล โดยใช้สารสกดจากเหง้าไพลด้วย Methanol, Ether, N-hexane และน้ำ ทำการทดลองกับหนูทดลองที่ได้รับการเหนี่ยวนำโดย Carrageenan-induced edema และ Acetic acid induce vascular permeability 50 พบวาสารสกัดที่สกัดด้วย Methanol มีฤทธิ์ต้าน

การอักเสบและบรรเทาปวด (Ozaki, *et al.,* 1991) นอกจากนี้ Panthong, *et al.,* (1990) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดไพลด้วย Hexane 7 ชนิดในขนาด 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว พบว่าสาร Compound D สามารถยับยั้งการบวมของอุ้งเท้าหนูจากการฉีดคาราจีแนนได้สูงสุดและมีฤทธิ์ในการแก้ไข้ แก้ปวดด้วย โดยผู้วิจัยให้ข้อเสนอแนะว่ากลไกการออกฤทธิ์คล้ายกับยาบรรเทาอาการอักเสบ NSAIDs (Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs)

ต้านเชื้อแบคทีเรีย

จากรายงานของ Anatasan (1977) สารสกัดหัวไพลด้วยอีเทอร์มีผลต่อเชื้อ E.*coli*, Bacillus, Pseudomonas aerginosa, Salmonella typhi, Shigella typhi, Shigella dysenteriae Staphylococus aureus และการศึกษาของศักดิ์ชัย และคณะ (2520) พบว่าสารสกัดไพลด้วย petroleum ether สามารถยับยั้งเชื้อ Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, E.coli และ Candida albicans ได้แต่สารสกัดด้วยน้ำของเหง้าไพลไม่สามารถยับยั้งเชื้อทั้ง 4 ชนิด รวมทั้ง Pseudomonas aeruginosa หรือ Proteus vulgaris ได้

ต้านอนุมูลอิสระ

จากรายงานของ Chirangini, *et al.,* (2004) พบว่าสารสกัดหยาบจากเหง้าไพลด้วย Methanol เมื่อเปรียบเทียบกับพืชกลุ่มที่ให้สาร Curcumin อีก 10 ชนิดพบว่าไพลมีฤทธิ์สูงสุดในการเป็น Antioxidant โดยการใช้ Sulfur free radical (GS.) Reactivity กับ Curcumin ซึ่งเป็น Reference indicator

ต้านเชื้อรา

งานวิจัยของ Kishore and Dwivedi (1992) รายงานว่าเหง้าไพล มีความสามารถในการยับยั้งกระบวนการสร้างสารพิษที่เกิดจากเชื้อ Rhizoctonia solani ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเน่าคอดิน (damping-off) จากการศึกษาทางเคมีและสเปกตรัม พบว่า Zerumbone เป็นองค์ประกอบที่มีผลต่อการต้านเชื้อรา ซึ่งปริมาณที่ส่งผลต่อ R.solani ต่ำเพียง 1,000 ppm ซึ่งต่ำกว่ายากำจัดเชื้อราทั่วไปมาก นอกจากนี้ยังมีการใช้ในการคลุกเมล็ด พบว่า zerumbone สามารถควบคุมโรคเน่าคอดินของถั่ว Phaseolus aureus ซึ่งมีเชื้อสาเหตุคือ Rhizoctonia solani ได้มากถึง 85 เปอร์เซ็นต์

ฤทธิ์ต่อกล้ามเนื้อเรียบ

การศึกษาทางเภสัชวิทยา พบว่าสารสกัดไพลด้วยน้ำขนาด 8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรและ 64 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถลดการบีบตัวของมดลูกลำไส้ และกระเพาะอาหารส่วนต้นได้ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ผลของการบีบตัวการตึงตัว และผลต่อกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือดแดงจากสายสะดือเด็กทารกไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน การออกฤทธิ์ต่อน้ำสกัดไพลที่ทำให้มดลูกและลำไส้คลายตัวนี้สามารถต่อต้านได้ด้วย Serotonin และ Acetylcholine

ตามลำดับ สาร Compound D มีฤทธิ์คลายกล้ามเนื้อมดลูก จากการทดสอบกับมดลูกของหนูขาวที่ไม่ได้ตั้งท้อง ส่วนหนูขาวที่ตั้งท้องมีการตอบสนองต่อฤทธิ์ของสาร Compound D ต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับระยะการตั้งครรภ์ (Kanjanapothi *et al.,* 1987)

ฤทธิ์ต่อหัวใจ

การศึกษาผลของน้ำสกัดไพลต่อการทำงานของหัวใจเต่า พบว่าทำให้เกิดความแรงในการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจลดลง โดยไพลออกฤทธิ์คล้ายคลึงกับ Quinidine ซึ่งเป็นยาที่ใช้รักษาภาวะหัวใจเต้นผิดปกติ จากการศึกษาผลของน้ำสกัดไพลต่อคลื่นไฟฟ้าหัวใจของหนูถีบจักรในภาวะปกติและภาวะที่หัวใจเต้นผิดปกติ (QRSs-complex) ตามด้วยการเกิด ventricular tachycardia พบว่าในภาวะที่หัวใจเต้นผิดปกติน้ำสกัดไพลไม่สามารถลดอัตราการเกิด cardiac arrhythmia ได้

ฤทธิ์ในการเป็นยาชาเฉพาะที่

น้ำคั้นไพลออกฤทธิ์ต่อ Nerve action potential ของเส้นประสาท Sciatic ในคางคก คล้ายกับการออกฤทธิ์ของยาชา Lidocaine (วัลภา และศักดิ์ชัย, 2518) และมีการศึกษาคุณสมบัติของสารสำคัญที่แยกได้จากไพล พบว่าสาร Compound D มีคุณสมบัติทำให้กล้ามเนื้อเรียบบริเวณลำไส้เล็กส่วนปลายของหนูตะเภาคลายตัว และสามารถต้านฤทธิ์ของฮีสตามีน อะเซทิลโคลีนนิโคที และเซโรโทนินที่มีฤทธิ์ต่อกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังสามารถต้านฤทธิ์ของฮีสตามีนที่มีต่อหลอดลมของหนูตะเภา จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าไพลมีคุณสมบัติที่จะนำมาใช้เป็นยาบำบัดอาการหืดหอบหรือบรรเทาอาการปวดเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบบริเวณลำไส้ได้ (นิยดา และคณะ, 2522)

พิษวิทยาของไพลในสัตว์

การทดสอบความเป็นพิษ

รังสรรค์ และคณะ (2529) ศึกษาความเป็นพิษของไพลในหนู จากการศึกษาระยะปัจจุบัน พบว่าไพลที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์และเฮกเซน มี LD50 เท่ากับ 20 กรัม และ 80 กรัมต่อน้ำหนักหนู 1 กิโลกรัมตามลำดับ ส่วนในการศึกษาพิษระยะยาวใช้หนูทั้งหมด 112 ตัว โดยใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ 28 ตัว แบ่งที่เหลือเป็น 3 กลุ่ม ให้อาหารที่ผสมไพลทุกวันขนาด 0.5, 3 และ 18 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของอาหารซึ่งคิดเป็นขนาด 23, 150 และ 1,200 เท่าของขนาดของยาที่ใช้ในการรักษาคน ผู้วิจัยสรุปว่าในขนาดที่รักษาปกติ ไพลไม่ปรากฏความเป็นพิษทั้งระยะปัจจุบันและระยะยาว

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพิษเฉียบพลัน และพิษเรื้อรังของไพลในหนูถีบจักร หนูขาว และลิงแสม พบวาหนูถีบจักรไม่แสดงอาการพิษเฉียบพลันใด ๆ เมื่อกรอกผงไพลจำนวน 10 กรัมต่อกิโลกรัม LD50 ของสารสกัดไพลที่ให้ทางปากหรือฉีดเข้าใต้ผิวหนังมากกว่า 20 กรัมต่อกิโลกรัม แต่เมื่อฉีดเข้าทางช่องท้องเท่ากับ 14.8 กรัมต่อกิโลกรัม ในการศึกษาพิษเรื้อรังของไพลในหนูขาว พบว่าหนูขาวทั้ง

สองเพศในกลุ่มกินอาหารผสมไพล 5.0 เปอร์เซ็นต์ตายก่อนเสร็จสิ้นการทดลอง หนูเพศผู้กินอาหารผสมไพลได้น้อยกว่ากลุ่มที่กินอาหารปกติ จากการตรวจสอบทางชีวเคมีพบว่า หนูที่กรอกยาไพลจะมีระดับของค่าอัลบูมินต่ำ และมีค่าเอนไซม์จากตับ SGOT หรือ Serum glutamic oxaloacetic transaminase และค่า SGPT หรือ Serum glutamic-oxaloacetic transaminase สูง จากการชันสูตรซากพบว่า หนูขาวที่ได้รับไพลติดต่อกัน 1 ปีมีตับผิดปกติ เช่น ตับแข็ง เนื้อตับเป็นปุ่มปม บางตัวมีเนื้องอกที่ตับ โดยตับและม้ามของหนูกลุ่มที่กรอกยาไพล จะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามขนาดของไพลที่ได้รับ (รังสรรค์ และคณะ, 2529)

การศึกษาทางจุลพยาธิพบว่า เซลล์ของตับหนูผิดปกติและจะเพิ่มจำนวนขึ้นตามขนาดของไพลที่ได้รับ ความผิดปกติที่ตรวจพบได้แก่ ตับแข็ง และเกิดการก่อมะเร็งที่เซลล์ของตับ แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่เซลล์ของอวัยวะอื่น (รังสรรค์ และคณะ, 2529)

การศึกษาพิษเรื้อรังของไพลในลิงแสม 16 ตัว พบว่าลิงกลุ่มที่กรอกยาไพล 0.02 กรัมต่อกิโลกรัม เจริญเติบโตเร็ว และมีค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่นสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งกลุ่มลิงที่กรอกด้วยยาไพล 1.0 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ครั้งแรกเกิดการเป็นพิษต่อตับอย่างเฉียบพลัน หลังจากลิงกลุ่มนี้ได้รับยาไพล 3 เดือน มีการเจริญเติบโตช้าลง สุขภาพไม่แข็งแรง ในเดือนที่ 5 และ เดือนที่ 9 พบว่าตับเสื่อมสมรรถภาพในการสร้างโปรตีน จากการศึกษานี้สรุปได้ว่าไพลเป็นพิษต่อตับ และยังไม่มีความปลอดภัยที่จะนำมาใช้เป็นยารักษาโรคหืด นอกจากจะมีการขจัดสารที่เป็นพิษต่อตับออกไปก่อน (นาถฤดี และคณะ, 2533)

การทดสอบฤทธิ์การระคายเคืองผิวหนัง

จากการศึกษาความปลอดภัยของเจลไพล (10 % w/v) ด้วยวิธีที่แนะนำโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) พบว่าเจลไพลอาจก่อให้เกิดอาการระคายเคืองได้เล็กน้อย แต่เมื่อทดสอบการระคายเคืองโดยวิธี Mouse ear irritation test พบว่าเจลไพลแทบจะไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองในหนูถีบจักร และไม่ก่อให้เกิดการแพ้เมื่อทดสอบด้วยวิธีทดสอบตาม ISO 10993 Closed-patch test หรือ Buehler test ทางผิวหนังในหนูตะเภาด้วย (วารุณี, 2542)

การใช้ไพลในอาหารสัตว์

ขนิษฐา และคณะ (2559) ทำการศึกษาผลของการเสริมผงไพลในอาหารไก่เนื้อ เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพการผลิต โดยเริ่มเลี้ยงไก่เนื้อตั้งแต่อายุที่ 0 ถึง 42 วัน แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะได้รับการเสริมผงไพลในสูตรอาหารที่ระดับแตกต่างกันคือ 0, 0.3 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในตลอดระยะเวลาการทดลองไก่เนื้อจะได้รับน้ำ และอาหารอย่างเต็มที่ ผลการศึกษาพบว่าการเสริมผงไพลในอาหารไก่เนื้อทุกระดับ มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวันลดลงและมี

อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยการเสริมไพลผงในระดับ 0.6 เปอร์เซ็นต์จะมีผลทำให้สมรรถนะการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มทดลองอื่น แต่ส่งผลให้อัตราการรอดชีวิตลดลงอย่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และในด้านลักษณะซาก พบว่าตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองการเสริมผงไพลทุกระดับในอาหารมีผลทำให้ลักษณะซากของไก่เนื้อดีขึ้น แสดงให้เห็นว่าการเสริมผงไพลในอาหารทุกระดับมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ซากดีขึ้น เปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอกเพิ่มขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) อีกทั้งการเสริมผงไพลนั้นยังมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อสันในอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและยังส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของไขมันในช่องท้องลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไพล มีสารกลุ่มเคอร์คูมินที่มีฤทธิ์ในการต้านสารอนุมูลอิสระ ช่วยลดระดับของไขมันในเลือดและช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากความเครียด แม้จะไม่มีฤทธิ์ในการช่วยให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตดีขึ้นโดยตรงแต่ก็ช่วยให้ไก่มีสุขภาพที่ดี มีการกินอาหารได้ดีขึ้นเช่นเดียวกันกับการใช้ยาปฏิชีวนะ

อริชญา และคณะ (2548) ทำการศึกษาผลของสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน มะระขี้นก และไพลต่อระบบภูมิคุ้มกันโรค และคุณลักษณะทางการเจริญเติบโตในไก่กระทง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้ การทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ใช้ไก่กระทงแรกเกิดจำนวน 144 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 6 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัวให้ได้รับอาหารที่แตกต่างกันคือ อาหารควบคุม (ไม่ผสมยาปฏิชีวนะและสมุนไพร) กลุ่มที่ 2 เสริมยาปฏิชีวนะ Avilamycin 2.5 ppm และกลุ่มที่ 3 เสริมด้วยสมุนไพร 1,000 ppm พบว่าไม่พบความแตกต่างของการเจริญพัฒนาของเซลล์ลิมโฟไซต์และระดับแอนติบอดีทั้ง 2 (MER),(IgG) และ (MES),(IgM) ที่ตอบสนองต่อเม็ดเลือดแดงแกะ (P>0.05) เห็นได้ชัดในกลุ่มที่เสริมด้วยสมุนไพรฟ้าทะลายโจน ขมิ้นชัน มะระขี้นกมีการทำงานของ macrophage ในการจับกิน opsonized sheep red blood cell และ unopsonized sheep blood cell มากกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยยาปฏิชีวนะ (P<0.05; P>0.01 ตามลำดับ) การทำงานของเซลล์ Macrophage ในการจับกินสิ่งแปลกปลอมที่เพิ่มขึ้นบ่งชี้ว่า สมุนไพรฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน มะระขี้นกนี้มีฤทธิ์ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะเจาะจง

การทดลองที่ 2 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ใช้ไก่กระทงแรกเกิดจำนวน 900 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 6 ซ้ำ ๆ ละ 50 ตัว ได้รับอาหารที่แตกต่างกันคือ กลุ่มควบคุมไม่เสริมยาปฏิชีวนะและสมุนไพร กลุ่มที่ 2 เสริมด้วยยาปฏิชีวนะ Avilamycin 2.5 ppm และกลุ่มที่ 3 เสริมด้วยสมุนไพรผสมของฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน มะระขี้นก 1,000 ppm ร่วมกันกับไพล 2,000 ppm พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณที่กิน ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การเลี้ยงรอด (P>0.05) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในช่วงอายุ 0 ถึง 3 สัปดาห์ของกลุ่มที่เสริมด้วยสมุนไพรมีค่าเฉลี่ยที่ดีเทียบเท่ากลุ่มควบคุม และดีกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยยาปฏิชีวนะ และไม่พบความ

แตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซาก และได้รับการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อไก่กระทงในด้านความนุ่ม รสชาติ ชุ่มฉ่ำ (P>0.05) ในขณะที่ความยาวลำไส้ส่วนโคลอนของกลุ่มที่เสริมด้วยยาปฏิชีวนะสั้นกว่าอีก 2 กลุ่ม (P<0.05) สัดส่วนของ Villus ต่อ Crypt of liberkhun และ Villus ของลำไส้ส่วนดูโอดีนัมและเจจูนัมของกลุ่มที่เสริมสมุนไพรมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอีก 2 กลุ่ม (P<0.05; P<0.01) สรุปได้ว่าสมุนไพรผสมของฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน มะระขี้นก และไพลออกฤทธิ์ส่งเสริมทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของไก่กระทง (อริชญา, 2548)

กระสินธ์ (2551) ทำการศึกษาผลของสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร และไพลต่อสมรรถนะการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ และสุขภาพในลูกสุกรหย่านม โดยใช้ลูกสุกรหย่านมลูกผสม 3 สายพันธุ์ (แลนด์เรช-ยอร์คเชียร์ x ดูร็อค) อายุ 21 วัน จำนวนทั้งหมด 192 ตัว (เพศผู้ 96 ตัว เพศเมีย 96 ตัว) ทำการแบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 4 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 4 ซ้ำ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบสมุนไพรฟ้าทะลายโจร และไพล 2 ระดับคือ 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 3,4) ตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมด้วยยาปฏิชีวนะ 2 ระดับคือ โคลิสตินซัลเฟต 100 ppm แอมมอกซี่ซิลิน 150 ppm และคลอเตทตราไซคลิน 200 ppm และโคลิสตินซัลเฟต 0 ppm แอมมอกซี่ซิลิน 150 ppm และคลอเตทตราไซคลิน 200 ppm (กลุ่มที่1,2) ตามลำดับ โดยลูกสุกรจะได้รับน้ำและอาหารเต็มที่ตลอดเวลา (Ad libitum) ภายใต้ระบบการจัดการมาตรฐานของฟาร์มการค้า เมื่อลูกสุกรมีอายุครบ 56 วัน พบว่าลูกสุกรในทุกกลุ่มการทดลองจะมีอัตราการเลี้ยงรอดเท่ากับ 95.83 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) แสดงว่ามีการเลี้ยงภายใต้สุขอนามัยที่ดีและมีภาวะคุมคามจากโรคต่ำ จึงส่งผลทำให้ปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการแลกเนื้อของสุกรในทุกกลุ่มการทดลองมีค่าที่ใกล้เคียงกันตามลำดับ (P>0.05)

เมื่อทำการศึกษาถึงผลการย่อยได้ของโภชนะ พบว่ากลุ่มที่เสริมด้วยสมุนไพรฟ้าทะลายโจนและไพลในอาหารทั้ง 2 ระดับ จะมีแนวโน้มในการย่อยได้ของโปรตีน พลังงาน ไขมัน และสิ่งแห้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สูงกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยยาปฏิชีวนะ ส่วนผลต่อลักษณะทางจุลกายวิภาคลำไส้ของลูกสุกรหย่านม พบว่าการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจนและไพลทั้ง 2 ระดับนั้น จะแสดงผลชัดเจนในการพัฒนาลักษณะทางจุลกายวิภาคของลำไส้เล็กของลูกสุกร โดยในส่วนของดูโอดีนัมพบว่ากลุ่มที่เสริมสมุนไพรทั้ง 2 ระดับคือ 0.1 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์จะมีความสูงของวิลไล ความลึกของคริป และพื้นที่ผิวของวิลไล สูงกว่ากลุ่มที่เสริมด้วยยาปฏิชีวนะ โคลิสตินซัลเฟต 100 ppm แอมมอกซี่ซิลิน 150 ppm และคลอเตทตราไซคลิน 200 ppm และในส่วนของเจจูนัมของลูกสุกรกลุ่มที่เสริมสมุนไพรที่ระดับ 0.2 เปอร์เซ็นต์ จะมีความสูงของวิลไล ความลึกของคริป และพื้นที่ผิวของวิลไลสูงที่สุด แต่ในกลุ่มที่เสริมสมุนไพรที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าใกล้เคียงกันกับกลุ่มที่เสริมด้วยยาปฏิชีวนะโคลิสตินซัลเฟต 100 ppm แอมมอกซี่ซิลิน 150 ppm และคลอเตทตราไซคลิน 200

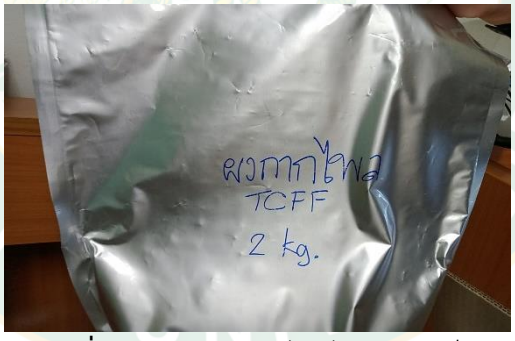
ppm ส่วนค่าความลึกของคริปในทุกกลุ่มการทดลองจะมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (กระสินธ์, 2551)

ค่าโลหิตวิทยาของลูกสุกรหย่านม พบว่าการเสริมสมุนไพรทั้ง 2 ระดับ มีแนวโน้มในการลดระดับของคลอเรสเทอรอลได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เสริมด้วยยาปฏิชีวนะโคลิสตินซัลเฟต 100 ppm แอมมอกซี่ซิลิน 150 ppm และคลอเตทตราไซคลิน 200 ppm[1] การบันทึกสุขภาพ พบว่าลูกสุกรไม่มีอาการท้องเสีย อาการเป็นไข้ และไม่มีการฉีดยาเพื่อรักษาโรค คะแนนมูลจากการวัดการเกิดท้องเสีย พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันในทุกกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันสถิติ (P>0.05) สรุปได้ว่าระดับของสมุนไพรฟ้าทะลายโจนและไพลเหมาะสมในการทดแทนยาปฏิชีวนะโคลิสตินในอาหารลูกสุกรหย่านม คือที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถลดต้นทุนค่าอาหารในการผลิตสุกรและนำไปสู่การเพิ่มรายได้สู้ผู้ผลิตอีกด้วย (กระสินธ์, 2551)

ทัศนีย์ และคณะ (2557) ทำการศึกษาผลของการเสริมไพลในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและสุขภาพโดยรวมของกบนา วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ได้แก่ อาหารที่ไม่เสริมไพล และอาหารที่เสริมไพลที่ระดับ 0.5 1.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากการศึกษาพบว่า อาหารที่ทำการเสริมไพลที่ระดับ 0.5, 1.5 และ2.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ทำให้กบมีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย อัตราการรอดตาย ค่าฮีมาโตคริต และจำนวนเม็ดเลือดขาวเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาทดลอง 3 เดือน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ในเดือนที่ 2 ของการทดลองการเสริมไพลที่ระดับ 1.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ฮีโมโกลบินมีค่าต่ำ (P<0.05) สำหรับผลของการเสริมไพลต่อจำนวนกบที่ตรวจพบเชื้อแบคทีเรียที่เก็บจากเลือดที่หัวใจและเก็บจากใต้ผิวหนัง ซึ่งตรวจพบ *Flovobacterium multivorum, Kluyvera* และ *Cryocrescens Streptococcus mutans* พบว่าการเสริมด้วยไพลในอาหารที่ระดับ 1.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ จำนวนกบนาที่ตรวจพบเชื้อแบคทีเรีย *F. multivorum* บริเวณใต้ผิวหนังน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) จึงสรุปได้ว่า การเสริมไพลในอาหารกบนาที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์เป็นระดับที่ไม่มีผลกระทบต่อการเติบโตและสุขภาพของกบนา และการเสริมไพลในอาหารกบนาที่ระดับ 1.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *F. multivorum* ที่ผิวหนังได้

กากไพล

กากไพลเป็นผลพลอยได้ที่เหลือใช้จากกระบวนการผลิตไพล ซึ่งมีปริมาณมากและมูลค่าต่ำ ซึ่งได้มาจากการสกัดจากเหง้าไพล และได้ออกมาเป็นสารตัวสำคัญคือ ไพลทานอยด์ ซึ่งไพลทานอยด์เป็นกลุ่มของสารออกฤทธิ์ อาทิเช่น เอริลบิวทานอยด์ (arylbutanoids) โดยใช้เทคโนโลยีที่ผ่านการรับรองทางด้านงานวิชาการ โดยมีกระบวนการขั้นตอนการผลิต คือเริ่มจากการเลือกคัดสรรไพลคุณภาพจากเขาหินซ้อนในจังหวัดปราจีนบุรี ผ่านการย่อยแล้วนำเข้าเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยสมรรถนะสูงภายใต้การควบคุมความดันและอุณหภูมิ โดยไพลสด 200 กิโลกรัมจะได้ น้ำมันหอมระเหย ประมาณ 1 กิโลกรัมซึ่งมีสารออกฤทธิ์สำคัญคือ เทอร์ไพนีน-4-ออล (terpinen-4-ol) มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ หลังจากกลั่นน้ำมันหอมระเหยออกไปแล้ว จะได้ส่วนที่เป็นกากไพล กากไพลส่วนที่เหลือจะถูกนำมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ เพื่อดึงเอาสารสำคัญส่วนที่เหลือออกมาจะได้น้ำมันไพลซึ่งเป็นของเหลวสีออกเหลือง มีส่วนประกอบของสารพวกเอริลบิวทานอยด์ (arylbutanoids) และเคอร์คิวมิน (curcumin) เมื่อนำน้ำมันไพลมาผสมกับสารดักจับสารสำคัญ แล้วนำเข้าเครื่องพ่นทำเป็นผง (spray dryer) จะได้ผงไพล ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่ที่สารสกัดไพลจะออกมาอยู่ในรูปของผง ทำให้ง่ายต่อการจัดเก็บและสามารถคงประสิทธิภาพกว่าที่เป็นของเหลว โดยที่คุณภาพไม่แตกต่างจากน้ำมันไพล (วิชัย, 2546)



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์สมุนไพรไพลผงสำเร็จรูป
บริษัทอุตสาหกรรมเครื่องหอม ไทย-จีน จำกัด

ภาพที่ 3 ผงกากไพล

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของไพล และกากไพลจากการวิเคราะห์ (% Airdry)

รายการ (%)	**ไพล**	**กากไพล**
ความชื้น	8.70	5.89
เถ้า	7.13	5.48
เถ้าที่ไม่ละลายในกรด	2.03	1.67
แคลเซียม	0.23	0.36
ฟอสฟอรัส	0.13	0.07
โปรตีน	5.43	6.17
เยื่อใย	6.85	6.66
ไขมัน	6.56	7.14
พลังงาน (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)	4,647.40	4,252.90

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัยตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2563

เริ่มดำเนินการทดลอง พฤศจิกายน 2562

เสร็จสิ้นการทดลอง ธันวาคม 2563

จัดทำรูปเล่มเสร็จสิ้น กรกฎาคม 2564

สถานที่ทำการวิจัย

1. ฟาร์มสัตว์ปีก คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
2. ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ในไก่ไข่

วัสดุและอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย

1. อุปกรณ์สำหรับชั่งน้ำหนัก เช่น เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งน้ำหนักไก่ เครื่องชั่งอาหาร
2. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการให้อาหาร เช่น ที่ตักอาหาร ถังเก็บอาหาร
3. อุปกรณ์สำหรับซ่อมคอก เช่น คีมตัดลวด ลวด เทปกาว
4. อุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดโรงเรือน เช่น ไม้กวาด ไม้ปัดฝุ่น ถุงดำ รถเข็น พลั่ว
5. ป้ายกลุ่มการทดลองของไก่ไข่
6. ที่กั้นช่องอาหาร
7. แผงสำหรับเก็บไข่
8. ใบตารางบันทึกการเก็บไข่ประจำวัน และปากกา
9. บีกเกอร์ ถุงร้อน หนังยาง และเพลท
10. เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์
11. เครื่องวัดความหนาของเปลือกไข่ (digital micrometer: Mitutoyo SR44)
12. เครื่องวัดความแข็งของเปลือกไข่ (egg shell force gauge: Model I)
13. เครื่องวัดความสูงของไข่แดง และไข่ขาว (albumin height gauge: Technical Services and Supplies)

14. เครื่องวัดความกว้างของไข่แดง (digital vernier caliper; Mitutoyo)

15. แถบสีวัดระดับของไข่แดง

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CRD (Completely Randomized Design) ใช้ไก่ไข่ทางการค้าพันธุ์ ซี.พี. บราวน์ อายุ 61 ถึง 64 สัปดาห์ จำนวน 200 ตัว แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ 10 ตัว กลุ่มแรกเป็นกลุ่มอาหารอินทรีย์ควบคุม (ไม่ใช้กากไพลในสูตรอาหาร) กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 อาหารควบคุมอินทรีย์ประกอบด้วยกากไพลร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 ในสูตรอาหารตามลำดับ

อาหารที่ใช้ในการทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองที่อายุ 61 ถึง 64 สัปดาห์ ให้โปรตีนที่ 17 เปอร์เซ็นต์ และให้พลังงานที่ 3,150 ถึง 3,180 กิโลแคลอรี่ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มอาหารอินทรีย์ควบคุม (ไม่ใช้กากไพลในสูตรอาหาร) กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 อาหารควบคุมอินทรีย์ประกอบด้วยกากไพลร้อยละ 1 2 3 และ 4 ในสูตรอาหารตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่ไข่อายุ 61 ถึง 64 สัปดาห์ (% Airdry)

วัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์)	กากไพล (เปอร์เซ็นต์)				
	0	1	2	3	4
ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้ม	25.28	25.34	25.40	25.45	25.51
กากไพล	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
ปลายข้าวอินทรีย์	64.38	63.32	62.26	61.21	60.15
หินเกล็ด	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
หินฝุ่น	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
ไดแคลเซียม	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
เกลือป่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix ไก่ไข่[1]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
คุณค่าทางโภชนะจากการคำนวณ (เปอร์เซ็นต์)					
ME (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)	3,152.15	3,159.78	3,167.41	3,175.03	3,182.66
โปรตีน	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
ไขมัน	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
เยื่อใย	1.06	1.06	1.05	1.05	1.04
แคลเซียม	2.49	2.56	2.62	2.69	2.75
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	7.16	7.21	7.27	7.32	7.37
ไลซีน	0.45	0.45	0.46	0.46	0.46
เมธไธโอนีน	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33

หมายเหตุ:

ME คือ Metabolizable Energy

[1]Premix ไก่ไข่ 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย ดังนี้ วิตามิน A 2,000,000 IU, วิตามิน D3 400,000 IU, E 3,500 IU, K 0.18 กรัม, B_1 0.16 กรัม, B_2 0.80 กรัม, B6 0.56 กรัม, B_{12} 2 มิลลิกรัม, Panthotinic acid 1.89 กรัม, Nicotinic acid 4 กรัม, Folic acid 60 มิลลิกรัม, Biotin 18 มิลลิกรัม, Choline 95 กรัม, Copper 2 กรัม, Manganese 16 กรัม, Iron 12 กรัม, Zinc 16 กรัม, Iodine 120 มิลลิกรัม, Cobalt 60 มิลลิกรัม และ Selenium 32 มิลลิกรัม

การเลี้ยงและการจัดการ

1. ทำการสุ่มไก่ไข่อายุ 61 สัปดาห์ที่ที่มีสุขภาพดีสมบูรณ์ลงในกรงตับ ก่อนนำไก่ขึ้นกรงเลี้ยง มีการจัดเตรียมน้ำและอาหารไว้อย่างเรียบร้อย

2. การให้อาหารทดลองไกไข่ จะให้อาหารอย่างจำกัดในปริมาณ 110 กรัม/ตัว/วัน ตลอดการทดลองเป็นเวลา 28 วัน และให้น้ำอย่างเต็มที่

3. การให้อาหารจะแบ่งเป็น 2 เวลา คือ เวลาเช้า 7.30 น. และเวลาบ่าย คือ 15.30 น. ทุกวัน และทำการเก็บไข่เช้าและบ่าย ชั่งและจดบันทึกน้ำหนักของไข่ทุกครั้ง พร้อมบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน และหมั่นเติมน้ำในกระเปาะปรอททุกครั้งเมื่อสังเกตว่าปรอทวัดอุณหภูมิและความชื้นนั้นแห้งเป็นสีขาวขุ่น

4. ทำการชั่งน้ำหนักของอาหารทดลองไก่ไข่ที่เหลือทุกสัปดาห์ เพื่อวัดปริมาณการกินได้ของไก่ไข่

5. ทำการสุ่มเก็บไข่ในทุกกลุ่มทดลองทุกสัปดาห์ กลุ่มละ 20 ฟอง จำนวน 100 ฟองเพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของไข่ คือ น้ำหนักไข่ ความแข็งของเปลือกไข่ ความหนาของเปลือกไข่ ดัชนีไข่แดง สีไข่แดง และ Haugh unit

6. หากพบว่าไข่แตก หรือผิดรูปปกติ เช่น ไข่เล็กกว่าปกติ ไข่ขาว ไข่หนัง จะต้องมีการบันทึกด้วยทุกครั้ง

7. ทำความสะอาดโรงเรือน กรงเลี้ยงไก่ และตักมูลไก่ออกไปตากแห้งทุกสัปดาห์ เพื่อลดกลิ่นมูลภายในโรงเรือนไก่ไข่ หากพบว่าไก่มีสุขภาพที่ผิดปกติ จะทำการแยกออกจากไก่ตัวอื่นทันที เพื่อป้องกันการเกิดโรคติดต่อ

การศึกษาสมรรถภาพการผลิต

ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่คงเหลือของไก่ไข่ทุกสัปดาห์ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นการทดลองจนถึงระยะสิ้นสุดการทดลอง เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ และในช่วงของการทดลองถ้าหากพบว่ามีไก่ตายหรือถูกคัดทิ้ง จะต้องมีการบันทึกด้วยเพื่อนำคำนวณสมรรภาพการเจริญเติบโตคำนวณได้ดังนี้

ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake; FI) (กรัม/ตัว/วัน)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด}}{\text{จำนวนวัน}}$$

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (feed per egg ratio; FCR)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักไข่}}$$

ผลผลิตไข่ (egg production) (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{[\text{จำนวนไข่}]}{\text{จำนวนไก่ที่เหลือ}} \times 100$$

การศึกษาคุณภาพไข่

จะทำการสุ่มไข่ในแต่ละกลุ่มทดลองจำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ฟอง รวม 100 ฟองในทุกสัปดาห์เพื่อชั่งน้ำหนักไข่ วัดสีของเปลือกไข่ วัดความหนาของเปลือกไข่ วัดความสูงของไข่แดง ไข่ขาว วัดสีไข่แดง และวัดความหนาของเปลือกไข่ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าดัชนีไข่แดง และ Haugh Unit ดังนี้

น้ำหนักไข่เฉลี่ย (egg weight) (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมด}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}}$$

ความแข็งของเปลือกไข่ (egg shell strength) (กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร)

$$= \frac{\text{ความแข็งของเปลือกไข่}}{\text{จำนวนไข่}}$$

ความหนาของเปลือกไข่ (shell thickness) (กิโลกรัม/ตารางเซ็นติเมตร)

$$= \frac{\text{ความหนาของเปลือกไข่}}{\text{จำนวนไข่}}$$

ดัชนีไข่แดง (yolk index)

$$= \frac{\text{ความสูงไข่แดง}}{\text{ความกว้างไข่แดง}}$$

ค่าฮอกยูนิต (Haugh unit; H.U.) คำนวณได้จากน้ำหนักไข่และความสูงไข่ขาวข้น โดยใช้สมการฮอก (Haugh equation; Monira *et al.,* 2003)

$$HU = 100 \times \log [H - 1.7(W^{0.37}) + 7.6]$$

เมื่อ H = ความสูงของไข่ขาวข้น (มิลลิเมตร)

W = น้ำหนักไข่ (กรัม)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อในไก่เนื้อ

วัสดุและอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย

1. โรงเรือนพร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในโรงเรือน เช่น หลอดไฟ และสายไฟ
2. วัสดุเครื่องมืออุปกรณ์ในการซ่อมคอก เช่น คีมตัดลวด เทปดำ กรรไกร คัตเตอร์ ลังกระดาษ และกระสอบ
3. อุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดโรงเรือน เช่น ไม้กวาด ถุงดำ พลั่ว
4. อุปกรณ์ชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องชั่งน้ำหนักไก่ เครื่องชั่งอาหาร
5. เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์
6. วัสดุรองพื้น เช่น แกลบ
7. แผงกั้นสำหรับกกไก่
8. ถาดอาหาร และกระปุกน้ำ
9. ถังเก็บอาหาร ที่ตักอาหาร และตระแกรงร่อน
10. สมุดบันทึกข้อมูล และปากกา

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ CRD (Completely Randomized Design) ใช้ไก่เนื้อทางการค้าพันธุ์ Rose 308 เพศผู้ แรกเกิด จำนวน 240 ตัว แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ 12 ตัว กลุ่มแรกเป็นกลุ่มอาหารอินทรีย์ควบคุม (ไม่ใช้กากไพลในสูตรอาหาร) กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 อาหารควบคุมอินทรีย์ประกอบด้วยกากไพลร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 ในสูตรอาหารตามลำดับ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ เพื่อทำการเก็บข้อมูลคุณภาพของซาก และเก็บคุณภาพเนื้อที่อายุ 42 วันหรือที่น้ำหนักตัว 1.5 ถึง 1.8 กิโลกรัม คือ น้ำหนักซาก น้ำหนักชิ้นส่วน สีของเนื้อ ค่า pH ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้เย็น ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ และการวิเคราะห์การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในเนื้อด้วยวิธี TBARS ที่ 0 3 และ 7 วัน

อาหารที่ใช้ในการทดลอง

อาหารที่ใช้ทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกตั้งแต่ 0 ถึง 3 สัปดาห์ ให้โปรตีนที่ 23 เปอร์เซ็นต์ และให้พลังงานที่ 3,000 ถึง 3,200 กิโลแคลอรี่ และระยะที่ 2 คือ 4 ถึง 6 สัปดาห์ ให้โปรตีนที่ 20 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ 3,000 ถึง 3,200 กิโลแคลอรี่ ทั้งสองระยะในกลุ่มควบคุมจะไม่มีการใช้กากไพลในสูตรอาหาร และกลุ่มทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 จะใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับ 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8 และ 9

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่เนื้อระยะ 0 ถึง 3 สัปดาห์จากการวิเคราะห์ (% Airdry)

วัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์)	**กากไพล (เปอร์เซ็นต์)**				
	0	**1**	**2**	**3**	**4**
ข้าวโพดอินทรีย์	53.62	52.62	51.62	50.62	49.62
ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้ม	42.60	42.60	42.60	42.60	42.60
กากไพล	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
หินฝุ่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ไดแคลเซียม	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
เกลือป่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix ไก่เนื้อ[1]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
คุณค่าทางโภชนะจากการคำนวณ (เปอร์เซ็นต์)					
ME (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)	3,040.00	3,046.00	3,052.00	3,059.00	3,065.00
โปรตีน	23.03	23.02	23.00	23.00	23.00
ไขมัน	11.46	11.48	11.50	11.52	11.55
เยื่อใย	2.53	2.58	2.63	2.68	2.73
แคลเซียม	0.85	0.86	0.86	0.86	0.87
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85
ไลซีน	1.30	1.29	1.29	1.29	1.29
เมธไธโอนีน	0.64	0.64	0.63	0.63	0.63

หมายเหตุ:

ME คือ Metabolizable Energy

[1] Premix ไก่เนื้อ 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย ดังนี้ วิตามิน A 2,000,000 IU, D3 400,000 IU, E 3,500 มิลลิกรัม, K3 0.180 กรัม, B1 0.160 กรัม, B2 0.800 กรัม, B6 0.560 กรัม, B12 0.002 กรัม, Pantothenic acid 1.89 กรัม, Nicotinic acid 4 กรัม, Folic Acid 0.11 กรัม, Biotin 0.018 กรัม, Choline 95 กรัม, Cobalt 0.060 กรัม, Copper 2 กรัม, Iron 12 กรัม, Iodine 0.33 กรัม, Manganese 16 กรัม, Zinc 16 กรัม และ Selenium 0.06 กรัม

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่เนื้อระยะ 4 ถึง 6 สัปดาห์จากการวิเคราะห์ (% Airdry)

วัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์)	**กากไพล (เปอร์เซ็นต์)**				
	0	**1**	**2**	**3**	**4**
ข้าวโพดอินทรีย์	61.92	60.92	59.92	58.92	57.92
ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้ม	34.30	34.30	34.30	34.30	34.30
กากไพล	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
หินฝุ่น	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
ไดแคลเซียม	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
เกลือป่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix ไก่เนื้อ[1]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
คุณค่าทางโภชนะจากการคำนวณ (เปอร์เซ็นต์)					
ME (กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)	3,128.00	3,134.00	3,140.00	3,146.00	3,153.00
โปรตีน	20.05	20.03	20.02	20.01	20.00
ไขมัน	10.24	10.26	10.28	10.30	10.33
เยื่อใย	2.28	2.33	2.38	2.43	2.48
แคลเซียม	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84
ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83
ไลซีน	1.09	1.09	1.09	1.08	1.08
เมธไธโอนีน	0.55	0.55	0.55	0.54	0.54

หมายเหตุ:

ME คือ Metabolizable Energy

[1] Premix ไก่เนื้อ 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย ดังนี้ วิตามิน A 2,000,000 IU, D3 400,000 IU, E 3,500 มิลลิกรัม, K3 0.180 กรัม, B1 0.160 กรัม, B2 0.800 กรัม, B6 0.560 กรัม, B12 0.002 กรัม, Pantothenic acid 1.89 กรัม, Nicotinic acid 4 กรัม, Folic Acid 0.11 กรัม, Biotin 0.018 กรัม, Choline 95 กรัม, Cobalt 0.060 กรัม, Copper 2 กรัม, Iron 12 กรัม, Iodine 0.33 กรัม, Manganese 16 กรัม, Zinc 16 กรัม และ Selenium 0.06 กรัม

การเลี้ยงและการจัดการ

1. ชั่งน้ำหนักและสุ่มลูกไก่เนื้ออายุ 1 วัน เพื่อเข้าคอกทดลองขนาดความกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร และเลี้ยงเป็นระยะเวลา 42 วัน

2. ให้อาหารและน้ำ โดยให้อาหาร 2 เวลาคือ เช้าเวลา 07.30 น. และเย็นเวลา 16.30 โดยให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) พร้อมทั้งทำความสะอาดกระปุกน้ำและถาดอาหารทุกวัน เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่มาจากมูลไก่ และทำวัคซีนตามโปรแกรมมาตรฐานของอายุไก่เนื้อ

3. มีม่านสำหรับการบังแดด และฝน โดยเวลาการเอาม่านขึ้นทุกเช้า แล้วเอาม่านลงในทุกเย็น และคอยสังเกตหากอุณหภูมิภายในโรงเรือนร้อนจนเกินไป นำพัดลมเปิดเพื่อระบายอากาศภายในโรงเรือนให้ถ่ายเทสะดวก

4. ก่อนเข้าโรงเรือนให้ทำการจุ่มเท้าทุกครั้ง เพื่อเป็นการลดการเกิดเชื้อโรคที่เข้าไปปนเปื้นภายในเล้า

5. บันทึกอุณหภูมิลความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนทุกครั้ง และสังเกตหากมีไก่ตายหรือคัดทิ้งควรจดบันทึกด้วย

การศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโต

กลุ่มทดลองแต่ละซ้ำ จะมีการบันทึกน้ำหนักตัวเริ่มต้น น้ำหนักตัวสิ้นสุด ปริมาณอาหารเริ่มต้น และปริมาณอาหารที่คงเหลือแต่ละสัปดาห์ เพื่อนำไปคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวทุกสัปดาห์จนถึง 6 สัปดาห์ รวมถึงไก่ที่ตายในระหว่างการทดลองจะต้องมีการจดบันทึกน้ำหนักอาหาร และน้ำหนักตัวไก่ซ้ำนั้น ๆ เพื่อนำไปคำนวณหาสมรรถภาพการเจริญเติบโต ดังนี้

ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake; FI) (กรัม/ตัว/วัน)

$$= \frac{\left[\left(\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้} - \text{น้ำหนักอาหารคงเหลือ}\right)/\text{จำนวนตัว}\right]}{\text{จำนวนวัน}}$$

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (body weight gain; BWG) (กรัม/ตัว/วัน)

$$= \frac{\left[\left(\text{น้ำหนักไก่เมื่อสิ้นสุดงานทดลอง} - \text{น้ำหนักอาหารคงเหลือ}\right)/\text{จำนวนตัว}\right]}{\text{จำนวนวัน}}$$

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio; FCR) (กรัม/ตัว/วัน)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}$$

การศึกษาคุณภาพซาก

ทำการศึกษาลักษณะคุณภาพซากเมื่ออายุที่ 42 วันหรือที่น้ำหนักตัว 1.5 ถึง 1.8 กิโลกรัม ซึ่งก่อนการเก็บข้อมูลจำเป็นที่ต้องมีการอดอาหารไก่ก่อนเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และทำการสุ่มเก็บไก่กลุ่มทดลองแล้วชั่งน้ำหนักไก่รายตัว ทำการปาดเข้าเส้นเลือดดำบริเวณคอไก่ เพื่อเอาเลือดออกจากตัวไก่ แล้วนำไปลวกน้ำร้อนเพื่อทำการถอนขน หลังจากการชำแหละ นำซากเย็นที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสแล้ว นำมาแยกน้ำหนักซากอุ่นแต่ละชิ้นส่วน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง (dressing carcass percentage) โดยทำการแยกชิ้นส่วน ได้แก่ เครื่องในรวม หัวใจ ตับ และถุงน้ำดี กระเพาะแท้ และกระเพาะบด ม้าม และไขมันในช่องท้อง บันทึกน้ำหนักของแต่ละชิ้นส่วน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วน และนำซากตัดแต่งทั้ง 3 ส่วน คือ อกนอก สันใน และสะโพก นำทั้ง 3 ส่วนมาทำการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อถัดไป การคำนวณลักษณะซากดังนี้

น้ำหนักซากอุ่น (กรัม)

= น้ำหนักมีชีวิต – น้ำหนักเลือด – น้ำหนักขน – น้ำหนักเครื่องใน

เปอร์เซ็นซากอุ่น (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักซากอุ่น})}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}} \times 100$$

องค์ประกอบซาก (ร้อยละของน้ำหนักซากอุ่น)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักชิ้นส่วน})}{\text{น้ำหนักซากอุ่น}} \times 100$$

อวัยวะภายใน (ร้อยละของน้ำหนักมีชีวิต)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักชิ้นส่วนของอวัยวะภายใน})}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

การศึกษาคุณภาพเนื้อ

การศึกษาคุณภาพเนื้อจะใช้ไก่ 4 ตัวต่อกลุ่มในทั้งหมด 5 กลุ่มการทดลอง รวมไก่ทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 20 ตัว ทำการทดลองที่ 42 วัน ซึ่งค่าที่ใช้วัดคุณภาพเนื้อ คือ ค่า pH ค่าสีของเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำ และค่าความเหนียวนุ่มของเนื้อ โดยเก็บข้อมูลดังนี้

วัดค่า pH

วัดค่า pH ของเนื้อหน้าอกหลังฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง ด้วยเครื่อง pH meter รุ่น HI5221 (Hanna Instruments) แบบมี Electrode โดยสอดปลายของ Electrode เข้าไปในชั้นกล้ามเนื้อประมาณ 1 นิ้ว โดยทำการวัดซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง

วัดสีของเนื้อ

โดยใช้เครื่อง Chroma meter (model CR-400 Konica Minolta Sensing, NC. Japan) วัดที่บริเวณรอยตัดใหม่ของเนื้อ ทำการวัดค่าหลังการฆ่า 45 นาที และ 24 ชั่วโมง บันทึกค่าความสว่างของเนื้อ (L*, lightness) ค่าความแดงของเนื้อ (a*, redness) และค่าความเหลืองของเนื้อ (b*, yellowness) โดยทำการวัดซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

ค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น

นำตัวอย่างเนื้อหน้าอก และสะโพกมาวิเคราะห์หาค่าความสูญเสียน้ำ ที่ 48 ชั่วโมงหลังฆ่า เพื่อศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity, WHC) โดยทำการตัดชิ้นเนื้อตัวอย่างให้มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้ชิ้นเนื้อแต่ละชิ้นมีน้ำหนักที่ใกล้เคียงกันอยู่ที่ 25 ถึง 30 กรัม บันทึกน้ำหนักก่อนแช่ หลังจากนั้นนำมาห่อด้วยผ้าก๊อตเพื่อดูดซับน้ำที่สูญเสียไป แล้วทำการบรรจุใส่ลงในถุงเย็นแช่ในอุณภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงแล้วบันทึกน้ำหนักหลังแช่อีกครั้ง โดยน้ำหนักที่สูญเสียไปจะถูกนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ ดังนี้

ค่าสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (drip loss)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักก่อนแช่เย็น} - \text{น้ำหนักหลังแช่เย็น})}{\text{น้ำหนักก่อนแช่เย็น}} \times 100$$

ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก

นำตัวอย่างเนื้อหน้าอก และสะโพกมาวิเคราะห์หาค่าความสูญเสียน้ำที่ 48 ชั่วโมงหลังฆ่า เพื่อศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Water holding capacity, WHC) โดยทำการตัดชิ้นเนื้อตัวอย่างให้มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้ชิ้นเนื้อแต่ละชิ้นมีน้ำหนักที่ใกล้เคียงกันอยู่ที่ 25 ถึง 30 กรัม บันทึกน้ำหนักก่อนต้มสุก แล้วนำมาบรรจุใส่ในถุงร้อนมัดปากถุงให้แน่นโดยไม่ให้มีอากาศอยู่ในถุงพลาสติก หลังจากนั้นนำตัวอย่างใส่ลงในอ่างน้ำอุ่นและให้ความร้อนใน Water bath ที่ปรับอุณภูมิแล้ว 70 องศาสเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เมื่อครบกำหนดนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วบันทึกน้ำหนักหลังต้มสุก โดยน้ำหนักที่สูญเสียไปจะถูกนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ ดังนี้

ค่าสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก (cooking loss)

$$= \frac{\left[\left(\text{น้ำหนักก่อนทำให้สุก} - \text{น้ำหนักหลังทำให้สุก}\right)\right.}{\text{น้ำหนักก่อนทำให้สุก}} \times 100$$

การวิเคราะห์ความเหนียวนุ่มของเนื้อ

นำตัวอย่างเนื้อหน้าอกและสะโพกมาบรรจุลงในถุงมัดปากถุงให้แน่น แล้วนำไปอุ่นให้ความร้อนในอ่างน้ำ (water bath) ที่ปรับอุณภูมิแล้ว 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เมื่อครบกำหนดนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น หลังจากนั้นนำมาทำการตัดแต่งความกว้าง ความยาว ความสูงให้มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความกว้าง ความยาว และความสูงประมาณ 2 x 2 x 1 เซนติเมตร จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านด้วยเครื่อง Introns Model 3433 Universal test machine, USA แล้วบันทึกผลของข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ค่าออกซิเดชันของเนื้อ

การวิเคราะห์ค่า TBA number (Pearson, 1975)

สารเคมี

1. TBA regent: ชั่ง thiobarbituric acid 0.2883 กรัม ละลายใน 90% acetic acid 100 มิลลิลิตร

2. 4N.HCl acid: ปิเปต 37% HCl acid 33.06 มิลลิลิตร ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

3. Antifoaming: เจือจางโดยใช้ antifoaming ต่อน้ำในอัตราส่วน 1: 5

วิธีการทดลอง

นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก 10 กรัม ปั่นให้ละเอียดกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที จากนั้นถ่ายใส่ Distillate flask rinse โถปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทรวมลงใน Distillate flask แล้วเติม 4N.HCl acid 2.5 มิลลิลิตร แล้วเติม Glass bead 2 ถึง 3 เม็ด และ dill antifoaming silicone oil 0.5 มิลลิลิตร นำไปกลั่นให้ได้ Distillate 50 มิลลิลิตร หลังจากนั้นทำการปิเปต Distillate ใส่หลอดทดลองที่มีฝาปิด จำนวน 5 มิลลิลิตร เติม TBA regent 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือด 35 นาที ทำให้เย็นลงด้วยน้ำเย็น (-10 นาที) แล้วนำไปวัดค่า Absorbance ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร คำนวณหาค่า TBA number ดังนี้

TBA number = 7.8 x $A_{bsorbance}$

หมายเหตุ: เตรียม Blank โดยใช้ TBA regent 5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร

การศึกษาจำนวนประชากรแบคทีเรียของกรดแลกติก และอีโคไลในลำไส้ตัน

ใช้ไก่เนื้อในกลุ่มทดลองทั้งหมด 5 กลุ่มการทดลอง โดยใช้ไก่เนื้อ 4 ตัวต่อกลุ่ม รวมใช้ไก่เนื้อทั้งหมด 20 ตัว ที่อายุ 6 สัปดาห์ โดยทำการเก็บตัวอย่างกากอาหารที่อยู่ในไส้ตันของไก่เนื้อ

การตรวจหาจำนวนประชากรของแบคทีเรียแลกติก

โดยนำกากอาหารที่ได้จากลำไส้ตันทั้ง 2 ข้างที่ทำการผสมกันดีแล้วปริมาณ 1 กรัม ผสมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง ทำการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องผสมสาระละลาย (vortex mixer) แล้วทำการเจือจางด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ต่อไปจนได้สารละลายเจือจางที่ 10^{-6} 10^{-7} และ 10^{-8} แล้วนำมาทำการ Pour plate โดยนำสารละลาย 1 มิลลิกรัมถ่ายลงในจานเพาะเลี้ยงเชื้อภายใต้สภาพปลอดเชื้อในตู้เขี่ยเชื้อ ทำการเทอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar ที่ฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 20 ถึง 30 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน โดยการหมุนจานเพาะเลี้ยงเชื้อไปด้านซ้าย 5 ครั้งและด้านขวา 5 ครั้ง เพื่อให้เชื้อและอาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากัน จากนั้นนำจานเพาะเลี้ยงเชื้อไปบ่มในสภาพไร้อากาศที่อุณภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน เมื่อครบกำหนดแล้วทำการนับจำนวนโคโลนีของประชากรแบคทีเรียกรดแลกติกที่อยู่ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่อยู่ในช่วง 30 ถึง 300 โคโลนี แล้วนำไปคำนวณหาเชื้อจุลินทรีย์ต่อปริมาณมูล 1 กรัม

การตรวจหาจำนวนประชากรแบคทีเรียอีโคไล

โดยนำกากอาหารที่ได้จากลำไส้ตันทั้ง 2 ข้างที่ทำการผสมกันดีแล้วปริมาณ 1 กรัม ผสมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง ทำการผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องผสมสาระละลาย (vortex mixer) แล้วทำการเจือจางด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ ต่อไปจนได้สารละลายเจือจางที่ 10^{-2} 10^{-3} และ 10^{-4} แล้วนำมาทำการ Pour plate โดยนำสารละลาย 1 มิลลิกรัมถ่ายลงในจานเพาะเลี้ยงเชื้อภายใต้สภาพปลอดเชื้อในตู้เขี่ยเชื้อ ทำการเทอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar ที่ฆ่าเชื้อแล้วปริมาตร 20 ถึง 30 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน โดยการหมุนจานเพาะเลี้ยงเชื้อไปด้านซ้าย 5 ครั้งและด้านขวา 5 ครั้ง เพื่อให้เชื้อและอาหารเลี้ยงเชื้อเข้ากัน จากนั้นนำจานเพาะเลี้ยงเชื้อไปบ่มในสภาพไร้อากาศที่อุณภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วัน เมื่อครบกำหนดแล้วทำการนับจำนวนโคโลนีของประชากรแบคทีเรียกรดแลกติกที่อยู่ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่อยู่ในช่วง 30 ถึง 300 โคโลนี แล้วนำไปคำนวณหาเชื้อจุลินทรีย์ต่อปริมาณมูล 1 กรัม

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษานำมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) โดยใช้การทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan’s new Multiple Range Test (DMRT) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ในไก่ไข่

สมรรถภาพการผลิต

ปริมาณอาหารที่กิน

จากการศึกษาพบว่าปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 4 การใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับเพิ่มขึ้นนั้นมีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินของไก่นั้นลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมแล้วซึ่งมีความการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 นั้นการใช้กากไพลที่ระดับ 1.00 เปอร์เซ็นต์ให้มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินนั้นสูงสุด 91.43 กรัมต่อตัวต่อวันเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และตลอดการทดลอง 4 สัปดาห์พบว่าการใช้กากไพลในสูตรอาหารที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณการกินอาหารนั้นลดลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10

ผลผลิตไข่

จากการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ ในสัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 การใช้ไพลในระดับที่ 1.00 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตไข่นั้นลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอาหารอินทรีย์ (ไม่ใช้กากไพลในสูตรอาหาร) ซึ่งมีความการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 นั้นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และตลอดระยะเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่าการใช้กากไพลที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตไข่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีความการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่

จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ในสัปดาห์ที่ 1 การใช้กากไพลสูตรอาหารที่ระดับ 3.00 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่นั้นสูงกว่ากลุ่มอื่น 0.73 ซึ่งมีความการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่พบว่าตลอดระยะเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์การใช้กากไพลที่ทุกระดับไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ไม่มีความการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10

คุณภาพไข่

น้ำหนักไข่

จากการศึกษาพบว่าน้ำหนักไข่เฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 1, 3, 4 และตลอดระยะเวลาการทดลอง 4 สัปดาห์การใช้ไพลในสูตรอาหารทุกระดับไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 น้ำหนักไข่เฉลี่ยที่ใช้กากไพล 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นตามลำดับเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 10

สีของเปลือกไข่

จากการศึกษาพบว่าสีของเปลือกไข่ในสัปดาห์ที่ 1 และ 3 ค่าเปอร์เซ็นต์ความสว่างของสีเปลือกไข่ที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับ 1.00 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์สูงสุด 27.88 และ 27.15 เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ในสัปดาห์ที่ 2, 4 และระยะเวลาการทดลองตลอดทั้ง 4 สัปดาห์ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 10

ความแข็งของเปลือกไข่

จากการศึกษาความแข็งของเปลือกไข่ในสัปดาห์ที่ 2, 3, 4 และตลอดระยะเวลาการทดลองทั้ง 4 สัปดาห์ การใช้กากไพลในสูตรอาหารทุกระดับไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 1 พบว่าการใช้กากไพลที่ระดับ 1.00 เปอร์เซ็นต์มีผลให้ค่าความแข็งของเปลือกไข่นั้นสูงสุด 4.20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้กากไพลที่ระดับ 2.00 3.00 และ 4.00 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 10

ความหนาของเปลือกไข่

จากการศึกษาความหนาของเปลือกไข่ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4 และตลอดระยะเวลาการทดลองทั้ง 4 สัปดาห์ การใช้กากไพลในสูตรอาหารทุกระดับไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 10

ดัชนีไข่แดง

จากการศึกษาค่าดัชนีไข่แดงในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 การใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับ 2.00 และ 4.00 เอร์เซ็นต์มีผลทำให้ค่าดัชนีไข่แดงสูงสุด 0.48 0.50 และ 0.50 ตามลำดับเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้กากไพลที่ระดับ 0.00 1.00 และ 3.00 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ตลอดระยะเวลาทดลอง 4 สัปดาห์ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 10

Hauge unit

จากการศึกษาค่า Hauge unit ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 4 และตลอดระยะเวลาการทดลองทั้ง 4 สัปดาห์ การใช้กากไพลในสูตรอาหารทุกระดับไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 3 พบว่าการใช้กากไพลที่ระดับ 3.00 และ 4.00 เปอร์เซ็นต์มีผลให้ค่า Hauge unit สูงสุด 98.77 และ 99.20 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้กากไพลที่ระดับ 0.00 1.00 และ 3.00 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10

สีไข่แดง

จากการศึกษาค่าสีของไข่แดง ในสัปดาห์ที่ 1, 3 และตลอดระยะเวลาการทดลองทั้ง 4 สัปดาห์ การใช้กากไพลในสูตรอาหารทุกระดับไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 พบว่าการใช้กากไพลที่ระดับ 3.00 และ 4.00 เปอร์เซ็นต์มีผลให้ค่าดัชนีไข่แดงสูงสุด 2.43 และ 3.30 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้กากไพลที่ระดับ 0.00 1.00 และ 2.00 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลของกากไพลต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่

สัปดาห์	กากไพล (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00		
สมรรถภาพการผลิต							
ปริมาณอาหารที่กิน (g/b/d)							
1	109.29^{a}	104.93^{a}	91.50^{b}	87.14^{b}	86.93^{b}	2.605	<0.01
2	77.70^{ab}	81.43^{a}	70.00^{b}	67.50^{b}	37.86^{c}	3.752	<0.01
3	101.91	91.43	93.57	94.29	87.14	2.106	0.28
4	98.02^{a}	93.57^{ab}	80.24^{bc}	72.27^{c}	72.50^{c}	3.124	<0.01
1-4 สัปดาห์	96.64	92.84	83.83	80.30	71.11	3.483	0.25
ผลผลิตไข่ (%)							
1	76.94	76.43	65.36	57.86	60.72	2.936	0.11
2	73.10^{a}	67.50^{a}	52.14^{b}	48.57^{b}	42.14^{b}	3.077	<0.01
3	78.02^{a}	66.79^{a}	42.50^{b}	46.79^{b}	49.64^{b}	3.707	<0.01
4	72.54^{a}	64.29^{a}	44.17^{b}	48.01^{b}	40.36^{b}	3.500	<0.01
1-4 สัปดาห์	84.09^{a}	68.75^{a}	51.04^{b}	50.28^{b}	48.16^{b}	3.778	<0.01
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (FCR)							
1	2.50	2.40	2.46	2.75	2.60	0.089	0.79
2	1.83^{b}	2.17^{c}	2.42^{c}	2.26^{c}	1.40^{a}	0.093	<0.01
3	2.32^{a}	2.39^{a}	3.69^{b}	3.81^{b}	3.19^{b}	0.186	<0.01
4	2.46	2.55	3.37	2.92	3.08	0.159	0.37
1-4 สัปดาห์	2.27	2.37	2.94	2.76	2.50	0.119	0.39
น้ำหนักไข่ (g)							
1	57.41	57.41	57.89	57.14	56.80	0.200	0.56
2	57.22^{b}	56.23^{b}	55.67^{b}	63.07^{a}	64.74^{a}	1.001	<0.01
3	56.10	57.32	61.46	57.34	56.68	1.115	0.62
4	51.43	48.81	38.40	47.70	40.38	2.323	0.34
1-4 สัปดาห์	55.54	54.94	53.36	56.31	54.65	1.491	0.99

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 10 ผลของกากไพลต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่ (ต่อ)

สัปดาห์	กากไพล (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00		
สีของเปลือกไข่ (% Light)							
1	24.49^{b}	27.88^{a}	26.45^{ab}	23.34^{b}	23.58^{b}	0.497	0.01
2	25.61	26.36	26.75	27.60	24.97	0.370	0.20
3	23.94^{bc}	25.21^{abc}	27.15^{a}	23.25^{c}	26.92^{ab}	0.485	0.03
4	23.71	25.19	25.97	23.75	26.34	0.414	0.14
1-4 สัปดาห์	24.44	26.16	26.58	24.49	25.45	0.334	0.14
ความแข็งของเปลือกไข่ (kg/cm^2)							
1	4.30^{a}	3.43^{b}	3.35^{b}	4.19^{a}	3.86^{ab}	0.113	0.02
2	4.01	4.12	3.90	3.68	4.18	0.105	0.60
3	4.31	4.26	3.59	4.24	4.05	0.099	0.13
4	4.17	4.27	4.19	4.12	4.08	0.091	0.97
1-4 สัปดาห์	4.20	4.02	3.76	4.06	4.04	0.065	0.32
ความหนาของเปลือกไข่ (mm)							
1	0.32	0.31	0.31	0.33	0.34	0.004	0.08
2	0.30	0.30	0.29	0.27	0.31	0.004	0.06
3	0.31	0.31	0.29	0.31	0.31	0.004	0.32
4	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.004	0.98
1-4 สัปดาห์	0.31	0.31	0.30	0.30	0.32	0.003	0.58
ดัชนีไข่แดง							
1	0.46^{ab}	0.48^{a}	0.48^{a}	0.47^{b}	0.48^{a}	0.003	0.04
2	0.47^{c}	0.48^{bc}	0.49^{a}	0.49^{ab}	0.50^{a}	0.002	0.01
3	0.49	0.48	0.49	0.48	0.49	0.020	0.60
4	0.47^{b}	0.48^{b}	0.50^{a}	0.49^{ab}	0.50^{a}	0.003	<0.01
1-4 สัปดาห์	0.47	0.48	0.49	0.48	0.49	0.002	0.05

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 10 ผลของกากไพลต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่ (ต่อ)

สัปดาห์	กากไพล (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00		
Hauge unit							
1	100.17	101.30	101.29	97.63	99.86	0.448	0.06
2	101.53	100.04	99.46	99.89	99.51	0.406	0.49
3	97.53^{ab}	96.20^{b}	98.77^{a}	96.97^{ab}	99.20^{a}	0.348	0.03
4	97.55	99.57	100.39	100.12	101.01	0.389	0.05
1-4 สัปดาห์	99.20	99.28	99.98	98.65	99.90	0.340	0.77
สีของไข่แดง							
1	3.03	3.38	3.15	3.39	3.90	0.153	0.44
2	1.83^{b}	1.53^{b}	1.55^{b}	2.43^{a}	2.08^{ab}	0.094	0.01
3	1.80^{c}	2.20^{bc}	2.48^{b}	2.70^{b}	3.30^{a}	0.099	<0.01
4	1.80^{ab}	1.60^{b}	1.87^{b}	2.00^{ab}	2.28^{a}	0.083	0.12
1-4 สัปดาห์	2.08	2.18	2.27	2.63	2.89	0.162	0.51

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อในไก่เนื้อ

สมรรถภาพการเจริญเติบโต

ปริมาณอาหารที่กิน

สัปดาห์ที่ 1, 3, 4 และไก่ระยะเล็ก (0-3 สัปดาห์) พบว่าไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ในสัปดาห์ที่ 2 ไก่ระยะรุ่น (4-6 สัปดาห์) และตลอดระยะเวลาการทดลอง (0-6 สัปดาห์) พบว่าการใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับเพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณอาหารที่กินนั้นต่ำลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ในสัปดาห์ที่ 3 การใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์มีผลให้ปริมาณอาหารที่กินนั้นสูงถึง 162.64 กรัมต่อตัวต่อวันเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้กากไพลที่ระดับอื่น ซึ่งพบว่ามีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 11

อัตราการเจริญเติบโต

สัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4 ไก่เนื้อระยะเล็ก (0-3 สัปดาห์) ไก่เนื้อระยะรุ่น (4-6 สัปดาห์) และตลอดระยะเวลาการทดลอง (0-6 สัปดาห์) พบว่าการใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับเพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 11

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

สัปดาห์ที่ 1, 2, 4, และ 6 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ในสัปดาห์ที่ 3, 4 ตลอดระยะเวลาการทดลอง (0-3 สัปดาห์) ตลอดระยะเวลาการทดลอง (4-6 สัปดาห์) และตลอดระยะเวลาการทดลอง (0-6 สัปดาห์) พบว่าการใช้ไพลในสูตรอาหารที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์มีผลให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) นั้นต่ำสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้กากไพลที่ระดับอื่น ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 11

อัตราการตาย

สัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4, 6 ไก่เนื้อระยะเล็ก (0-3 สัปดาห์) ไก่เนื้อระยะรุ่น (4-6 สัปดาห์) ตลอดระยะเวลาการทดลอง (0-3 สัปดาห์) และตลอดระยะเวลาการทดลอง (0-6 สัปดาห์) อัตราการตายพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ในสัปดาห์ที่ 5 และตลอดระยะเวลาการทดลอง (4-6 สัปดาห์) พบว่าการใช้ไพลในสูตรอาหารที่เพิ่มขึ้นมีผลให้อัตราการตายนั้นเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 11

คุณภาพซาก

เมื่อใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับสูงขึ้นมีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนองค์ประกอบของซากหรือเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของซาก คือ ปีกรวม น่อง แข้ง สะโพก อกใน และโครงกระดูกพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้น หัวและคอ และอกนอก พบว่าการใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนนี้ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของอวัยภายใน คือ หัวใจ ตับและถุงน้ำดี ม้าม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ชิ้นส่วนของเครื่องในรวม และกระเพาะแท้และกระเพาะบด พบว่าการใช้กากไพลในสูตรอาหารที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ยกเว้นไขมันในช่องท้อง พบว่าการใช้กากไพลในสูตรอาหารที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์นั้นต่ำลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 12

คุณภาพเนื้อ

เมื่อใช้กากไพลในสูตรอาหารที่ระดับสูงขึ้นมีผลทำให้ค่า pH เนื้อหน้า ค่าpH เนื้อสะโพก และค่าสีที่ 45 นาทีหลังการฆ่าของเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ค่าสีที่ 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า ส่วนของเนื้อหน้าอก พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความแดง (a^*) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้นค่าความเหลือง (b^*) พบว่าการใช้กากไพลที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ค่าความเหลืองนั้นต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนเนื้อสะโพก พบว่า การใช้กากไพลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความความเหลือง (b^*) สูงสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ยกเว้นค่าความแดง (a^*) ต่ำสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 13

เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อหน้าอก และเนื้อสะโพก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อหน้าอก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นเนื้อสะโพก พบการใช้กากไพลที่ระดับสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านนั้นต่ำลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 14

ค่า TBARS ของเนื้อหน้าอกที่ 0 3 และ 7 วันหลังการฆ่าพบว่าการใช้กากไพลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ค่า TBARS นั้นสูงสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 14

จุลินทรีย์ในไส้ตัน

การใช้กากไพลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนทำให้จำนวนแบคทีเรียของกรดแลกติกในไส้ตันเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่พบว่าในกากไพลไม่มีผลต่อจำนวนแบคทีเรียอีโคไล ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 11 ผลของการใช้กากไพลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ

รายการ	กากไพล (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00		
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	39.29	39.31	39.31	39.25	39.31	0.029	0.96
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)							
1	10.24	9.59	9.35	9.46	9.05	0.217	0.62
2	38.42^{a}	33.69^{ab}	30.54^{ab}	27.80^{bc}	21.55^{c}	1.673	0.01
3	62.35	69.82	66.94	71.54	70.48	1.235	0.17
4	54.09	40.30	43.32	47.36	40.93	1.766	0.10
5	104.38^{b}	162.64^{a}	53.84^{c}	59.79^{c}	51.48^{c}	10.492	<0.01
6	125.15^{a}	110.54^{ab}	83.58^{c}	88.57^{bc}	127.87^{a}	5.162	<0.01
1-3 สัปดาห์	37.00	37.70	35.61	36.28	33.69	0.528	0.12
4-6 สัปดาห์	94.54^{a}	104.50^{a}	60.25^{b}	65.24^{b}	73.43^{b}	4.364	<0.01
1-6 สัปดาห์	65.77^{a}	71.10^{a}	47.93^{b}	50.75^{b}	53.56^{a}	2.319	<0.01
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)							
1	6.90^{a}	5.59^{b}	5.58^{b}	5.44^{bc}	4.53^{c}	0.208	<0.01
2	18.33^{a}	13.96^{b}	13.32^{b}	11.95^{bc}	9.62^{c}	0.773	<0.01
3	39.09^{a}	29.22^{b}	25.07^{b}	23.66^{b}	16.11^{c}	1.904	<0.01
4	66.74^{a}	48.63^{b}	42.24^{b}	39.73^{b}	24.09^{c}	3.379	<0.01
5	104.62^{a}	79.29^{b}	65.27^{c}	58.36^{d}	34.86^{d}	5.420	<0.01
6	146.47^{a}	113.50^{b}	95.82^{c}	82.13^{c}	49.44^{d}	7.535	<0.01
1-3 สัปดาห์	21.44^{a}	16.26^{b}	14.65^{b}	13.68^{b}	10.09^{c}	0.950	<0.01
4-6 สัปดาห์	105.94^{a}	80.47^{b}	67.78^{c}	60.07^{c}	36.13^{d}	5.410	<0.01
1-6 สัปดาห์	63.69^{a}	48.36^{b}	41.22^{bc}	36.88^{c}	23.11^{d}	3.160	<0.01

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 11 ผลของการใช้กากไพลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ (ต่อ)

รายการ	กากไพล (เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00		
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR)							
1	1.54	1.57	1.72	1.76	1.86	0.049	0.19
2	1.86	2.46	2.48	2.40	2.21	0.075	0.20
3	1.42^{a}	2.24^{a}	2.52^{ab}	2.94^{ab}	3.89^{b}	0.259	0.01
4	0.76	0.86	0.91	1.12	1.46	0.083	0.11
5	0.92	1.73	1.70	0.86	1.31	0.126	0.12
6	0.77^{a}	1.02^{a}	0.91^{a}	0.86^{a}	1.98^{b}	0.164	0.01
1-3 สัปดาห์	1.61^{a}	2.09^{ab}	2.24^{b}	2.37^{b}	2.65^{b}	0.103	0.02
4-6 สัปดาห์	0.82^{a}	1.20^{ab}	1.17^{ab}	0.95^{ab}	1.58^{b}	0.097	0.04
1-6 สัปดาห์	1.21^{a}	1.65^{ab}	1.71^{ab}	1.66^{ab}	2.12^{b}	0.093	0.02
อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)							
1	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	NA	NA
2	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	NA	NA
3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	NA	NA
4	5.00	5.00	5.00	4.75	4.75	0.072	0.62
5	5.00	4.75	5.00	4.50	4.00	0.114	0.01
6	4.67	4.75	4.75	4.50	4.00	0.118	0.20
1-3 สัปดาห์	5.16	5.21	5.20	5.19	5.24	0.021	0.86
4-6 สัปดาห์	5.08	5.04	5.02	4.75	4.39	0.089	0.04
1-6 สัปดาห์	5.09	5.15	5.12	4.97	4.81	0.050	0.14

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

NA: Not Analyzed

ตารางที่ 12 คุณภาพซากของไก่เนื้อที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารอินทรีย์ที่ระดับต่างกัน

รายการ	กากไพล (%)					SEM	P-Value
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00		
น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	1,563.10^{a}	1,098.60^{b}	983.97^{b}	702.33^{c}	517.91^{d}	97.607	<0.01
น้ำหนักซากอุ่น (กรัม)	1,334.50^{a}	921.87^{b}	818.09^{b}	561.22^{c}	384.36^{d}	88.606	<0.01
เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (%)	85.35^{a}	83.90^{a}	83.03^{a}	78.94^{b}	73.56^{c}	78.320	<0.01
องค์ประกอบซาก (% ของน้ำหนักซาก)							
หัวและคอ	7.02^{b}	7.60^{b}	7.22^{b}	8.51^{ab}	9.74^{a}	0.319	0.01
ปีกรวม	8.60	8.41	9.16	8.51	8.97	0.140	0.42
น่อง	11.97	10.77	11.62	11.09	10.36	0.304	0.52
แข้ง	4.86	5.68	5.35	5.57	5.56	0.139	0.58
สะโพก	13.73	12.14	13.53	12.38	12.96	0.343	0.38
อกนอก	13.48^{a}	10.39^{b}	11.43^{bc}	9.77^{bc}	9.00^{c}	0.473	<0.01
อกใน	2.87	2.64	2.77	2.81	2.27	0.093	0.23
โครงกระดูก	21.59	20.94	22.37	23.42	22.53	0.501	0.65
เปอร์เซ็นต์ต่ออวัยวะภายใน (% ของน้ำหนักมีชีวิต)							
เครื่องในรวม	8.77^{c}	10.43^{c}	11.25^{b}	13.14^{ab}	14.39^{a}	11.59	<0.01
หัวใจ	0.64	0.66	0.71	0.74	0.79	0.021	0.13
ตับและถุงน้ำดี	2.55	2.47	2.69	2.83	2.76	0.324	0.70
กระเพาะแท้และกระเพาะบด	2.97^{c}	3.58^{bc}	3.54^{bc}	4.31^{b}	5.25^{a}	0.917	<0.01
ม้าม	0.25	0.18	0.28	0.23	0.19	0.053	0.08
ไขมันในช่องท้อง	1.42^{a}	0.70^{b}	0.50^{bc}	0.15^{c}	0.57^{c}	0.545	<0.01

$^{a, b, c, d}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

หมายเหตุ: น้ำหนักซากอุ่น คือ น้ำหนักที่ไม่รวมเลือด ขน และเครื่องใน

เปอร์เซ็นต์ซาก คำนวณได้จาก = (น้ำหนักซากอุ่น x 100) /น้ำหนักมีชีวิต

อวัยวะภายใน คำนวณได้จาก = (น้ำหนักชิ้นส่วนอวัยวะภายใน x 100) /น้ำหนักมีชีวิต

ตารางที่ 13 ค่า pH และค่าสีของไก่เนื้อที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารอินทรีย์ที่ระดับต่างกัน

รายการ	กากไพล (%)					SEM	P-Value
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00		
pH เนื้อหน้าอก							
pH_1 (45 นาทีหลังฆ่า)	5.86	5.85	5.84	5.79	5.81	0.015	0.64
pH_u (24 ชั่วโมงหลังฆ่า)	5.87	5.94	5.95	5.84	5.78	0.023	0.08
pH เนื้อสะโพก							
pH_1 (45 นาทีหลังฆ่า)	6.20	6.19	6.03	6.00	6.05	0.036	0.27
pH_u (24 ชั่วโมงหลังฆ่า)	6.27	6.19	6.24	6.10	6.07	0.032	0.19
ค่าสี 45 นาทีหลังฆ่า							
เนื้อหน้าอก							
ค่าความสว่าง (L^*)	57.65	63.06	59.94	59.32	61.59	0.654	0.07
ค่าความแดง (a^*)	13.23	13.47	13.15	13.20	12.70	0.296	0.96
ค่าความเหลือง (b^*)	10.10	10.05	8.93	10.17	12.33	0.452	0.20
เนื้อสะโพก							
ค่าความสว่าง (L^*)	53.08	55.80	55.97	55.71	57.23	0.481	0.07
ค่าความแดง (a^*)	15.48	15.40	14.24	14.84	14.21	0.261	0.39
ค่าความเหลือง (b^*)	8.44	8.24	7.39	7.94	7.67	0.142	0.11
ค่าสี 24 ชั่วโมงหลังฆ่า							
เนื้อหน้าอก							
ค่าความสว่าง (L^*)	59.28	60.73	60.51	61.32	61.09	0.420	0.63
ค่าความแดง (a^*)	14.52	14.35	13.59	12.75	13.91	0.319	0.46
ค่าความเหลือง (b^*)	10.74^{a}	9.03^{c}	9.19^{bc}	9.59^{abc}	10.65^{ab}	0.249	0.05
เนื้อสะโพก							
ค่าความสว่าง (L^*)	54.12^{c}	56.26^{ab}	57.19^{ab}	52.62^{c}	57.92^{a}	0.623	0.02
ค่าความแดง (a^*)	16.12^{a}	15.60^{ab}	14.78^{bc}	15.60^{ab}	13.69^{c}	0.252	0.01
ค่าความเหลือง (b^*)	8.90^{ab}	7.78^{b}	7.77^{b}	8.46^{ab}	9.43^{a}	0.219	0.05

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 14 ความสามารถในการอุ้มน้ำ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และค่าการออกซิเดชั่นของไก่เนื้อที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารอินทรีย์

รายการ	กากไพล (%)					SEM	P-Value
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00		
ความสามารถในการอุ้มน้ำ							
เนื้อหน้าอก (%)							
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	6.45	5.66	5.51	5.52	5.38	0.277	0.79
การสูญเสียน้ำจากการต้มสุก	23.78	25.31	24.09	23.80	21.54	0.920	0.82
เนื้อสะโพก (%)							
การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น	3.57	3.85	3.79	3.41	3.81	0.152	0.89
การสูญเสียน้ำจากการต้มสุก	22.38	21.10	24.30	22.17	24.04	0.648	0.52
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (kg)							
เนื้อหน้าอก	1.36	1.18	1.66	1.28	1.29	0.093	0.57
เนื้อสะโพก	1.13^{a}	0.98^{b}	1.28^{a}	1.00^{b}	1.25^{a}	0.040	0.03
ค่า TBARS ของเนื้อหน้าอก (mg MDA/kg meat)							
0 วัน หลังการฆ่า	0.1242^{b}	0.1560^{b}	0.1554^{b}	0.1626^{b}	0.3087^{a}	0.020	0.02
3 วัน หลังการฆ่า	0.2002^{c}	0.6115^{a}	0.3547^{bc}	0.4460^{bc}	0.9393^{a}	0.070	<0.01
7 วัน หลังการฆ่า	0.4130^{b}	0.5158^{b}	0.4029^{b}	0.5797^{b}	1.0715^{a}	0.073	0.01

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 15 จำนวนประชากรแบคทีเรียของกรดแลกติก และอีโคไลในไส้ตันของไก่เนื้อที่ใช้กากไพลในสูตรอาหารอินทรีย์

รายการ	กากไพล (%)					SEM	P-Value
	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00		
Lactic acid bacteria (log CFU/g)	6.85^{bc}	6.67^{b}	7.66^{ab}	6.56^{b}	7.77^{a}	0.161	0.01
E-coli (log CFU/g)	3.54	4.32	3.13	4.96	3.83	0.286	0.31

$^{a, b, c}$ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

วิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ในไก่ไข่

สมรรถภาพการผลิต

การใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ไก่ไข่มากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ผลผลิตไข่ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10 เช่นเดียวกันกับการใช้กากไพลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P>0.05$) และสอดคล้องกับรายงานของ ภานรินทร์ (2563) ที่กล่าวว่าการใช้ไพลในปริมาณที่สูงติดต่อกันเป็นเวลานานมีผลทำให้การเจริญเติบโตด้อยลง และยังส่งผลต่อระบบทางเดินอาหารที่ผิดปกติในไก่เนื้อ

การใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ($P>0.05$) เนื่องจากไพลมีกลิ่น และมีความร้อน ขาดความน่ากิน (ภานรินทร์, 2563) ถึงแม้ไก่จะมีต่อมรับรสสัมผัสที่น้อย แต่เมื่อได้รับไพลเข้าไปยังร่างกายจึงส่งผลให้เกิดการเผาผลาญพลังงานความร้อนภายในร่างกายทำให้เกิดการขับถ่ายบ่อยครั้งและส่งผล ให้เกิดความไม่อยากอาหารตามมา ทำให้ปริมาณการกินอาหารนั้นลดลง ส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ลดลงด้วย ถึงแม้อาหารจะมีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนแต่ขาดความน่ากินก็มีผลเสียต่อการกินได้ของสัตว์

คุณภาพไข่

การใช้กากไพลไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ และคุณภาพไข่ ($P > 0.05$) เนื่องจากไพลเป็นสมุนไพรที่มีสารสีเหลือง คือ curcumin, cassumunar A, B, C อยู่ในกลุ่มฟีนิลบิวทานอยด์ (ปารัณกุล, 2552) ซึ่งเป็นสารให้สี จึงไม่ส่งผลต่อคุณภาพไข่ แต่อย่างไรก็ตามการใช้กากไพลกลับทำให้ค่าดัชนีของไข่แดงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ยกเว้นค่า Haugh unit ไม่ แตกต่างกันทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง ($P>0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของอัจฉรา และมงคล (2556) ที่กล่าวว่าสารสีของไพลมีคุณสมบัติในการต้านสารอนุมูลอิสระ ช่วยยับยั้งการเกิดกระบวนการลิปิดออกซิเดชั่น บริเวณ membrane lipid matrix ส่งผลช่วยป้องกันการถูกทำลายของเซลล์วิลไล ทำให้วิลไลมีความสูงมากขึ้นช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมสารอาหารได้ดี ทำให้อาหารที่ไก่ไข่กินถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างผลผลิตไข่อย่างมีประสิทธิภาพ

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อในไก่เนื้อ

สมรรถภาพการเจริญเติบโต

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Barazesh et al., (2013) และ Karangiya et al., (2016) ที่พบว่าการใช้สมุนไพรทั้งขิงและไพลในสูตรอาหารที่ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นและมีอัตราการรอดสูง เนื่องจากไพลมีน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ลดการอักเสบ ยกเว้นอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของสัปดาห์ที่ 2 นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่กินในสัปดาห์ที่ 1, 3 และ 4 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สมรรถภาพของการเจริญเติบของไก่เนื้อระยะเล็ก 0-3 สัปดาห์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่กินนั้นต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของขนิษฐา และคณะ (2559) กล่าวว่าการเสริมไพลผงในอาหารไก่เนื้อทุกระดับมีผลทำให้ปริมาณอาหารที่กินได้ต่อวันลดลง และไก่ระยะ 4-6 สัปดาห์และตลอดระยะเวลา 0-6 สัปดาห์พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และว่าการใช้กากไพลที่ระดับ 1 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ทำให้การกินอาหารลดลง อาจเป็นผลมาจากข่ามีรสชาติที่เผ็ดร้อน (อภัยภูเบศร์, 2561) จึงควรมีการปรับลดปริมาณการใช้กากไพลในอาหารไก่เนื้อ ยกเว้นเปอร์เซ็นต์อัตราการตายที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องจากรายงานการศึกษาของ Laing et al., (2013) ใช้ไพลในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0.05 1.00 1.50 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดชีวิตที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเสริมสมุนไพรที่มากเกินไปทำให้ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของไก่ และไก่ไม่สามารถนำสมุนไพรที่ได้รับไปใช้ได้ทั้งหมด ซึ่งจะทำให้เป็นการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์จึงทำให้ไก่ไม่มีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 10

คุณภาพซาก

น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากตัดแต่ง เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น และเปออร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของซากอุ่น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างงมีนัยสำคำญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าชิ้นส่วนซากอุ่นของหัวและคอเพิ่มขึ้น ($P\leq0.05$) และชิ้นส่วนอกนอกลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิตของส่วนอวัยวะภายในพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีการเพิ่มของขึ้นของเครื่องในรวมกระเพาะแท้และกระเพาะบด ($P<0.05$) แต่ส่วนของไขมันในช่องท้องลดลง ($P<0.05$) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของขนิษฐา และคณะ

(2559) พบว่าการเสริมไพลผงที่เพิ่มขึ้นจะช่วยลดเปอร์เซ็นต์ของไขมันในช่องท้อง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไพลมีสารคูมินอยด์ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูอิสระ ช่วยลดระดับไขมันในเลือดและช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากความเครียด และไม่มีฤทธิ์ในการช่วยให้สมรรถนะการเจริญเติบโตดีขึ้นโดยตรงแต่ช่วยให้ไก่มีสุขภาพที่ดี กินอาหารได้ดีขึ้นเช่นเดียวกับการใช้ยาปฏิชีวนะ เช่นเดียวกันกับ (Osawa *et al.,*1995 อ้างโดยอัจฉรา และมงคล, 2558) กล่าวว่า มิ้นชันมีสารที่สำคัญอย่างเคอร์คูมินอยด์ที่ชไปลดการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคเอ คาร์บอกซิเลส (accetyl-CoA carboxylase) ซึ่งทำหน้าที่ในการสังเคราะห์ไขมัน ทำให้ไก่กระทงมีการสังเคราะห์ไขมันได้ลดลง จึงทำให้ไขมันในช่องท้องลดลง ดังตารางที่ 11

คุณภาพเนื้อ

ค่า pH ของเนื้อหน้าอกและสะโพก 45 นาทีและ 24 ชั่วโมงหลังการฆ่า พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ค่าสีของเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกที่ 45 นาที หลังฆ่าพบว่าค่าความสว่าง (L^*) ค่าความแดง (a^*) และค่าความเหลือง (b^*) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และค่าสีของเนื้อหน้าอกที่ 24 ชั่วโมง หลังการฆ่า พบว่าค่าสีความเหลือง (b^*) นั้นต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ซึ่งพบว่าไม่มีแตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ และค่าสีของเนื้อสะโพก พบว่าค่าสีทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับไชยวรรณ และคณะ (2553) รายงานว่าการใช้ขมิ้นชันผงเสริมในอาหารไก่เนื้อ พบว่าทำให้สีผิวหนังของไก่เนื้อมีสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้ ดังตารางที่ 13

ความสามารถในการอุ้มน้ำ พบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของเนื้อหน้าอกและเนื้อสะโพกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การใช้กากไพลที่ร้อยละ 2, 3 และ 4 ในสูตรอาหารส่งผลให้ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อสะโพกจากการทำให้สุกมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ใช้กากไพลที่ร้อยละ 1 ในสูตรอาหารซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อหน้าอกพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสะโพกที่ใช้กากไพลทุกระดับมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้กากไพลในสูตรอาหาร ($P<0.05$) และการใช้กากไพลที่ร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 พบว่าค่าการออกซิเดชันของไขมันในเนื้อหน้าอกที่ 0, 3 และ 7 หลังการฆ่าวันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังตารางที่ 14

จุลินทรีย์ในไส้ตัน

จำนวนประชากรของ Lactic acid bacteria พบว่ามีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องจากรายงานการวิจัยของ Barazesh et al., (2013) และ Karangiya et al., (2016) พบว่าไพลมีสรรพคุณที่ดีมีสารออก

ฤทธิ์ ได้แก่ Bomeol, Fenchone, 6 –ginggerol ที่ช่วยในการขับน้ำดีและช่วยย่อย ช่วยในการต่อต้านสารอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุให้ไก่มีปัญหาด้านสุขภาพ และยังช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากความเครียดในร่างกายของสัตว์ที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่เนื้อได้ ส่วนจำนวนประชากรของ *Escherichia coil* พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 15

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ไก่ไข่

ควรใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ จะไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ เนื่องจากการใช้กากไพลในปริมาณที่สูงขึ้น เมื่อไก่กินอาหารเข้าไปจึงส่งผลให้เกิดการเผาผลาญพลังงานความร้อนภายในร่างกาย เพราะไพลมีกลิ่นแรง เผ็ด และร้อน ขาดความน่ากิน ถึงแม้ว่าไก่จะมีต่อมรับรสสัมผัสที่น้อยก็ตาม ทำให้ไก่ไม่สามารถย่อยเยื่อใยวัตถุดิบที่เป็นกากได้มากหรือย่อยได้น้อย เกิดตวามไม่อยากอาหาร ขับถ่ายบ่อยครั้งและส่งผลต่อปริมาณที่กินนั้นลดลง ทำให้มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ต่ำ แต่ในเรื่องของคุณภาพไข่พบว่าไพลนั้นมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ยับยั้งการเกิดกระบวนการลิปิดออกซิเดชันของบริเวณ membrane lipid matrix ส่งผลช่วยป้องกันการทำลายของเซลล์วิลไล ทำให้วิลไลมีความสูงขึ้นมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซึมสารอาหารได้ดี ทำให้อาหารที่ไก่กินถูกนำไปใช้ในการสร้างผลผลิตไข่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถึงแม้ว่าสูตรอาหารจะมีคุณค่าทางโภชนะที่ครบถ้วน แต่เมื่อขาดความน่ากินก็ส่งผลเสียต่อการกินได้ของสัตว์

ไก่เนื้อ

ไม่ควรใช้กากไพลในอาหารอินทรีย์ เพราะมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อต่ำ เนื่องจากการใช้กากไพลในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลต่อปริมาณการกินอาหารของไก่เนื้อ ซึ่งไก่ไม่สามารถนำสมุนไพรที่ได้รับไปใช้ได้ทั้งหมด ทำให้เป็นการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ แต่การใช้กากไพลที่เพิ่มขึ้นสามารถช่วยลดเปอร์เซ็นต์ของไขมันในช่องท้องได้ เพราะไพลมีสารเคอร์คูมินอยด์ที่ช่วยออกฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ลดระดับไขมันในเลือด และลดผลกระทบภาวะจากความเครียด ทั้งนี้อาจเพราะไพลเมื่อถูกนำไปสกัดเป็นน้ำมันหอมระเหย แล้วได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหลือกากไพล (By-product) ทำให้มีสารเคอร์คูมินอย์ที่ยังคงเหลืออยู่ในกากน้อย จึงไม่มีฤทธิ์ที่มากพอในการช่วยให้สมรรถภาพการเจริญเติบโต แต่มีผลช่วยให้ไก่มีสุขภาพที่ดี กินอาหารได้เช่นเดียวกับการใช้ยาปฏิชีวนะ

ข้อเสนอแนะการวิจัย

การใช้กากไพลในอาหารไก่ไข่อินทรีย์ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ แต่ไม่แนะนำใช้ในอาหารอินทรีย์ไก่เนื้อ เพราะมีผลทำให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อนั้นต่ำ แต่ส่งผลดีในเรื่องเปอร์เซ็นต์ไขมันที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจแก้ไขโดยการปรับปรุงคุณภาพโดยการเสริมเอนไซม์ หรือนำไปหมักก่อนนำมาใช้ในอาหารไก่ในช่วงระยะอายุขุน

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะด้วยวิธี Proximate analysis

วิธีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะด้วยวิธี Proximate analysis

ความชื้น (Dry matter หรือ Moisture)

วัตถุดิบหรืออาหารสัตว์ ในสภาพทั่วไปจะมีความชื้นอยู่เสมอ ซึ่งโดยทั่วไปเมื่ออยู่ในสภาพแห้งจะต้องมีความชื้นไม่เกิน 14 เปอร์เซ็นต์ จึงจะสามารถเก็บไว้ได้โดยไม่เกิดปัญหาจากเชื้อรา สำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสภาพแห้งปกติควรมีความชื้นอยู่ที่ 10 ถึง 13 เปอร์เซ็นต์

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับความชื้น
2. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
3. โถดูดความชื้น (desiccator)
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ถึง 3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักจดบันทึกผล

2. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักประมาณ 1 ถึง 2 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแล้ว

3. ทำให้ตัวอย่างแห้งโดยอบในตู้อบไฟฟ้า หากเป็นตัวอย่างแห้งจะอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 ถึง 6 ชั่วโมง หรืออบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แต่ถ้าหากเป็นตัวอย่างเปียก ทำให้แห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หรืออบที่ 135 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างคงที่

4. นำออกจากตู้อบ วางให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักอีกครั้ง

การคำนวณ

$$= \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

เถ้า (Ash)

เป็นส่วนของสารอนินทรีย์ (inorganic) คือแร่ธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบที่ไม่ให้พลังงาน หรืออินทรีย์สารใด ๆ ซึ่งเถ้าที่วิเคราะห์ได้ทั้งหมด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เถ้าที่สามารถละลายได้ในกรด ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก ทองแดง สังกะสี เป็นต้น และเถ้าที่ไม่ละลายในกรด คือ พวกซิลิกา หรือทราย

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เตาเผา (muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. เตาอบไฟฟ้า
6. กรดกำมะถัน (H_2SO_4) 0.05 M. หรือกรดเกลือเข้มข้น (HCl) 0.1 M.
7. Methyl Orange
8. HCl เข้มข้นร้อยละ 10

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักตัวอย่าง ประมาณ 2 ถึง 5 กรัม (ควรใช้ตัวอย่างที่หาความชื้นแล้วสามารถนำมาหาเถ้าต่อได้)

2. นำตัวอย่างไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน โดยใช้เตาไฟฟ้า แล้วจึงนำเข้าเตาเผา ตั้งอุณหภูมิเตาเผาไว้ที่ 550 องศาเซลเซียส เผาจนกว่าตัวอย่างจะเป็นสีเทา (เป็นเวลาประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมง)

3. นำมาวางให้เย็นในโถดูดความชื้น และทำการชั่งน้ำหนักเถ้าที่เหลืออยู่

เถ้าที่ไม่ละลายในกรดและเถ้าที่ละลายในกรด

1. นำถ้วยกระเบื้องที่ได้จากการหาเถ้า หยดน้ำกลั่นลงไปในถ้วย 2 ถึง 3 หยด

2. ถ่ายเถ้าลงในบีกเกอร์แล้วล้างด้วย 10% (v/v) HCl 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้ม เมื่อสารละลายเดือดทำการจับเวลาประมาณ 5 นาที

3. กรองสารละลาย โดยใช้กระดาษกรองที่ไม่มีเถ้าและใช้น้ำกลั่นร้อนล้างตะกอนในบีกเกอร์ลงบนกระดาษกรอง

4. เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตรจนได้ 250 มิลลิลิตร แล้วนำไปเก็บไว้ในที่มืด เพื่อเก็บวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัสต่อไป

5. นำกระดาษกรองพร้อมตะกอนที่กรองได้ใส่ในถ้วยกระเบื้องใบเดิม แล้วนำเอาไปเผาในเตาเผาเพื่อ

การคำนวณ

$$= \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

โปรตีน (Crude Protein; CP)

โปรตีนที่วิเคราะห์ได้อาจเป็นไนโตรเจนที่มาจากกรดอะมิโน ซึ่งถือว่าเป็นโปรตีนแท้ และไนโตรเจนที่ไม่ได้มาจากกรดอะมิโน จะเรียกว่าไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen; NPN) ดังนั้นหากวัตถุดิบหรืออาหารสัตว์มีการปนเปื้อนหรือปลอมปนด้วยแหล่งที่ให้ไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน เมื่อวเคราะห์ระดับโปรตีนในวัตถุดิบหรืออาหารสัตว์จะส่งผลวิเคราะห์ให้มีค่าโปรตีนระดับที่สูง

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องย่อยสาร
2. เครื่องกำจัดไอกรด
3. เครื่องกลั่นสาร
4. บิวเรท (Digital buret)
5. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
6. เครื่องทำความเย็น (Cooling)
7. Sulfuric acid cone
8. Sodium hydroxide เข้มร้อยละ 32
9. Catalyst ได้แก่ Selenium mixture หรือ $CuSO_4 + K_2SO_4$
10. Boric acid เข้มข้นร้อยละ 2
11. 0.1 N HCl.

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 ถึง 1 กรัม แล้วทำการเติมสารเคมีลงไปหลังชั่งตัวอย่างใส่หลอดย่อยสารแล้ว แล้วเติม Catalyst Selenium mixture หรือ $CuSO_4 + K_2SO_4$ (95:5) 7 กรัม แล้วเติมกรด Sulfuric acid เมข้น 15 ถึง 20 มิลลิลิตร

2. วางหลอดย่อยในเตาย่อยแล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบขวดใส่สารละลายด่างและเครื่องดักจับไอกรดให้เรียบร้อย

3. เปิดสวิทซ์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อย ทำการ Preheat โดยการปรับความร้อนไปที่ตำแหน่ง 10 เป็นเวลา 10 นาที แล้วปรับความร้อนมาที่ตำแหน่ง 8 ย่อยต่ออีก 60 นาทีจนได้สารละลายที่ใส (ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่าง)

4. หลังจากย่อยเสร็จ นำหลอดย่อยสารออกจากเครื่อง รอจนให้สารละลายในหลอดมีอุณหภูมิลดลง จนกระทั่งสารละลายในหลอดอุ่น

5. เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และใช้น้ำกลั่นล้างหลอดย่อยให้หมดสารละลายตัวอย่าง แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นเก็บไว้กลั่นต่อไป

6. การกลั่นและไตเตรท นำขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ที่ใส่ Boric เข้มข้นร้อยละ 2 ปริมาณ 80 มิลลิลิตรที่เติมอินดิเคเตอร์เรียบร้อยแล้วไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้ โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายนี้

7. ดูดสารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดย่อยตัวอย่าง เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 80 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร กลั่นประมาณ 5 นาทีแล้วล้างอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดที่รองรับ

8. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ ด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอมม่วง

การคำนวณ

$$N_2 = \frac{(V1-V2)x\ (14.007)X\ (N)}{E\ (mg)} \times 100$$

V_1 = ปริมาตรกรดที่ใช้ในการไตเตรท

V_2 = ปริมาตรกรดที่ใช้ในการไตเตรท Blank

N = Normality ของกรด

E = น้ำหนักของสารตัวอย่าง หน่วยเป็นมิลลิกรัม

Crud protein = $N_2 \times 6.25$

ไขมัน (Ether extract; EE)

เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายไขมัน เช่น อีเทอร์ การวิเคราะห์ไขมันจึงเป็นการนำตัวอย่างมาสกัดด้วยสารละลายอินทรีย์

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (soxhlet apparatus)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (extraction thimble)
3. ตู้อบไฟฟ้า
4. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. โถดูดความชื้น
6. กระบอกตวงสาร ขนาด 100 มิลลิลิตร

7. ปิโตเลียมอีเทอร์

วิธีการ

1. อบแห้งถ้วยสำหรับรองรับไขมันที่ได้จากการสกัด แล้วชั่งน้ำหนักบันทึกผล

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 ถึง 5 กรัมบนกระดาษกรอง แล้วห่อกระดาษกรองใส่ลงในหลอดใส่ตัวอย่าง แล้วนำเข้าประกอบบนเครื่อง จากนั้นกด thimble ให้ลงอยู่ในตำแหน่งที่พร้อมจะสกัด

3. เติมปิโตเลียมอีเทอร์ลงในบีกเกอร์ละ 120 ถึง 140 มิลลิลิตร แล้วนำเข้าประกอบในเครื่อง จากนั้นกด thimble ให้ลงอยาในตำแหน่งที่พร้อมจะสกัด

4. เซ็ตเครื่อง แล้วตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อยกด Select แล้วกด Start เครื่องจะทำงานอัตโนมัติจนเวลาหมด

5. นำปิโตเลียมอีเทอร์ออกจากเครื่อง เพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป

6. นำบีกเกอร์ที่มีไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2 ถึง 3 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำมาชั่งน้ำหนักบันทึกผล

การคำนวณ

$$= \frac{(B-A)}{C} \times 100$$

A = น้ำหนักบีกเกอร์ก่อนทำการสกัด

B = น้ำหนักบีกเกอร์ก่อนทำการสกัด

C = น้ำหนักตัวอย่าง

เยื่อใย (Crud Fiber; CF)

หรือ กาก ในทางโภชนะอาหารสัตว์ คือส่วนที่สัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้ แต่มีความสำคัญต่อการขับถ่ายของสัตว์ โดยวัตถุดิบที่มีเยื่อใยระดับสูงจะเป็นข้อจำกัดในการนาใช้ในสูตรอาหารสัตว์ เนื่องจากมีผลต่อการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในอาหาร

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องสกัดเยื่อใย
2. เตาให้ความร้อนแบบสองหัว
3. เครื่องชั่ง
4. เตาเผา
5. โถดูดความชื้น
6. ตู้อบไฟฟ้า
7. Glass crucible

8. กรดซัลฟิวริก เข้มข้นร้อยละ 1.25

9. ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 1.25

10. Antifoam

11. อะซิโตน

วิธีการ

1. นำ Glass crucible เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก บันทึกผล ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม แล้วใส่ลงใน Glass crucible

2. นำ Glass crucible ประกอบเข้ากับเครื่องสกัดไขมัน เปิดเครื่องสกัด พร้อมเปิดน้ำหล่อเย็น

3. เติมกรดซัลฟูริกร้อน หลอดละ 150 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Antifoam เพื่อป้องกันการเกิดฟอง 3 หยด แล้วต้มนานประมาณ 30 นาที

4. เปิดสวิทซ์ เครื่องดูดสุญญากาศแล้วเปิดวาล์ว เพื่อถ่ายกรดออกจากตัวอย่าง ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตรแล้วถ่ายออก

5. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ หลอดละ 150 มิลลิลิตร แล้วล้างด้วยน้ำเย็น 1 ครั้ง

6. ล้างด้วยอะซิโตน 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร

7. นำ Glass crucible ไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ถึง 2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก นำไปคำนวณกับค่าน้ำหนักเริ่มต้น จะได้เยื่อใยที่มีเถ้ารวมอยู่ด้วย

8. ถ้าต้องการทราบน้ำหนักเถ้า ให้นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 ถึง 550 องศาเซลเซียสนาน 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำมาชั่งน้ำหนักบันทึกผล

การคำนวณ

$$= \frac{(F1-F2)}{F3} \times 100$$

F_1 = น้ำหนัก Glass crucible + น้ำหนักตัวอย่างก่อนทำการสกัด

F_2 = น้ำหนัก Glass crucible + น้ำหนักตัวอย่างหลังทำการสกัด

F_3 = น้ำหนักตัวอย่าง

แคลเซียม (Calcium; Ca)

วิธีการ

1. นำตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์เถ้าที่ไม่ละลายในกรดมาดูดสารละลาย 25 มิลลิลิตร

2. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติม Methyl red 2 หยด

3. เติม NH_4OH (1+1) ทีละหยดจนได้ค่า pH อยู่ที่ 5.6

4. เติม HCl (1+3) ทีละหยดจนเปลี่ยนเป็นสีชมพู ตั้งทิ้งไว้ 1 คืนเพื่อให้ตกตะกอน

5. นำตัวอย่างไปกรองด้วยกระดาษกรองแล้วล้างตะกอนด้วย NH_4OH เจือจางแล้งใช้น้ำกลั่นร้อนล้างอีกครั้ง

6. เติมน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร และ H_2SO_4 เข้มข้น 5 มิลลิลิตร จำนวน 130 มิลลิลิตรแล้วนำไปตั้งบนแผ่นความร้อนแล้ววัดด้วนปรอทจนอุณภูมิอยู่ 70 องศาเซลเซียสแล้วนำเอาไปไตเตรทด้วยสารละลาย Potassium permanganate 0.1 Nจนได้เป็นสีชมพู

ฟอสฟอรัส (Phosphorus; P)

วิธีการ

1. ดูดสารละลายที่ได้จากการวิเคราะห์เถ้า 5 มิลลิลิตร แล้วเติมด้วยสารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท 1 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 15 วินาที

2. เติมสารละลายไฮโดรควิโนน 1 มิลลิลิตรแล้วเขย่า จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 1 มิลลิลิตรแล้วเขย่า

3. ปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ปิดฝาเขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

4. นำหลอดตัวอย่างไปวัดหาค่า %transmittance จากเครื่อง Spectrophotometer ที่ 400 นาโนเมตร แล้วนำไปอ่านค่าในกราฟมาตรฐาน

ภาคผนวก ข

การปฏิบัติการเลี้ยงไก่ไข่

การปฏิบัติการเลี้ยงไก่ไข่

โรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่

ถังสำหรับใส่อาหารไก่ไข่

การบันทึกข้อมูลจำนวนของไข่ไก่

ภาคผนวก ค

การปฏิบัติการเลี้ยงไก่เนื้อ และการเก็บตัวอย่างซาก

การปฏิบัติการเลี้ยงไก่เนื้อ

การเตรียมโรงเรือนสำหรับไก่เนื้อ

การเตรียมอุปกรณ์อาหารไก่เนื้อ

การเตรียมอาหารสำหรับไก่เนื้อ

การเปิดไฟให้ความสว่างภายในโรงเรือน

การให้น้ำ และอาหารไก่เนื้อ

การเก็บตัวอย่างซาก

ตัวอย่างซากไก่เนื้อ (1)

การเก็บตัวอย่างซากไก่เนื้อ (2)

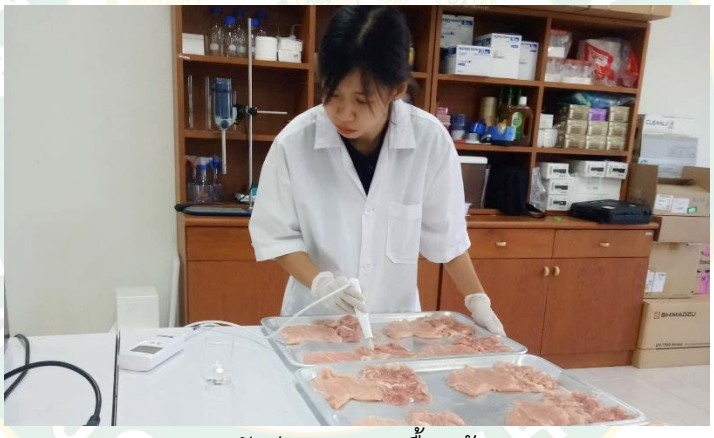
การรักษาคุณภาพซากไก่เนื้อ

ภาคผนวก ง

การศึกษาคุณภาพเนื้อ

การศึกษาคุณภาพเนื้อ

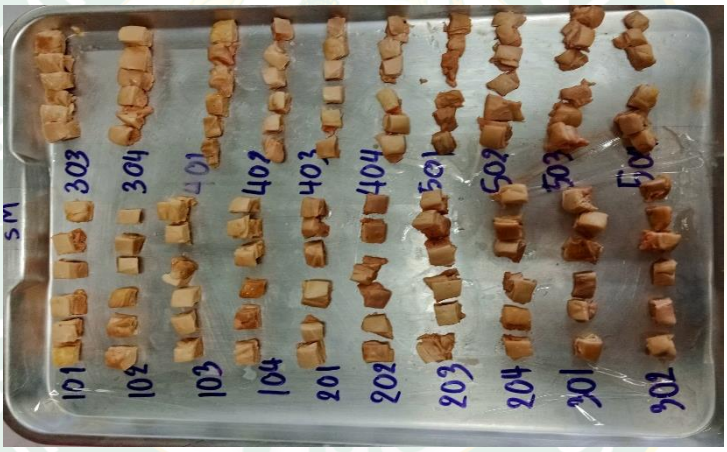
การเก็บตัวอย่างชิ้นส่วนอวัยวะของไก่เนื้อ



การวัดค่า pH ของเนื้อหน้าอก

การวัดค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น

การวัดค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุก



การเตรียมชิ้นส่วนของเนื้อเพื่อวิเคราะห์ค่าความเหนียวนุ่มของเนื้อ

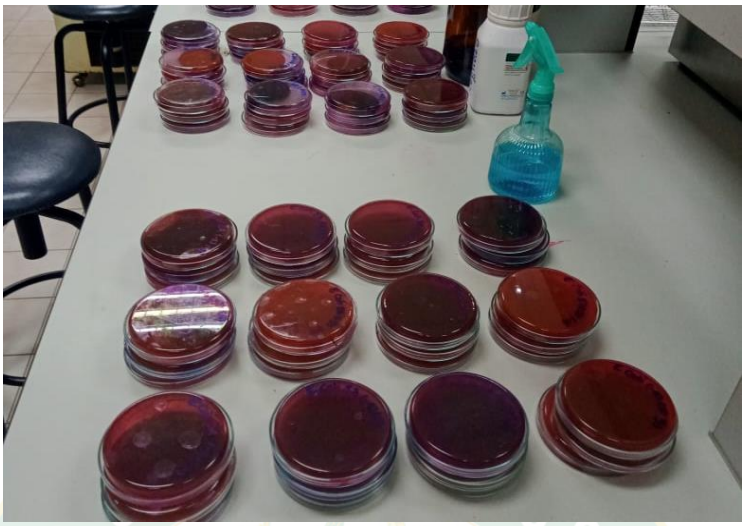
การวิเคราะห์ค่าแรงตัดผ่านด้วยเครื่อง Introns Model 3433 Universal test machine, USA

ภาคผนวก จ

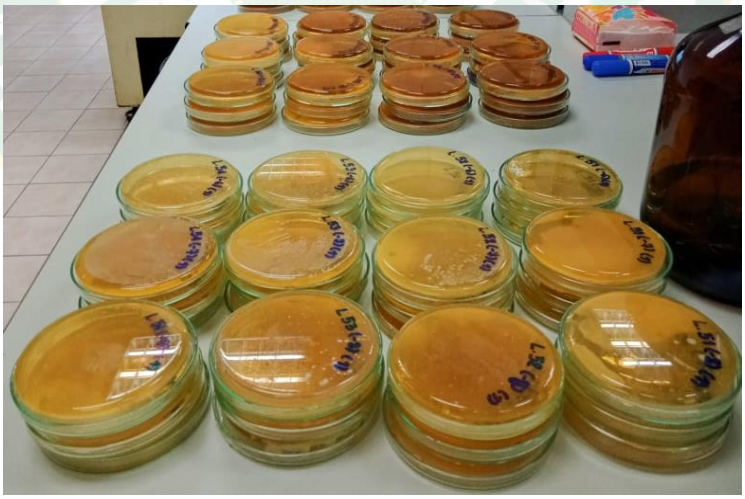
การศึกษาจำนวนประชากรจุลินทรีย์

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

การบ่มเชื้อจุลินทรีย์ในตู้อบ



การเตรียมนับเชื้อ *Escherichia coli.*



การเตรียมนับเชื้อ Lactic acid bacteria

ภาคผนวก ฉ

การคำนวณต้นทุนค่าอาหารในสูตรอาหารที่ใช้

การคำนวณต้นทุนค่าอาหารในสูตรอาหารที่ใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 ต้นทุนค่าอาหารไก่ไข่อายุ 61 ถึง 64 สัปดาห์

วัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์)	**กากไพล (เปอร์เซ็นต์)**				
	0.00	**1.00**	**2.00**	**3.00**	**4.00**
ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้ม	25.28	25.34	25.40	25.45	25.51
กากไพล	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
ปลายข้าวอินทรีย์	64.38	63.32	62.26	61.21	60.15
หินเกล็ด	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
หินฝุ่น	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
ไดแคลเซียม	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
เกลือป่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix ไก่ไข่[1]	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ราคาอาหารในแต่ละสูตรอาหาร					
ราคา (บาท/กิโลกรัม)	**11.21**	**11.10**	**10.99**	**10.88**	**10.77**

ตารางภาคผนวกที่ 2 ต้นทุนค่าอาหารไก่เนื้อระยะ 0 ถึง 3 สัปดาห์

วัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์)	**กากไพล (เปอร์เซ็นต์)**				
	0.00	**1.00**	**2.00**	**3.00**	**4.00**
ข้าวโพดอินทรีย์	53.62	52.62	51.62	50.62	49.62
ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้ม	42.60	42.60	42.60	42.60	42.60
กากไพล	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
หินฝุ่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ไดแคลเซียม	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
เกลือป่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix ไก่เนื้อ[1]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ราคาอาหารในแต่ละสูตรอาหาร					
ราคา (บาท/กิโลกรัม)	**17.81**	**17.73**	**17.65**	**17.58**	**17.49**

ตารางภาคผนวกที่ 2 ต้นทุนค่าอาหารไก่เนื้อระยะ 4 ถึง 6 สัปดาห์

วัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์)	**กากไพล (เปอร์เซ็นต์)**				
	0.00	**1.00**	**2.00**	**3.00**	**4.00**
ข้าวโพดอินทรีย์	61.92	60.92	59.92	58.92	57.92
ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้ม	34.30	34.30	34.30	34.30	34.30
กากไพล	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
หินฝุ่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
ไดแคลเซียม	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
เกลือป่น	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix ไก่เนื้อ[1]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ราคาอาหารในแต่ละสูตรอาหาร					
ราคา (บาท/กิโลกรัม)	**15.91**	**15.83**	**15.75**	**15.67**	**15.59**

ตารางภาคผนวกที่ 3 ราคาวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหาร

วัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์)	ราคา (บาท)
ข้าวโพดอินทรีย์	12.00
ถั่วเหลืองอินทรีย์ต้ม	31.00
ปลายข้าวอินทรีย์	12.00
กากไพล	1.00
หินฝุ่น	1.30
หินเกล็ด	1.30
ไดแคลเซียม	13.20
เกลือป่น	6.00
Premix ไก่ไข่[1]	36.00
Premix ไก่เนื้อ[1]	76.00

บรรณานุกรม

กานดา ล้อแก้วมณี และ ชลัท ทรงบุญธรรม. **การเลี้ยงไก่ไข่ของประเทศไทย.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://eto.ku.ac.th/neweto/e-book/animal/Poultry.pdf. (19 กรกฎาคม 2563).

กมลทิพย์ ประเทศ (2543). **การสำรวจพรรณไม้ในอุทยานประวัติศาสตร์กำแพงเพชร อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร.** พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ. 2545. **โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์ปีก.** (น.327).นครศรีธรรมราช: คณะวิชาสัตวศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนครศรีธรรมราช.

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2544. **การเลี้ยงไก่ไข่.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.dld.go.th/service/layer/type.html (10 กรกฎาคม 2563).

กระสินธ์ นพรัตน์ไมตรี. (2551). **ผลของสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจรและไพล ต่อสมรรถนะการผลิต การย่อยได้ของโภชนะและสุขภาพในลูกสุกรหย่านม.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ม.ป.ท.

ขนิษฐา เรืองวิทยานุสรณ์, ดวงนภา พรมเกตุ, ทัศน์วรรณ สมจันทร์, พิณชญา วงศ์ทองดี และ วรรณฉวี ศิริรักษ์. 2559.การเสริมไพลในอาหารไก่เนื้อต่อประสิทธิภาพการผลิตและลักษณะซาก. **วารสารแก่นเกษตร,** 44(2), 606 – 611.

จรรยา คงฤทธิ์, ณหทัย วิจิตรโรทัย และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2562. ผลของไพลและขิงในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่เนื้อ. **วารสารแก่นเกษตร,** 47(2), 1025-1027.

วิชัย ริ้วตระกูล. (2546). นวัตกรรมสมุนไพร:ไพลทานอยด์(PlaitanoidsTM). **จดหมายข่าวราชบัณฑิตยสถาน.** สาขาวิชาเคมี. สำนักวิทยาศาสตร์ ประเภทวิทยาศาสตร์ภายภาพ 151(13).

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, สุธา วัฒนสิทธิ์ และอรุณพร อิฐรัตน์. (2553). **ผลของการเสริมสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันในอาหารไก่กระทงต่อสมรรถภาพการเติบโต ลักษณะซากและคุณภาพเนื้อ. วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 29(3), 112-121.

ดลรวี ลีลารุ่งระยับ. 2552. **การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการอักเสบของนีโอไพลและแนวทางประยุกต์มาใช้ทางด้านกายภาพบำบัด.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://archive.lib.cmu.ac.th/full/res/2552/treshsc530070_52_full.pdf (28 เมษายน 2563).

ทัศนีย์ คชสีห์, ปภาสิริ บาร์เนต, อรพินท์ จินตสภาพร, วรมิตร ศิลปะชัย และ สุรเชษฐ์ จันทร์ประเสริฐ. 2557. ผลของการเสริมบัวบก (*Centella asiatica*) และไพล (*Zingiber montanum*) ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและสุขภาพโดยรวมของกบนา. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48.** วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2553. แผนกวิชาสัตวศาสตร์: วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีฉะเชิงเทรา.

ทศพร นามโฮง. 2560. **อาหารอินทรีย์ดีอย่างไร.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.fic.nfi.or.th/futurefood/organic.php. (20 กรกฎาคม 2563).

ธวัชชัย ศุภดิษฐ์. 2552. **การจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมในภาคปศุปสัตว์.** กรุงเทพฯ. ทิพเนตร์การพิมพ์.

นาถฤดี สิทธิสมวงศ์, วิเชียร ลีลาสง่าลักษณ์, เจษฎา เพ็งชะตา, ทรงพล ชีวะพัฒน์, เอมมนัส หวังหมัด และ พัชรินทร์ รักษามั่น. 2553. การศึกษาพิษของไพล. **รายงานการวิจัยในโครงการพัฒนายาไพลเพื่อใช้รักษาโรคหืด.**

นันทวัน บุณยะประภัศร และ อรณุช โชคชัยเจริญพร. 2542. **สมุนไพรพื้นบ้าน**. ม.ป.ป. กรุงเทพฯ: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

นิยดา เกียรติยิ่งอังศุลี, มนัส หวังหมัด, กมล สวัสดิมงคล และ มงคล โมกขะสมิต. 2522. **การศึกษาทางเภสัชวิทยาของสาระสำคัญจากไพล.** 21(1):13-23. กรุงเทพฯ: วิทยาศาสตร์การแพทย์.

นพวรรณ ชมชัย. 2542. **การให้อาหารและสูตรอาหารไกไข่.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http:// http://nutrition. dld.go.th/nutrition_knowlage/information1/feeding and hen formula feed.pdf. (15 กรกฎาคม 2563).

ปารัณกุล ตั้งสุขฤทัย. (2552). ไพลจากภูมิปัญญาสู้การวิจัยทางวิทยาศาสตร์. **หมออนามัย**. 19(1), 54-56.

ปศุสัตว์อินทรีย์. 2561. **มาตรฐานสินค้าทางเกษตรอินทรีย์ เล่ม2.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.certify.did.go.th/images/project/orgamic2562/pwR5/4.pdf. (15 กรกฎาคม 2563).

พาขวัญ ยงยศยิ่ง. 2562. **รูปแบบการเลี้ยงไก่เนื้อในอุตสาหกรรม.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http: / / www. natres. psu. ac. th/ department/ animalsci/ doc/ 515-497-2-2561//%E0%B8%A3%E0 %A3%E0%B8%A3%E0%B8%A1.pdf (21 กรกฎาคม 2563).

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2562. **Phenolic compounds.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http:/www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2585/phenolic compound. (25 มิถุนายน 2563).

ภานรินทร์ ปรีชาวัฒนากร. 2553. **การผลิตผลิตภัณฑ์บรรเทาอาการปวดจากสารสกัดสมุนไพร.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.thaithesis.org/detail.php?id=44206

มาตรฐานเกษตรอินทรีย์. 2561. **อาหารสัตว์.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่ https://www.acfs.go.th/standard/download/ORGANIC-PART-2_LIVESTOCK_2561.pdf.(15 กรกฎาคม 2563).

รัตติมา จีนาพงษา. 2537. **ฤทธิ์ต้านการอักเสบของการสกัด DMPBD จากไพล.** กรุงเทพฯ: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย

รังสรรค์ ปัญญาธัญญะ, วันทนา งามวัฒน์, ปราณี ชวลิตธำรง, อุไรวรรณ เพิ่มพิพัฒน์, โอรส ลีลากุล ธนิต และ จรินทร์ จันทรฉายะ. 2529. การศึกษาความเป็นพิษของไพลในหนู. **วารสารศิริราช,** 38(6), 413-416.

วารุณี หาญพิทักษ์พงศ์. 2542. **การศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของไพลเจล.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.thaithesis.org/detail.php?id=44206 (19 กรกฎาคม 2563).

วัลภา อนันตศานต์ และ ศักดิ์ชัย อัษญคุณ. 2518. การศึกษาผลของน้ำคั้นไพลในการออกฤทธิ์เป็นยาชาเฉพาะที่. **เชียงใหม่เวชสาร.** 14(3), 249-258.

วิชาภรณ์ แสงมณี. 2557. **ความเป็นมาและประโยชน์ของการเลี้ยงไก่.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มาhttps://www.silpathai.net/%e0%b8%81%e0%b8%b2%e0%b8%a3%e (15 กรกฎาคม 2563).

วิโรจน์ จันทรัตน์. 2537. กายวิภาคและสรีระวิทยาของสัตว์ปีก. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

สำนักงานคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2544. **สถานการณ์และมลพิษของประเทศไทย.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://pcd.go.th/info_serv/pol_state44.html. (15 กรกฎาคม 2563).

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2561. **การแปรรูปสมุนไพร.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://forprod.forest.go.th/forprod/PDF/12.%E0%B8%99%E.pdf. (15 กรกฎาคม 2563).

สำนักงานมาตรฐานเกษตรอินทรีย์. 2560. **อาหารอินทรีย์.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://actorganic-cert.or.th/th/about-act/ (20 กรกฎาคม 2563).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. **การศึกษาเศรษฐกิจสมุนไพรไทย กรณีศึกษา: ว่านหางจระเข้ ฟ้าทะลายโจร ตระไคร้หอมและไพล.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://oaezone.oae.go.th/Ginger (28 เมษายน 2563).

สำนักงานมาตรฐานผลิตอุตสาหกรรม. 2553. **น้ำมันไพล (Phai oil).** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://opac.tistr.or.th/Multimedia/Standards/TIS/TIS_1679-2541.pdf (28 มิถุนายน 2563).

สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2551. **สมุนไพรน่ารู้: ปัญจขันธ์.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://oldweb.pharm.su.ac.th. (27 เมษายน 2563).

อัจฉรา นิยมเดชา และมงคล คงเสน. (2556). เมทาบอลิซึมและคุณประโยชน์ของแคโรทีนอยด์ ในการเพิ่มความเข้มสีไข่แดง. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.** 112-121.

อภัย ภูเบศร์. (2561). สมุนไพรข่า. **นิตยสารเทคโนโลยีชาวบ้าน.** 682, 78.

อริชญา นาคชำนาญ, สุภาพร อิสริโยดม, ชนินทร์ ติรวัฒนวานิช, งามผ่อง คงคาทิพย์ และ วิไล สันติโสภาศรี. ผลของสมุนไพรผสมฟ้าทะลายโจร ขมิ้นชัน มะระขี้นก และไพลต่อลักษณะทางการเจริญเติบโตในไก่กระทง. **งานประชุมวิชาการสมุนไพรไทย: โอกาสและทางเลือกใหม่ของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ครั้งที่ 3.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

Barazesh, H., M. B. Pour., S. Salari, and T. M. Abadi. 2013. The effect of ginger powder on performance, carcass characteristics and blood parameters of broilers. Int. J. Adv. Biol. Biom. Res. 1:1645-1651.

Chirangini P. & Sharma G. J. 2004. In vitro propagation and micro rhizome induction in *Zingiber cassumunar* (Roxb.) an antioxidant-rich medicinal plant. **Department of Life Sciences, Manipur University**.

Danet, G., Pedrielli, G., Annessi, E, & Facchinetti, F. 2013. Herb remedies during pregnancy: a systematic review of controlled clinical trials. **Medical.** 26(3), 306-312.

Dwivedi R. S. & Kishore N. 1992. Zerumbone: a potential fungi toxic agent isolated from Zingiber cassumunar Roxb. **Mycopathologia.** 1992; 120: 55–159.

Habsah, M., Mugahed, & A., Mukram, M. 2000. Screening of Zingiberaceae extracts for antimicrobial and antioxidant activities. **Ethnophamacrology.** 72(3), 403-410.

Karangiya,V. K., H. H. Savsani., S. S. Patil., D. D. Garg., K. S. Murthy., N. K. Ribadiya, and S. J. Vekariya. 2016. Effect of dietary supplementation of garlic, ginger and their combination on feed intake, growth performance and economics in commercial broilers. Vet. World. 9:245-250.

Kanjanapothi D, Soparat P, Panthong A, Tuntiwachwuttikul P, Reutrakul V. A uterine relaxant compound from Zingiber cassumunar. **Journal of Planta Medical,** 1987; 53: 329-332.

Laing, D. Wongtangtinthan, S. Tungjarernkul, B. Sirilaophaisan, S. and Khajarern, J. (2013). Effects of Andrographis Paniculata and Zingiber Cassumunar Mixture on Productive Performance and Carcass Quality of Broiler Chickens. Journal of International Conference on Agriculture and Biotechnology. 60(7). 34 -37.

Lawrence, D.P., Gannibal, P.B., Peever, T.L., Pryor, B.M., 2013. The sections of Alternaria: formalizing species-group concepts. **Journal of Mycological.** 105(3), 530–546.

Marcin B., Nikolaos V., Chris S., Roy S., Gavin B., Bruno B., Emilia M., Charilaos G., Joanna O., Ewa R., Raija T., Dagmar J., Urs N., Philippe N. & Carlo L. 2014. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses**. Bulletin of Department of Nutrients.** 2014; 112(5): 794–811.

Ozaki Y., Kawahara N & Harada M. 1991. Anti-inflammatory effect of Zingiber cassumunar Roxb. and its active principles. **Bulletin of Department of Chemical and Pharmaceutical.** 1991; 39(9): 2353-2356.

Panthong A., Kanjanapothi D., Niwatananun V., Tuntiwachwuttikul P & Reutrakul V. Anti-inflammatory activity of compounds isolated from Zingiber cassumunar. **Journal of Planta Medical.** 1990; 56: 655.

Zhao Q, Wang Y., Wang S., Wang Z., Du XD. & Jiang H.2016. Prevalence and abundance of Florfenicol and linezolid resistance genes in soils adjacent to swine feedlots. **Journal of Scientific Reports.** (6):32192.

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
MAEJO UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาว นลินทิพย์ มณีรุ่งรัตน์
เกิดเมื่อ	25 มิถุนายน 2537
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ
ประวัติการทำงาน	โรงพยาบาลสัตว์เมตตากรณ์ จังหวัดระยอง