- 6 ส.ค. 2542

การศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ : ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์

สมศักดิ์ เพ็ชรปานกัน

อภินันทนาการ
จาก
บัณฑิตวิทยาลัย ม.มหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ.2542

ISBN 974-662-389-3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

วพ
ส๘๘๗ก
๒๕๔๒

310762 A.2

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่

: ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์

.....

นายสมศักดิ์ เพ็ชรปานกัน

ผู้วิจัย

.....

รองศาสตราจารย์วิโรจน์ กิติคุณ Ph.D.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุตะเจริญ วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์นุกูล แสงพันธุ์ วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย ผาติหัตถกร M.P.H.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุตะเจริญ วท.ม.

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่

: ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2542

.....

นายสมศักดิ์ เพ็ชรปานกัน

ผู้วิจัย

.....

รองศาสตราจารย์วิโรจน์ กิติคุณ Ph.D.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย ผาติหัตถกร M.P.H.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุตะเจริญ วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อาตมางกูร Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์นุกูล แสงพันธุ์ วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุตะเจริญ วท.ม.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร. วิโรจน์ กิติคุณ ประธานกรรมการควบคุมและสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุตะเจริญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันชัย ผาติหัตถกร อาจารย์นุกูล แสงพันธุ์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสม อาตมางกูร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำลอง อรุณเลิศอารีย์ อาจารย์ธวัธชัย ศุภดิษฐ์ อาจารย์มนูญ ชำนาญเกษกรณ์ อาจารย์วีระ กสานติกุล อาจารย์สมพงษ์ ธงไชย อาจารย์คงเดช สิทธิมาตย์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยมาโดยตลอด

ขอบคุณผู้อำนวยการปรีชา บุญวิทยา อาจารย์สมโภชน์ ฟิตประยูร ผู้อำนวยการจงรัก วณิชชาชีวะ ผู้อำนวยการสุขุม รักษาชาติ อาจารย์บุญทอง สุขสวัสดิ์ อาจารย์พงษ์ศักดิ์ อำนวยวัฒนกุล อาจารย์จรินทร์ ศรีสวัสดิ์และอาจารย์ศักดินา โพธารส ที่อนุเคราะห์ใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการทดลองวิจัย ขอบคุณผู้อำนวยการสำเริง วรศรี กองควบคุมโรคระบาด ผู้อำนวยการทิพา บุณยะวิโรจและเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท ที่อนุเคราะห์ในการวิเคราะห์วัตถุดิบอาหารสัตว์ อาจารย์ชมพูนุท จรรยาเพศ กองกีฏและสัตววิทยา อนุเคราะห์ข้อมูลหอยเชอรี่ อาจารย์ราชันทร์ บัวบาน อาจารย์หนูจันทร์ มาตาและเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ ขอบคุณคุณจารุณี ธัญญเจริญ คุณวัชรินทร์ ยอดปราง คุณสงบ แตงทอง คุณสมทบ ทีปะลาและเพื่อนๆ ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลในการทดลองวิจัย ขอบคุณคุณสมศักดิ์ ทองสุกใสและครอบครัว ขอบคุณ Mr.Tom B. Oxord ขอบคุณอาจารย์ เจ้าหน้าที่นักศึกษาวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรีทุกคนที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยครั้งนี้

ขอบคุณคุณกาญจนา บุญสุขและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ในการวิเคราะห์หาสารพิษตกค้าง ข้อมูลทางสถิติและจัดพิมพ์ผลงานวิจัย ขอบคุณคุณอุบลรัตน์ ศรีคำทา คุณอนิวัต โพธิ์ประเสริฐและเพื่อนๆ ที่ช่วยเรียบเรียงเอกสารวิทยานิพนธ์

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อบรรจง คุณแม่บุญมี เพ็ชรปานกัน ผู้มีพระคุณยิ่ง คุณยายสังวาลย์ ผู้อำนวยการสมนึก ปิ่นทอง คุณทองคำ ด.ช.ภาณุพงศ์ ด.ญ.นวรัตน์ เพ็ชรปานกัน ญาติ พี่ น้องและหลานๆ ที่ได้สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา

สมศักดิ์ เพ็ชรปานกัน

17 พฤษภาคม 2542

Copyright by Mahidol University

3937741 ENAT/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร ;
วท.ม.(เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)
คำสำคัญ : หอยเชอรี่บดตากแห้ง / ปลาป่น / ไก่ไข่

สมศักดิ์ เพ็ชรปานกัน : การศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36–45 สัปดาห์ (STUDY ON THE DIETARY REPLACEMENT OF FISHMEAL BY USING DRIED GROUND GOLDEN APPLE SNAIL *Pomacea canaliculata,* Lamarck : AMPULLARIDAE MESOGASTROPODA IN THE LAYING HEN DURING 36 – 45 WEEKS OF AGE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : วิโรจน์ กิติคุณ, D.V.M., Ph.D., รุ่งจรัส หุตะเจริญ, วท.ม., วันชัย ผาติหัตถกร, D.V.M., M.P.H., นุกูล แสงพันธุ์, วท.ม., 123 หน้า . ISBN 974-662-389-3

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำหอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ โดยใช้ไก่ไข่อายุ 36 สัปดาห์ จำนวน 480 ตัว เลี้ยงในโรงเรือนทดลองแบบกรงตับจนถึงอายุ 45 สัปดาห์ ที่วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี การทดลองใช้แบบ Completely Randomized Design มี 5 ซ้ำๆ ละ 16 ตัว โดยสุ่มให้ไก่ไข่ได้รับอาหารทดลอง 6 สูตร ซึ่งใน 5 สูตรแรกใช้เนื้อหอย เชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกทดแทนปลาป่นผสมอยู่ในระดับ 0, 25, 50, 75, 100 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 6 ใช้เนื้อหอยเชอรี่ล้วนๆ บดตากแห้งผสมทดแทนปลาป่น 100 เปอร์เซ็นต์ โดยไก่ไข่แต่ละตัวจะได้รับอาหารทดลองแบบจำกัดเฉลี่ย 120 กรัม/ตัว/วัน ระยะเวลาทำการทดลองนาน 10 สัปดาห์

ผลการทดลองปรากฏว่า ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองในแต่ละสูตรจากสูตรที่ 1-6 มีผลผลิตไข่เฉลี่ย ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน ปริมาณอาหารเฉลี่ยที่ใช้สร้างไข่ 1 โหล น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง สีของไข่แดงเฉลี่ยเมื่อวัดด้วยพัดสีของโร๊ซและความหนาของเปลือกไข่เฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 จะเห็นได้ว่ามีต้นทุนเฉพาะค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล ผลตอบแทนที่ได้รับต่อการผลิตไข่ 1 ฟองและผลตอบแทนที่ได้รับต่อไก่ 1 ตัวดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ๆ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการที่จะใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ในทุกอัตราที่ทดลองซึ่งสามารถเลือกใช้ ณ จุดที่ให้ผลผลิตตามสัดส่วนขึ้นอยู่กับท้องถิ่นที่มีความชุกชุมของหอยได้ตามต้องการ

Copyright by Mahidol University

3937741 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT ; M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)

KEY WORDS : DRIED GROUND GOLDEN APPLE SNAIL / FISHMEAL / LAYER.

SOMSAK PETCHPANKAN : STUDY ON THE DIETARY REPLACEMENT OF FISHMEAL BY USING DRIED GROUND GOLDEN APPLE SNAIL *Pomacea canaliculata,* Lamarck : AMPULLARIDAE MESOGASTROPODA FOR LAYING HENS DURING 36 – 45 WEEKS OF AGE. THESIS ADVISORS : VIROJ KITIKOON, D.V.M., Ph.D., RUNGJARAT HUTACHAROEN, M.Sc., WANCHAI PHATIHATAKORN D.V.M., M.P.H., NUKUL SAENGPHAN, M.Sc., 123 p. ISBN – 974 – 662 – 389 – 3

The objective of the study is to use dried ground golden apple snail (DGGAS) as a replacement for fishmeal for laying hens. The study was conducted with 480 laying hens which were 36 weeks of age at the beginning of the 10 weeks study period. Hens were fed in suitable cages located at Suphanburi College of Agriculture and Technology. A completely randomized design, with 5 replications of 16 hens which consumed 6 feed formulas, was used during the study. The first 5 formulas comprised DGGAS (ground with shell) to substitute for fishmeal in level of 0, 25, 50, 75, 100 percent.The last formula contained dry meat of DGGAS (ground meat only), 100 percent. Each hen layer will received an average feed of 120 grams/day.

The results indicated that the performance of the layers as average of egg production percent hen-day, an average of daily feed intake, average of feed intake required to produce a dozen eggs, average of color quality of yolk, and average of thickness of egg shell were not significantly different among all of formulas used. However, as far as the cost and the compensation are concerned, formula 5 allowed hens to produce an average of a dozen of eggs at the lowest cost or gave a higher compensation per egg per hen per day. Therefore it is quite possible to use DGGAS as a source of protein in laying hens, diets at any place or any time depending on the availability of golden apple snail in the area.

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญภาพ.....ญ

สารบัญตารางภาคผนวก .....ฎ

บทที่

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 4

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 4

1.5 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย..... 5

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6

2. การศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หอยเชอรี่.....8

2.2 ปลาป่น.....24

2.3 อาหารไก่ไข่..... 27

2.4 ไก่ไข่.....33

3. วิธีการศึกษาวิจัย

3.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย..... 45

3.1.1 การเตรียมการทดลอง.....45

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 45

3.1.3 วิธีการศึกษาวิจัย.....48

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 สถานที่ทำการทดลอง 51
3.3 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง..... 52
4 . ผลการทดลองและวิจารณ์ผล
4.1 ผลการทดลอง.....53
4.2 วิจารณ์ผล.....64
5 . สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปการวิจัย.....69
5.2 ข้อเสนอแนะ.....70
บรรณานุกรม..... 72
ภาคผนวก..... 77
ประวัติผู้วิจัย.....123

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. คุณค่าทางโภชนะต่างๆ ของเนื้อหอยเชอรี่และหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือก..... 22
2. ปริมาณโภชนะต่างๆ ของปลาป่นชนิดคุณภาพต่ำ ปานกลาง และสูง 26
3. ส่วนประกอบต่างๆ ในตัวไก่และไข่โดยประมาณ.....28
4. ความต้องการกรดอะมิโนของไก่ไข่ระยะวางไข่.....29
5. ความต้องการไวตามินและแร่ธาตุของไก่ไข่เพื่อการดำรงชีพในอาหาร 1 กิโลกรัม. 32
6. แนวโน้มการผลิตเนื้อ นม ไข่ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม.....33
   แห่งชาติฉบับที่ 8 (ปี 2540 – 2544)
7. จำนวนส่วนประกอบของไข่ในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ.....35
8. ผลการวิเคราะห์โภชนะไข่ไก่ของ Hart กับ Fisber (1971) 37
9. ระดับการให้คะแนนในการตัดสินประกวดไข่ 39
10. มาตรฐานของไข่ไก่ในสหรัฐอเมริกา..... 40
11. มาตรฐานโดยย่อของเกรดไข่ด้วยวิธีการส่อง..... 42
12. สูตรอาหารทดลองการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นใน..... 47
    สูตรอาหารไก่ไข่
13. น้ำหนักเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งจำนวน 168.86 กิโลกรัม..... 54
14. น้ำหนักหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกจำนวน 250 กิโลกรัม.....54
15. ขนาดของหอยเชอรี่ที่นำมาใช้ในการศึกษา..... 55
16. ต้นทุนการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้ง..... 56
17. อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ต่ำสุด ตลอดการทดลอง..... 56
18. ปริมาณโภชนะโดยการวิเคราะห์ทางเคมีของหอยเชอรี่บดตากแห้งและ..... 57
    ปลาป่นที่ใช้ในการทดลอง
19. ปริมาณโภชนะโดยการวิเคราะห์ทางเคมีของสูตรอาหารไก่ไข่ที่ใช้ในการทดลอง.. 58

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

20. ปริมาณโภชนะโดยการวิเคราะห์ทางเคมีของไข่ไก่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง..... 59
อายุ 45 สัปดาห์
21. ผลผลิตไข่ (% hen-day) ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (กรัม) ประสิทธิภาพ..... 61
การเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล (กิโลกรัม) และคุณภาพไข่ไก่ที่ได้รับอาหาร
ทั้ง 6 กลุ่มทดลอง
22. ต้นทุนการผลิตไข่โดยคิดเฉพาะค่าอาหารและผลตอบแทนที่ได้รับของ..... 61
ไก่ไข่ทั้ง 6 กลุ่มทดลอง

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. แผนภาพแสดงขอบเขตการศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่น..... 7
ในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์
2. ลักษณะภายนอกของหอยเชอรี่..... 11
3. ลักษณะการวางไข่ของหอยเชอรี่บนหลักไม้..... 12
4. ลักษณะภายนอกของหอยเชอรี่..... 12
5. จำนวนพื้นที่การระบาดของหอยเชอรี่ ปี 2533 – 2538 13
6. การกินต้นข้าวที่มีอายุต่างๆ กันของหอยเชอรี่เมื่อใส่ข้าวทีละอายุ..... 14
ภายใน 24 ชั่วโมง
7. การกินต้นข้าวเมื่อใส่ข้าว 5 อายุพร้อมกันภายใน 24 ชั่วโมง..... 14
8. การทำร่องน้ำขนาดเล็กเพื่อกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าว..... 20
9. กระบวนการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้ง..... 46
10. กระบวนการผลิตปลาป่น..... 26
11. กราฟแสดงผลผลิตไข่ (%Hen-day) ตลอดการทดลอง..... 61
12. กราฟแสดงปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (กรัม) ตลอดการทดลอง..... 61
13. กราฟแสดงปริมาณอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหล (กิโลกรัม) ตลอดการทดลอง..... 62
14. กราฟแสดงน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม) ตลอดการทดลอง..... 62
15. กราฟแสดงสีของไข่แดง (Roche) ตลอดการทดลอง..... 63
16. กราฟแสดงความหนาของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร) ตลอดการทดลอง..... 63

Copyright by Mahidol University

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

1. ราคาวัตถุดิบที่ใช้ทดลอง..... 77
2. สมรรถนะการผลิตไข่ของไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์..... 78
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตไข่(% Hen-day) ของไก่ไข่ช่วง... 78
อายุ 36-45 สัปดาห์
4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน(กรัม) ของ.....78
ไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์
5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหล(กิโลกรัม).... 79
ของไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์
6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง(กรัม) ของ..... 79
ไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์
7. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีไข่แดงเมื่อวัดด้วยพัดสีของโร๊ซ..... 80
(Roche) ของไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์
8. การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาของเปลือกไข่(มิลลิเมตร) ของ..... 80
ไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ตั้งแต่ปี 2531 เป็นต้นมา เกษตรกรประสบกับปัญหาสัตว์ศัตรูข้าวเพิ่มขึ้นมาอีกชนิดหนึ่ง นอกเหนือไปจาก นก หนูและปูนา (1) นั่นคือ หอยเชอรี่หรือมีชื่อเรียกเป็นอย่างอื่นว่า หอยโข่งอเมริกาใต้ หรือหอยเป๋าฮื้อน้ำจืด มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษและวิทยาศาสตร์ว่า Golden Apple Snail (*Pomacea canaliculata* ,Lamarck) (2) เป็นหอยน้ำจืด (freshwater snail) มีฝาเดียว เป็นหอยอยู่ในวงศ์เดียวกับหอยโข่ง (apple snail, *Pila sp.*) ของประเทศไทย มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ (3) การแพร่ระบาดของหอยเชอรี่เข้ามาสู่ประเทศไทยช่วงแรก โดยติดเข้ามากับตู้เลี้ยงปลาในขณะนำเข้าปลาสวยงามจากประเทศแถบทวีปอเมริกาใต้และในช่วงหลังเกิดขึ้นราวปี พ.ศ. 2525–2526 มีผู้นำเข้าหอยเชอรี่มาจากประเทศญี่ปุ่น ไต้หวันและฟิลิปปินส์ มาเลี้ยงเพื่อการส่งออกเป็นอาหารส่งขายประเทศญี่ปุ่นและขายเป็นหอยสวยงามเพื่อใช้สำหรับทำความสะอาดตู้ปลา ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในตลาดนัดสวนจตุจักร กรุงเทพฯ ต่อมาเมื่อมีการเลี้ยงเพิ่มมากขึ้นและหาตลาดรับซื้อไม่ได้ประกอบกับหอยเชอรี่มีการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว หอยเชอรี่ที่มีอายุ 3 เดือนขึ้นไปสามารถผสมพันธุ์และออกไข่ได้ครั้งละ 388 - 3,000 ฟอง (4) การฟักออกเป็นตัวสูงถึงร้อยละ 71 - 90 และใช้เวลาฟักออกเป็นตัวเพียง 7 - 12 วัน หลังวางไข่ชุดแรกแล้ว 4 - 10 วัน ก็สามารถจะวางไข่ได้อีกเป็นระยะๆ ตลอดทั้งปี จนถึงอายุ 2 - 3 ปี ดังนั้นหอยเชอรี่หนึ่งตัวถ้ามีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสามารถที่จะขยายพันธุ์ได้มากกว่า 2 แสนตัวต่อปี นอกจากนั้นพื้นฐานของคนไทยโดยทั่วไปไม่นิยมการฆ่าสัตว์จึงปล่อยหอยเชอรี่ลงสู่แหล่งน้ำ ลำคลองและแม่น้ำในที่สุดหอยเชอรี่ ได้แพร่ไปสู่นาข้าวในพื้นที่รอบๆ กรุงเทพมหานครและที่ราบลุ่มภาคกลางซึ่งเป็นแหล่งผลิตข้าวส่วนใหญ่ของประเทศ ปัจจุบันนี้พบว่าหอยเชอรี่แพร่กระจายไปสู่ทุกภูมิภาคของประเทศก่อให้เกิดความเสียหายแก่ต้นกล้าข้าวและพืชน้ำต่าง ๆ มากกว่า 43 จังหวัด เช่น กรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร สมุทรปราการ ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี อุทัยธานี พิษณุโลก ศรีสะเกษ ฯลฯ รวมพื้นที่มากกว่า 403,896 ไร่ (5) คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 1,000 ล้านบาท จากการศึกษาพบว่าหอยเชอรี่ 12,000 ตัว สามารถทำลายต้นกล้าข้าวระยะเจริญเติบโตในพื้นที่นา 1 ไร่ ภายใน 1 คืน หรือ 12 ชั่วโมง (6) และขณะนี้หอยเชอรี่ยังคงแพร่กระจายกว้างขวางออกไปทุกขณะ

Copyright by Mahidol University

ดังนั้นถ้าหากยังไม่มีการรณรงค์ป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่อย่างจริงจังและต่อเนื่องแล้ว คาดว่าในไม่ช้าหอยเชอรี่จะกระจายไปสู่แหล่งน้ำและพื้นที่ทำนาที่ใช้น้ำทั่วในทุกๆ จุดทั่วประเทศ หอยเหล่านี้จะพัฒนาตัวเองเป็นหอยประจำท้องถิ่น ทำลายข้าวและพืชน้ำเศรษฐกิจต่าง ๆ เป็นมูลค่ามหาศาล ดังเช่นที่เกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น และประเทศฟิลิปปินส์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 และ 2528 ตามลำดับจนถึงปัจจุบัน ในส่วนของประเทศไทยนั้นเหตุการณ์ที่เชื่อได้ว่าเกิดการแพร่กระจายของหอยเชอรี่น่าจะเกิดในปีพ.ศ. 2538 ซึ่งเกิดอุทกภัยขึ้นเกือบทั่วประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 65 จังหวัด (7) จึงสามารถที่จะพยากรณ์ได้ว่าหอยเชอรี่จะแพร่กระจายต่อไปจนทั่วทุกจุดในประเทศในระยะเวลาอันสั้นและรวดเร็วกว่าที่คาดไว้ สำหรับในประเทศญี่ปุ่นพบว่าประชากรหอยเชอรี่เพิ่มขึ้นประมาณ 3 - 9 เท่าต่อปี เกี่ยวกับเรื่องของการปรับตัวของหอยเชอรี่ให้เข้ากับท้องถิ่นนั้นและเป็นเรื่องสำคัญที่น่าวิตกอย่างยิ่งคือ หอยชนิดนี้มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งและสภาพน้ำเสียได้ดี แม้กระทั่งในน้ำเน่า เพราะหอยเชอรี่มีการหายใจเอาออกซิเจนจากอากาศมาใช้ได้ด้วยอวัยวะพิเศษเรียกว่า Respiratory siphon นอกจากนั้นหอยชนิดนี้กินอาหารได้ทุกชนิดและยังสามารถแพร่พันธุ์ได้อย่าง รวดเร็วดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ประกอบกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยเป็นเขตอบอุ่นจนถึงค่อนข้างร้อนชื้นและในบางพื้นที่มีน้ำท่วมขังตลอดทั้งปีซึ่งสภาพภูมิอากาศและการมีแหล่งน้ำเช่นนี้เหมาะสมสำหรับการแพร่พันธุ์ของหอยเชอรี่เป็นอย่างยิ่ง ทำให้มีอัตราการแพร่พันธุ์สูงและสามารถระบาดได้ทุกท้องที่ (3) จากสภาพเหตุการณ์ในปัจจุบันนี้จึงสรุปได้ว่าการเพิ่มขึ้นและการแพร่กระจายประชากรหอยเชอรี่อย่างรวดเร็วในปริมาณค่อนข้างสูง นอกเหนือไปจากนั้นการรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของเกษตรกรในการใช้สารเคมีกำจัดหอยเชอรี่ที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศมีมูลค่ามากกว่า 3 ล้านบาทต่อปี (8) ทำให้สภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยาสูญเสียไปเกิดสารพิษตกค้างทำลายสัตว์น้ำและศัตรูธรรมชาติของหอยเหล่านี้ตายไปเป็นจำนวนมากทำให้ระบบห่วงโซ่อาหารเสียไป อีกทั้งเปลือกหอยที่ฝังดินจะทำให้เกิดอันตรายกับเกษตรกรที่ลงไปทำนาภายหลังได้อีกส่วนหนึ่งด้วย จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดวิธีการควบคุมและกำจัดหอยเชอรี่ด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมโดยการนำหอยเชอรี่มาใช้ให้เกิดประโยชน์และวิธีที่ดีที่สุดน่าจะต้องใช้แนวทางเดียวกันกับการกำจัดหนูนาหรือตั๊กแตนปาทังก้ากล่าวคือ การที่สัตว์ศัตรูพืชทั้งสองชนิดลดปริมาณลงได้เพราะมีคนต้องการบริโภค ซึ่งหอยเชอรี่ก็เช่นเดียวกันการที่จะลดปริมาณลงได้นั้นจะต้องทำให้มีความต้องการใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่ด้วยวิธีการรณรงค์ส่งเสริมให้มีการนำหอยเชอรี่มาใช้เป็นอาหารของคนหรือสัตว์ ซึ่งน่าจะเป็นอีกหนทางหนึ่งที่จะช่วยควบคุมหอยเชอรี่ให้อยู่ในปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชเศรษฐกิจต่างๆ ได้ (9) เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์จึงสมควรที่จะนำโปรตีนจากหอยเชอรี่มาทดแทนการใช้โปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหารเลี้ยงไก่ไข่

Copyright by Mahidol University

ปลาป่นเป็นอาหารโปรตีนจากสัตว์ที่ใช้กันมากที่สุดในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ เนื่องจากในช่วงระยะเวลา 5 - 6 ปีที่ผ่านมา การเจริญเติบโตของธุรกิจปศุสัตว์และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีอัตราการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นมากทำให้ความต้องการใช้ปลาป่นเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ภายในประเทศขยับตัวสูงขึ้นตามไปด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาป่นที่มีโปรตีนสูงกว่าร้อยละ 60 หรือ ปลาป่นคุณภาพดีแต่ผลผลิตปลาป่นของไทยส่วนใหญ่ที่ผลิตได้มีโปรตีนต่ำกว่าร้อยละ 60 ทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องนำเข้าปลาป่นคุณภาพดีจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก (10) จากการศึกษาและวิเคราะห์ธาตุอาหารของหอยเชอรี่มีโปรตีนสูงถึงร้อยละ 34.0 - 53.0 และไขมันร้อยละ 1.66 (7) ซึ่งน่าจะมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นอาหารโปรตีนจากสัตว์เพื่อทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหารสัตว์ได้โดยเฉพาะสูตรอาหารไก่ไข่ระยะกำลังไข่ได้เป็นอย่างดี จากจำนวนไก่ไข่ที่อยู่ในระยะกำลังไข่ทั้งหมดของประเทศ 28 ล้านตัว (11) ไก่ไข่ระยะนี้จะกินอาหาร 110 - 120 กรัมต่อตัวต่อวัน (12) รวมใช้อาหารทั้งหมดมากกว่า 3,000 ตันต่อวัน ในสูตรอาหารไก่ไข่จะมีส่วนผสมของปลาป่นที่มีระดับโปรตีนร้อยละ 55 - 60 รวมอยู่ด้วยประมาณร้อยละ 5 - 10 หรือประมาณ 300 ตันต่อวัน ปลาป่นราคา 22,500 บาทต่อตัน (13) คิดเป็นมูลค่าปลาป่นในอาหารไก่ไข่ เป็นเงินมากกว่า 6 ล้านบาทต่อวันและนับวันจะเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในยุคเศรษฐกิจถดถอยและค่าเงินบาทลดลง ทำให้เกิดการสูญเสียเงินตราและดุลการค้ากับต่างประเทศเป็นจำนวนเงินมหาศาลต่อปี

ปัจจุบันการเลี้ยงไก่ไข่ได้พัฒนาจากการเลี้ยงแบบพื้นบ้านมาเป็นการเลี้ยงเชิงการค้ามากขึ้นจึงมีการขยายพื้นที่เลี้ยงไก่ไข่ออกไปทั่วประเทศ และส่งผลให้ปริมาณการเลี้ยงไก่ไข่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี เช่น ปริมาณการผลิตไก่ไข่ในปี พ.ศ. 2532 เฉลี่ยจำนวน 31.8 ล้านตัวเพิ่มเป็น 35.0 ล้านตัวในปี พ.ศ. 2538 อัตราเพิ่มเฉลี่ย 0.53 ล้านตัวต่อปี (14) สาเหตุที่การเลี้ยงไก่ไข่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเพราะไข่ไก่จัดว่าเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและสามารถบริโภคได้ทุกกลุ่มประชากรและทุกเชื้อชาติ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตไข่ไก่รายใหญ่ในภูมิภาคแถบนี้ นอกจากจะผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งเป็นสินค้าออกปีละเป็นจำนวนมาก เช่น ในปี พ.ศ. 2540 ปริมาณส่งออกไข่ไก่สดจำนวน 9,049 ล้านฟองและคาดว่าในปี พ.ศ. 2544 จะมีปริมาณส่งออกไข่ไก่สดถึงจำนวน 48,025 ล้านฟอง (11)

ดังนั้นแนวคิดของการศึกษาเพื่อการนำหอยเชอรี่ซึ่งเป็นศัตรูสำคัญของข้าวมาบดด้วยเครื่องบดอาหารปลาแล้วนำไปตากให้แห้งมีความชื้นประมาณร้อยละ 8.0 หรือน้อยกว่า เพื่อใช้ทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ ตามระเบียบวิธีวิจัยเชื่อว่าจะไม่ทำให้ผลผลิตไข่แตกต่างกันทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ประการสำคัญน่าจะสามารถลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณค่าทางด้านปริมาณและคุณภาพของไข่ไก่ ช่วยลดการนำเข้าปลาป่นจากต่างประเทศรวมทั้งสามารถที่จะลดมลภาวะที่เกิดจากการใช้สารเคมีในการกำจัดหอยเชอรี่ได้โดยอ้อมและที่สำคัญคือนอกเหนือไปจากการกำจัด

Copyright by Mahidol University

หอยเชอรี่ได้โดยตรงแล้วยังเป็นการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในพื้นที่ตามเจตนารมณ์ของโครงการการศึกษาวิจัยอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

1.2.1.1 ศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่

1.2.1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำหอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่

1.2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

1.2.2.1 ศึกษาข้อมูลในการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้ง ได้แก่ กระบวนการและวิธีการผลิต ต้นทุนการผลิต น้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้ง จำนวนตัวต่อกิโลกรัม

1.2.2.2 ศึกษาและวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหอยเชอรี่บดตากแห้ง

1.2.2.3 ศึกษาอัตราส่วนผสมการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36 -45 สัปดาห์

1.2.2.4 ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณและคุณภาพไข่ไก่จากการใช้สูตรอาหารที่ผลิตขึ้น เลี้ยงไก่ไข่ช่วงอายุ 36 - 45 สัปดาห์

โดยพิจารณาจากสภาพการผลิตของไก่ไข่ตามลักษณะต่างๆ ดังนี้คือ

- ปริมาณการให้ไข่ (จำนวนและน้ำหนักเฉลี่ยต่อฟองต่อตัว)
- ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารต่อไข่หนึ่งโหล
- คุณภาพภายนอกของไข่ (ความหนาของเปลือก ขนาด)
- คุณภาพภายในของไข่ (สีไข่แดง เกรดไข่ องค์ประกอบทางเคมี)

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ปริมาณและคุณภาพของไข่ไก่จากไก่ไข่ทดลองที่เลี้ยงด้วยหอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารจะให้ปริมาณและคุณภาพที่ไม่แตกต่างจากสูตรอาหารเดิม

Copyright by Mahidol University

1.4 ขอบเขตการศึกษา

แผนภาพแสดงขอบเขตของการศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ แสดงไว้ในภาพที่ 1 ในส่วนรายละเอียดปลีกย่อยของขอบเขตการศึกษาคือ

1.4.1 หอยเชอรี่ที่นำมาใช้ในการทดลองโดยการเก็บรวบรวมจากแปลงนาและรับซื้อจากเกษตรกรท้องที่หมู่ที่8 ต.หัวโพธิ์ อ. สองพี่น้องและหมู่ที่ 5 ต.วัดโบสถ์ อ.บางปลาม้า จ. สุพรรณบุรี ในช่วงเดือนตุลาคม – ธันวาคม เนื่องจากเป็นช่วงฤดูกาลที่ว่างเว้นจากการทำนา มีหอยเชอรี่อาศัยอยู่ค่อนข้างมาก และเชื่อว่าในช่วงเวลาของการเก็บเกี่ยวหอยเชอรี่จะเป็นช่วงที่ปลอดจากการใช้สารเคมี

1.4.2 การผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้งโดยนำหอยเชอรี่ทั้งหมด นำมาคัดแยกสิ่งสกปรกและล้างด้วยน้ำสะอาด หอยเชอรี่ส่วนหนึ่งนำมาทุบเพื่อแกะเปลือกออกก่อนแล้ว บดเนื้อหอยด้วยเครื่องบดอาหารปลา อีกส่วนหนึ่งบดทั้งเปลือกแล้วนำไปตากให้แห้งด้วยแสงแดดบนพื้นซีเมนต์ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8.0 หรือน้อยกว่า นำไปเก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติกแล้วนำตัวอย่าง ส่งวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการ

1.4.3 ไก่ไข่ที่ใช้ศึกษาทดลองใช้ไก่ไข่ของฟาร์มสาธิต แผนกวิชาสัตว์ปีก คณะวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี เป็นไก่ไข่ลูกผสมทางการค้าพันธุ์ Hisex Brown อายุ 36 - 45 สัปดาห์ ผลิตโดยบริษัท อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ไทย จำกัด (มหาชน) โดยการสั่งซื้อไก่สาวอายุประมาณ 18 สัปดาห์มาเลี้ยงก่อนจำนวน 1,000 ตัว แล้วดำเนินการสุ่มเพื่อทำการทดลองจำนวน 480 ตัว

1.4.4 อาหารไก่ไข่ อาหารไก่ไข่ที่ผสมด้วยวัตถุดิบ เช่น ข้าวโพดป่น รำละเอียด กากถั่วเหลือง ใบกระถินป่น ปลาป่น หอยเชอรี่บดตากแห้ง ไดแคลเซียม เปลือกหอยป่น เกลือ และพรีมิกซ์ไก่ไข่ มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 16.0

1.4.5 โรงเรือนเลี้ยงไก่ที่ใช้ศึกษาทดลองเป็นโรงเรือนหน้าจั่วชั้นเดียวขนาด 6.0 x 30.0 x 4.0 ลูกบาศก์เมตร หลังคาสังกะสีพร้อมติดตั้งสปริงเกอร์บนหลังคา มีฝาผนังทึบและกรงตับสองชั้นขนาด 16 x 17 x 18 ลูกบาศก์นิ้ว พร้อมติดตั้งรางน้ำและรางอาหารไว้หน้ากรงตับจำนวน 240 กรง ขนาดความจุไก่ไข่ได้ช่องละ 2 ตัว

1.4.6 ตัวแปรอิสระในขอบเขตของการศึกษาคือ ปริมาณการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36 - 45 สัปดาห์ จะคำนวณโดยใช้ปริมาณโปรตีนเป็นหลัก

1.4.7 ตัวแปรตามในขอบเขตของการศึกษาคือ ปริมาณและคุณภาพของไข่ไก่ที่เลี้ยงด้วยปัจจัยที่เป็นตัวแปรอิสระ

Copyright by Mahidol University

1.4.8 ปัจจัยที่ศึกษาเพื่อประกอบการอธิบายผลการศึกษาคือ อุณหภูมิ ปริมาณการกินอาหาร และสุขภาพของไก่ไข่

1.5 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 ไก่ไข่ หมายถึง ไก่ไข่ลูกผสมทางการค้าพันธุ์ไฮเซ็กซ์บราวน์ อายุ 36 - 45 สัปดาห์ ผลิตโดยบริษัทอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ไทย จำกัด (มหาชน)

1.5.2 อาหารไก่ไข่ หมายถึง อาหารไก่ไข่ที่ผสมด้วยวัตถุดิบ ได้แก่ ข้าวโพดป่น รำละเอียด กากถั่วเหลือง ปลาป่น ใบกระถินป่น เปลือกหอยป่น ไดแคลเซียม เกลือ พรีมิกซ์ไก่ไข่และหอยเชอรี่บดตากแห้งมีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 16.0

1.5.3 เนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้ง หมายถึง หอยเชอรี่สดแกะเปลือกออกนำเนื้อมาบดด้วยเครื่องบดอาหารปลา แล้วนำไปตากแห้งโดยให้มีความชื้นร้อยละ 8.0 หรือน้อยกว่า

1.5.4 หอยเชอรี่บดตากแห้ง หมายถึง หอยเชอรี่สดมาบดทั้งเปลือกด้วยเครื่องบดอาหารปลา แล้วนำไปตากแห้งโดยให้มีความชื้นร้อยละ 8.0 หรือน้อยกว่า

1.5.5 ปริมาณไข่ไก่ หมายถึง จำนวนและน้ำหนักไข่ไก่เฉลี่ยที่ทำการตรวจวัดจากผลผลิตไข่ของไก่ไข่ทดลองทุกวันตลอดการทดลอง

1.5.6 คุณภาพไข่ไก่ หมายถึง ความหนาของเปลือก สีของไข่แดง เกรดคุณภาพภายในองค์ประกอบทางเคมี ทำการตรวจวัดทุก 2 สัปดาห์

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

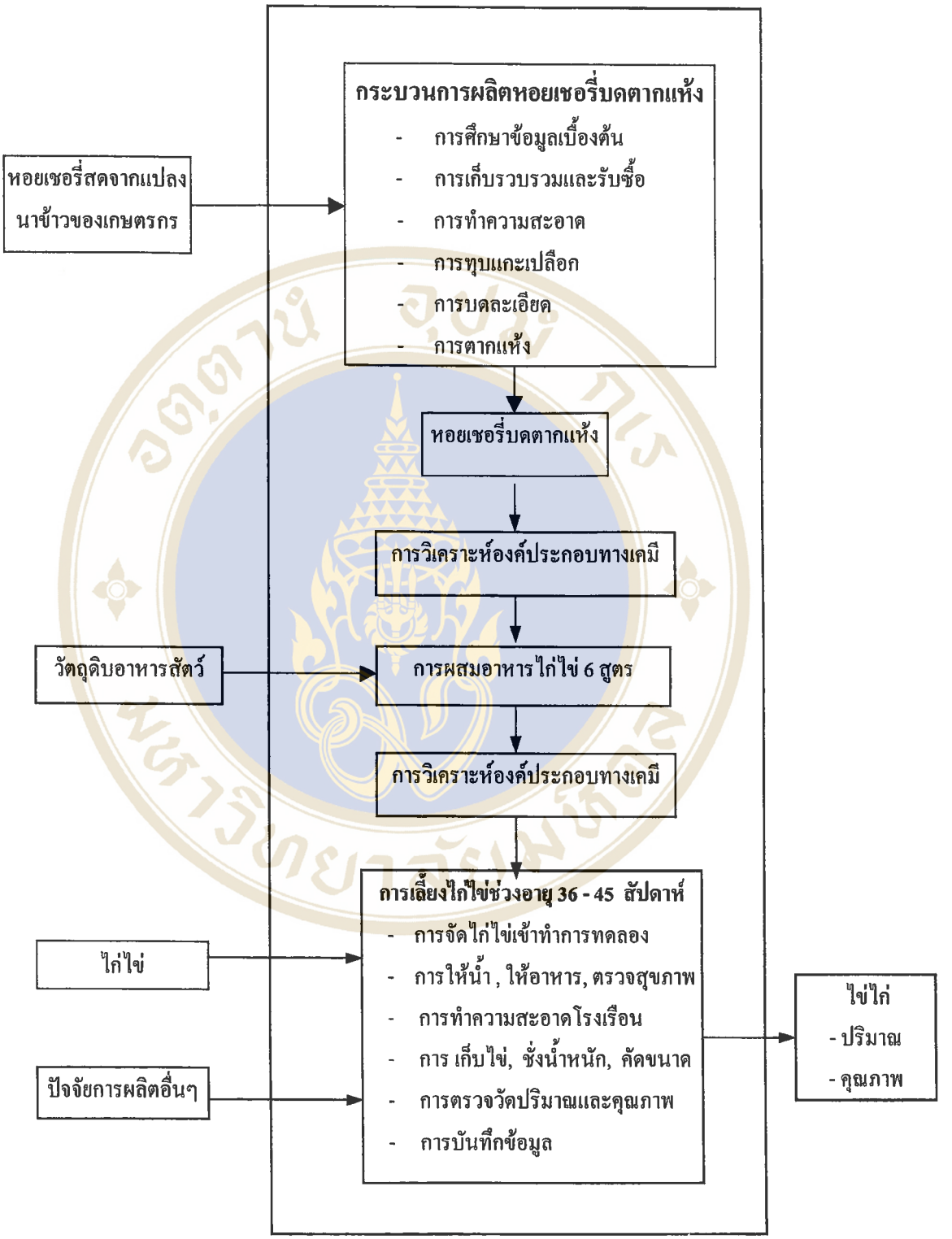
1.6.1 จะสามารถพัฒนาสูตรอาหารไก่ไข่ที่มีราคาถูกและคุณภาพดีโดยใช้หอยเชอรี่ซึ่งเป็นวัตถุดิบในท้องถิ่นนำมาบดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหาร

1.6.2. จะสามารถส่งเสริมอาชีพการเลี้ยงไก่ไข่ได้ เนื่องจากสามารถที่จะช่วยลดต้นทุนด้านอาหารและสามารถเพิ่มผลผลิตไข่ไก่ให้กับเกษตรกรรายย่อย

1.6.3 สามารถลดปัญหาทางด้านมลภาวะจากการใช้สารเคมีกำจัดหอยเชอรี่ รักษาสมดุลของห่วงโซ่อาหารในธรรมชาติ

1.6.4 สามารถลดดุลการค้าทั้งการนำเข้าปลาป่นและสารเคมีจากต่างประเทศ

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงขอบเขตการศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หอยเชอรี่

2.1.1 ลักษณะทางชีววิทยาของหอยเชอรี่

2.1.1.1 การจำแนกทางชีววิทยา

หอยเชอรี่เป็นหอยน้ำจืด (freshwater snail) บางครั้งเรียกว่า หอยโข่งอเมริกาใต้ หรือเป้าฮื้อน้ำจืดเรียกชื่อสามัญว่า golden apple snail จัดลำดับทางอนุกรมวิธานของหอยเชอรี่ได้ดังนี้

Phylum	Mollusca
Class	Gastropoda (Caviar, 1978)
Subclass	Prosobranchia (Milne Edwards, 1848)
Oder	Mesogastropoda (Thiele , 1925)
Superfamily	Viviparoidea (Gray, 1847)
Family	Ampullaridae (Gray, 1824)
Genus	Pomacea (Perry, 1810)

การแบ่งชนิด (species) ยังไม่แน่นอนนักคาดว่าในประเทศไทยมีหอยเชอรี่ระบาดในนาข้าวเพียงชนิดเดียวคือ *Pomacea canaliculata* Lamarck ซึ่งเดิมเข้าใจว่าน่าจะมีอีก 2 ชนิดคือ *Pomacea leopordivillensis* d' Orbigny และ *Pomacea sp.*

2.1.1.2 ลักษณะทั่วไป

ชมพูนุท, ทักษิณและทรงทัพ (34) กล่าวว่า หอยเชอรี่เป็นหอยฝาเดียวรูปร่างค่อนข้างกลมใหญ่เปลือกเรียบมีฝาปิด (operculum) เป็นแผ่นแข็งสีน้ำตาลเข้มและใสซึ่งตัวหอยสามารถหลบเข้าอยู่ในเปลือก (shell) แล้วปิดฝาเพื่อป้องกันอันตราย กล่าวคือมีรูปร่างและขนาดคล้ายหอยโข่ง (apple snail, *Pila sp.*) ซึ่งเป็นหอยประจำท้องถิ่นของไทยนั่นเอง หอยเชอรี่สามารถจำแนกจากการดูด้วยตาเปล่าเป็นสองพวกคือพวกมีเปลือกสีเหลืองปนน้ำตาล เนื้อและหนวดสีเหลืองกับพวกมีเปลือกสีเขียวเข้มปนดำและมีแถบ สีดำจาง ๆ พาดตามความยาวเนื้อและหนวดสีน้ำตาลอ่อน กล่าวว่าลักษณะการหมุน

Copyright by Mahidol University

ของเปลือกเป็นเกลียววนขวา (dextral) หอยเชอรี่ที่มีขนาดใหญ่สุดมีความสูงประมาณ 8.3 เซนติเมตร หนัก 165 กรัม การเคลื่อนที่ใช้เท้า (foot) ซึ่งมีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อหนาสามารถยืดยาวเป็นวงกว้างแบน ใช้คืบคลานเมื่อถูกรบกวนจะหดลำตัวพร้อมทั้งเท้า (foot) เข้าไปในเปลือก สามารถคลานไปตามพื้นดิน ใต้น้ำและปล่อยตัวลอยขึ้นสู่ผิวน้ำหรือลอยไปตามกระแสน้ำหรือขึ้นสู่ผิวน้ำได้ ส่วนหัวมีลักษณะเป็นแผ่น ริมฝีปากยื่นออกทางด้านข้างปากทั้ง 2 ข้าง ส่วนปลายเรียวเล็กลงคล้ายหนวดใช้รับความรู้สึก ข้างแผ่นปากนี้มีหนวดเส้นเล็กยาวข้างละหนึ่งเส้น ถัดออกมามีตาเล็กๆ ตั้งบนก้านตา (stalk) ภายในปากมีกรามขนาดใหญ่หนึ่งคู่ใช้กัดกินอาหาร ถัดจากกรามเข้าไปภายในเป็น radula มีลักษณะเป็นฟันซี่เล็กๆ สีแดงเรียงซ้อนกันอยู่ 5 แถวมีหน้าที่บดอาหาร ภายในช่องท้อง (mantle cavity) แบ่งเป็น 2 ส่วน ช่องท้องด้านขวามี mantle ซึ่งดัดแปลงไปใช้ในการหายใจเมื่อหอยอยู่ในน้ำ โดยการแลกเปลี่ยนออกซิเจนจากน้ำ ทางด้านซ้ายมีอวัยวะคล้ายปอดทำหน้าที่ช่วยในการหายใจโดยใช้อากาศ ทำให้สามารถอยู่บนบกได้บางเวลา เช่น ขณะออกไข่ นอกจากนี้ยังมีเนื้อเยื่อส่วนที่สามารถโค้งพับเป็นหลอดและยืดหดได้เป็นท่อหายใจ (respiratory siphon) มีขนาดยืดยาวได้ถึง 6 - 7 เซนติเมตร ใช้หายใจเอาออกซิเจนจากอากาศทำให้สามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่แม้จะไม่มีออกซิเจนละลายอยู่เลย

2.1.1.3 การเจริญเติบโต

ลูกหอยที่ถูกฟักออกมาจากไข่มีรูปร่างเหมือนกับตัวแม่แต่มีขนาดเล็กกว่า การเจริญเติบโตไม่มีระยะ metamorphosis และการลอกคราบ หอยเจริญเติบโตโดยมีการสร้างเปลือกต่างจาก เดิมทางด้าน mouth-edge ซึ่งอยู่ด้านล่างตรงข้ามกับยอดแหลม (spire) ทำให้ขนาดของเปลือกเพิ่มขึ้นโดยรูปร่าง (shape) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง การสร้างเปลือกเกิดจากการทำงาน ของเนื้อเยื่อ mantle ซึ่งอยู่ติดกับเปลือกรอบ mantle cavity มีการจัดเรียงตัวกันของชั้นผลึก (crystalline layer) และการ ทับถมของผลึกมีสาร organic matrix ถูกสกัดออกมาก่อนทับถมของเปลือกด้านใน แล้วจึงมีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตลงไปสลับกับ organic matrix ระยะแรกๆ มีลักษณะเป็นผลึกเล็กๆ จนในที่สุดเกิดเป็นชั้นของผลึกคือชั้นกลางเป็น prismatic layer จากนั้นขอบของ mantle ซึ่งสกัด ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ทำให้ขอบของเปลือกเจริญและเปลือกจะหนาขึ้นโดยเซลล์ชั้นผิวของ mantle ที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเรียงตัวกันเป็นชั้นที่หักเหคล้ายปริซึม ทำให้เป็นมันวาว ชั้นนอกสุดคือ periostracum ประกอบด้วยสาร conchiolin ทำหน้าที่ป้องกันกรดในน้ำและชั้นในสุด ที่มีความมันวาวของมุก คือ nacreous layer

Copyright by Mahidol University

2.1.1.4 การขยายพันธุ์

การแยกเพศของหอยเชอรี่สังเกตได้จากความนูนมากน้อยของแผ่น operculum ถ้าหากนูนมากเป็นหอยเพศผู้มีอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) เดี่ยว อัณฑะมีลักษณะเป็นท่อที่ยืดออกได้เพื่อสอดส่งอสุจิ (sperm) เข้าไปผสมกับไข่ ก่อนที่ไข่จะมีการสร้างเปลือก หอยที่โตเต็มวัยพร้อมจะขยายพันธุ์มีอายุประมาณ 3 เดือนน้ำหนัก 5 กรัม ความยาวเปลือกประมาณ 2.5 เซนติเมตร หอยจะจับคู่ (copulation) เพื่อถ่ายอสุจิ (sperm) ได้ตลอดเวลาหลังจากนั้น 1 - 2 วัน ตัวเมียจะวางไข่ส่วนมากเป็นเวลากลางคืนตั้งแต่พระอาทิตย์ตกเป็นต้นไปจนถึงประมาณ 07.00 น. โดยคลานขึ้นไปวางไข่ตามที่แห้งเหนือน้ำ เช่น ตามกิ่งไม้ที่ปักในบ่อ ต้นหญ้าริมน้ำ โคนต้นไม้ริมน้ำข้าง ๆ คันนาและตามต้นข้าวในนา ใช้เวลาในการออกไข่นานตั้งแต่ 1 - 6 ชั่วโมง แล้วแต่ขนาดของกลุ่มไข่ ไข่จะเคลื่อนออกมาทีละฟองบนกล้ามเนื้อเท้า (foot) ซึ่งขยับเป็นระลอก ดันส่งไข่ให้ขึ้นไปซ้อนอยู่ใต้ไข่ฟองที่ออกมาก่อนเป็นชั้น ๆ ไข่ที่ออกมาใหม่ ๆ จะอ่อนนิ่มและมีเมือกติดหลังจากนั้นจะเริ่มแห้งและแข็ง ไข่มีสีชมพูสดดูสวยงามเกาะติดกันเป็นกลุ่มยาว 2 - 3 นิ้ว แต่ละกลุ่มประกอบด้วยไข่ 388 - 3,000 ฟอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของแม่หอย ไข่แต่ละฟองมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.0 - 2.5 มิลลิเมตร ไข่ที่มีสีชมพูสดจะซีดจางลงเกือบเป็นสีขาวภายใน 7 - 12 วัน แล้วแตกออกลูกหอยภายในมีขนาดเท่าหัวหมุดเล็ก ๆ หนักประมาณ 1.7 มิลลิกรัมและมีลักษณะเหมือนตัวแม่ทุกอย่างแต่เปลือกนิ่ม ลูกหอยจะร่วงลงน้ำเริ่มกินพืชน้ำพวกสาหร่ายต่าง ๆ แล้วเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เปลือกจะแข็งหลังจากหล่นลงน้ำ 2 วัน และจะเริ่มคืบคลานได้เมื่อมีขนาด 2 - 5 มิลลิเมตร อัตราการฟักออกของไข่ร้อยละ 77 - 91 ที่อุณหภูมิประมาณ 34 องศาเซลเซียส ตัวแม่เมื่อออกไข่แล้วเว้น 4 - 10 วันจะวางไข่ได้อีกและสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปีจนอายุ 2-3 ปี

2.1.1.5 การกินอาหาร

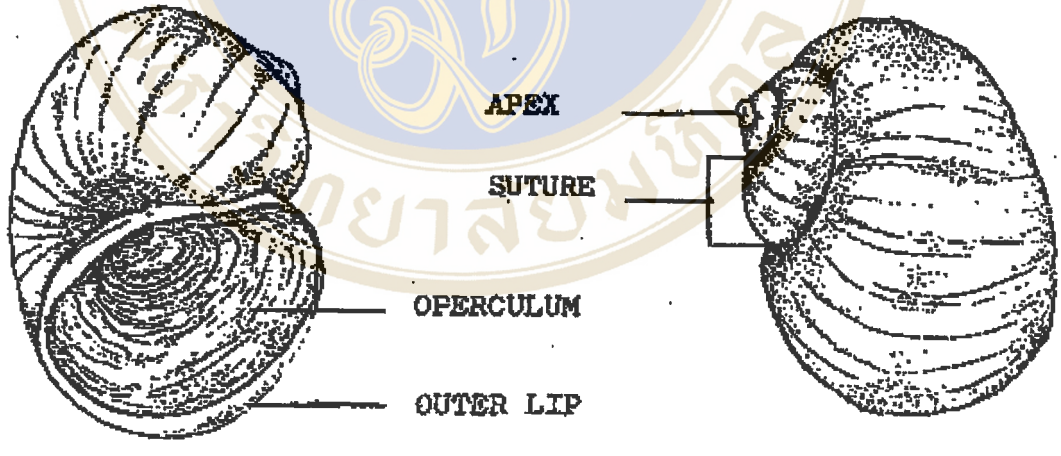
หอยเชอรี่กินพืชน้ำได้เกือบทุกชนิดที่มีลักษณะใบอ่อนนิ่ม เช่น แหน แหนแดง ไข่น้ำ ผักบุ้ง ผักกะเฉด สาหร่ายต่าง ๆ ยอดอ่อนผักตบชวา ต้นข้าวกล้ารวมทั้งซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยในน้ำที่อยู่ใกล้ๆ ตัวสามารถกินได้รวดเร็วเฉลี่ยร้อยละ 50 ต่อวันของน้ำหนักตัวและกินได้ตลอด 24 ชั่วโมง ในเวลากลางวันที่มีแสงแดดจัดหอยจะหลบอยู่ใต้เงาร่มของพืชน้ำต่าง ๆ หรืออาศัยอยู่ใต้ร่มเงาของต้นไม้ใหญ่ริมแหล่งน้ำหรือนาข้าวนั้นๆ แล้วกินอาหารตลอดเวลา นิตยาและคณะ (16) พบว่าพืชน้ำที่หอยเชอรี่ชอบกินมากที่สุด ได้แก่ สาหร่ายพุงชะโด และสาหร่าย หางกระรอก ส่วนข้าวก็เป็นพืชที่หอยเชอรี่ชอบกินมากเช่นกัน การกินอาหารหอยจะใช้ส่วนขากรรไกร (jaw) กัดอาหารแล้วส่งเข้าช่องปาก กล้ามเนื้อจะทำงานให้ส่วน radula ซึ่งเป็นเส้นบางคล้ายโซ่เต็มไปด้วยฟันแหลมจำนวนมากขยับไปมาขูดบด

Copyright by Mahidol University

อาหาร ฟันเหล่านี้มีจำนวนหลายร้อยซี่เรียงเป็นแถวขวางมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันระหว่างซี่ตรงกลางและริมมีจำนวนแตกต่างกันในแต่ละชนิดจึงใช้ ในการจำแนกชนิดหอยเชอรี่ด้วย

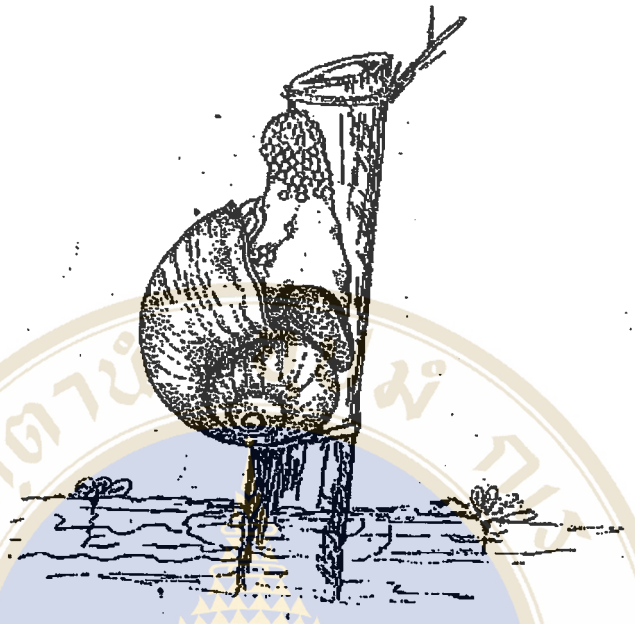
2.1.1.6 แหล่งที่อยู่อาศัย

หอยเชอรี่อาศัยอยู่ทั่วไปตามแหล่งน้ำทุกประเภทได้แก่ บึง สระ หนอง คลอง แม่น้ำ ลำธารและในน้ำตื้นเพียงไม่กี่นิ้วก็ตามก็ยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีขอเพียงแต่ให้มีอาหารบ้างและสภาพน้ำไม่เป็นกรดมากนัก อุณหภูมิที่พอเหมาะประมาณ 30 องศาเซลเซียส จากการสังเกตพบว่าแม้น้ำจะเน่าจนสีเกือบดำหอยก็ยังมีชีวิตอยู่ได้เพียงแต่อาจเจริญเติบโตไม่ดีและออกไข่น้อยกว่าปกติ

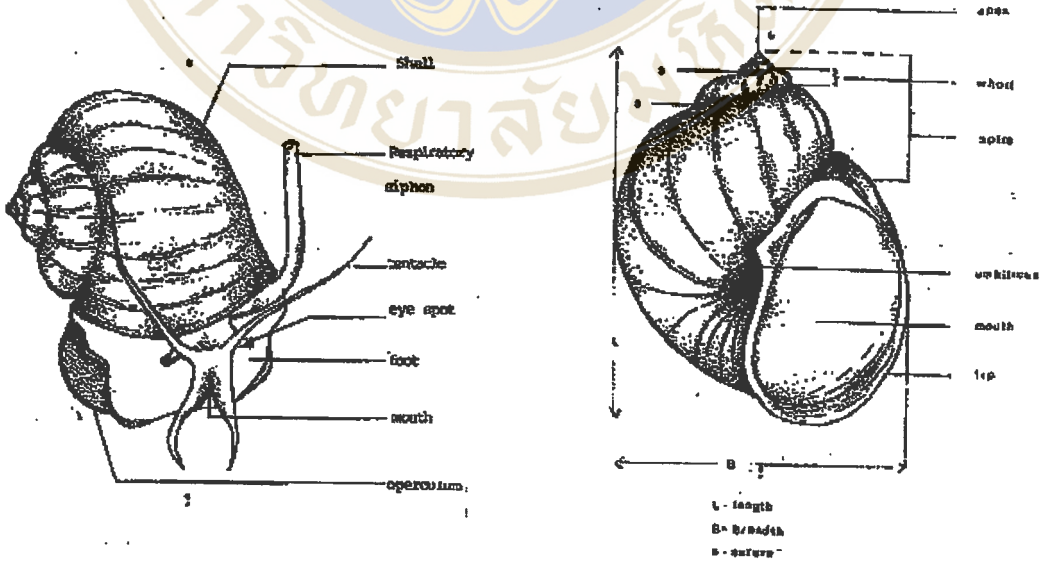


ภาพที่ 2 แสดงลักษณะภายนอกของหอยเชอรี่

Copyright by Mahidol University

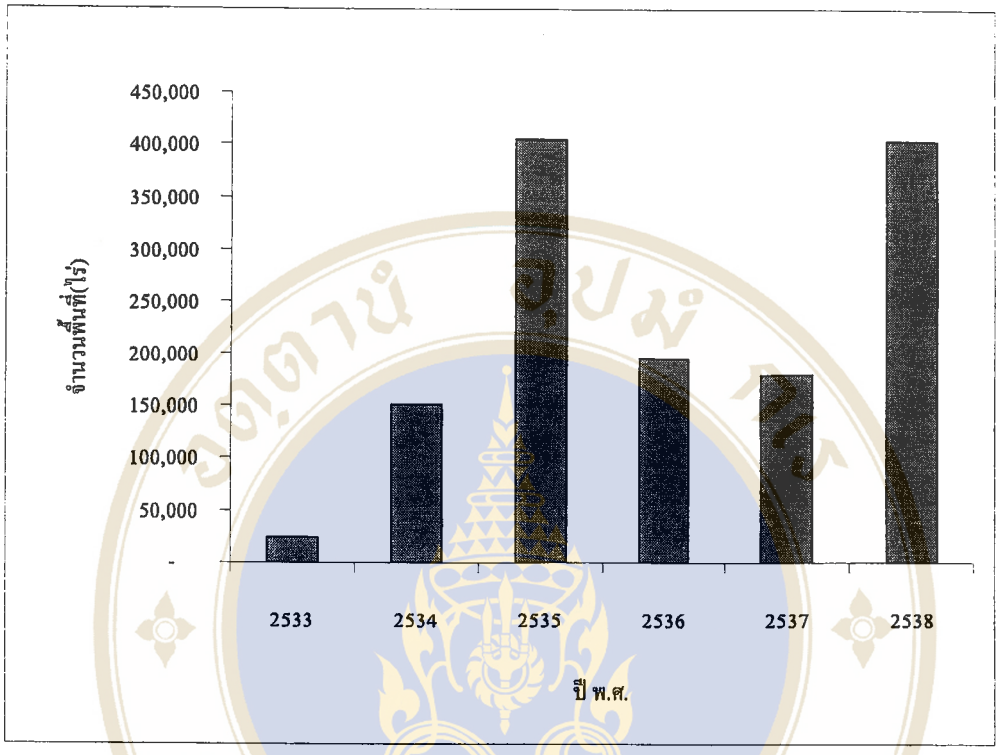


ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการวางไข่ของหอยเชอรี่บนหลักไม้



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะภายนอกของหอยเชอรี่ (*Pomacea canaliculata* Lamack)

Copyright by Mahidol University

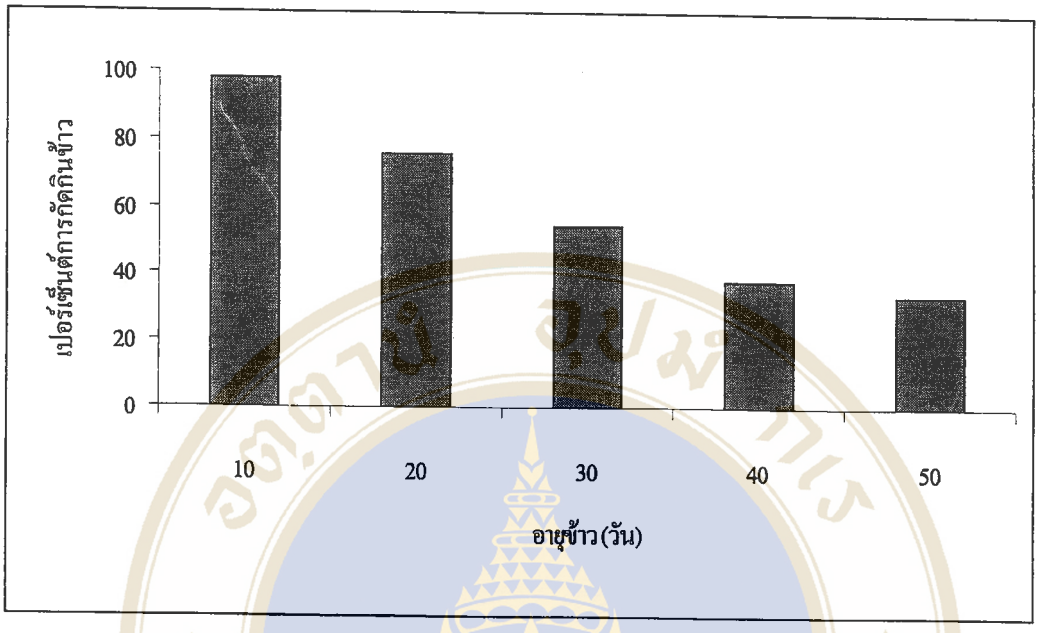


ภาพที่ 5 แสดงจำนวนพื้นที่การระบาดของหอยเชอรี่

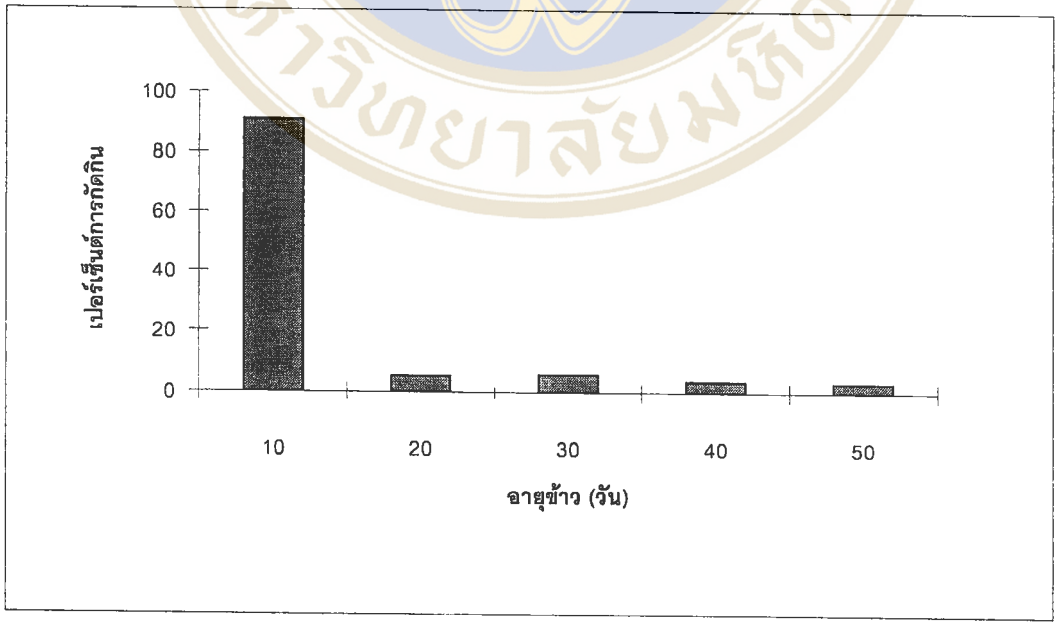
2.1.1.7 การทำลายข้าว

หอยเชอรี่ชอบกัดกินต้นข้าวระยะเป็นต้นกล้าและระยะปักดำใหม่ๆ ไปจนถึงระยะแตกกอเต็มที่จึงกินน้อยลง โดยเริ่มส่วนโคนต้นข้าวที่อยู่ใต้น้ำเหนือจากพื้นดิน 1/2 -1 นิ้ว จากนั้นกินส่วนใบที่ลอยน้ำจนหมด ขณะที่กินต้นข้าวส่วนของเท้า (foot) จะห่อล้อมกอข้าวไว้เพื่อพยุงลำตัวให้ลอยขึ้นจนขนานกับลำต้นใช้ส่วนปากกัดต้นข้าวกินตรงส่วนโคนก่อนแล้วกินส่วนใบจนหมด จากนั้นจะหยุดพักชั่วครู่เพื่อยื่นท่ออากาศขึ้นมาหายใจเหนือน้ำแล้วหดท่อลงเพื่อกัดกินก้านใบต่อไปอีกใช้ระยะเวลากินหมดทั้งก้านและใบนาน 1-2 นาที หอยขนาด 60.6 มิลลิเมตรกินต้นข้าวอายุ 10 วันได้ 26- 47 ต้นต่อวัน ชมพูนุทและทักษิณ (6) กล่าวว่าเมื่อทดสอบโดยให้หอยกินข้าวอายุต่างๆ กันทีละอายุข้าวจะพบว่าชอบกินข้าวที่มีอายุน้อยมากกว่า (ภาพที่ 6) และเมื่อให้หอยเชอรี่เลือกกินข้าวอายุ 10, 20,30, 40, 50 วัน พร้อมกันในเวลาเดียวกันพบว่าหอยจะเลือกกินข้าวอายุ 10 วันมากที่สุดเช่นกัน (ภาพที่ 7)

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 6 แสดงการกินต้นข้าวที่มีอายุต่างๆ กันของหอยเชอรี่เมื่อใส่ข้าวทีละอายุ ภายใน 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 7 แสดงการกินต้นข้าวใส่ข้าว 5 อายุพร้อมกัน ภายใน 24 ชั่วโมง

Copyright by Mahidol University

2.1.1.8 การจำศีล

หอยเชอรี่ที่อาศัยในนาข้าว เมื่อน้ำแห้งลงมันก็จะปิดฝา operculum แล้วหมกตัวอยู่ในโคลน แม้น้ำจะแห้งจนดินแตกระแหงเป็นเวลานาน 3-4 เดือน หอยก็ยังรอดตายอยู่ได้มากกว่าร้อยละ 80 แต่ถ้าหากหอยซุกอยู่ตามพงหญ้าก็จะรอดตายเพียงประมาณร้อยละ 40 ชมพูนุทและทักษิณ (15) กล่าวว่าที่ประเทศญี่ปุ่นหอยเชอรี่สามารถมีชีวิตอยู่รอดผ่านฤดูหนาวที่มีหิมะปกคลุมได้ จากการทดสอบโดยนำหอยใส่ตู้อบที่ตั้งอุณหภูมิ 0, -3 และ -6 องศาเซลเซียส พบว่าหอยจะตายภายใน 25, 3 และ 1 วัน ตามลำดับแสดงว่าในเขตอบอุ่นหอยจะทนอยู่ในฤดูหนาวได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิว่าต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสเพียงใด หอยขนาด 20-30 มิลลิเมตรจะมีความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำมากกว่าหอยขนาดใหญ่ ในประเทศญี่ปุ่นประชากรหอยจะเพิ่มขึ้น 3-9 เท่าต่อปีแม้ว่าจะผ่านฤดูหนาว สำหรับประเทศไทยไม่มีฤดูหนาว (winter) ดังนั้นประชากรของหอยน่าจะเพิ่มขึ้นมากกว่า 9-10 เท่าต่อปี นอกจากนี้ความแข็งของดินน้ำแห้งเร็วหรือช้าล้วนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการจำศีลด้วย

หอยขนาดใหญ่สุดเท่าที่พบในประเทศไทยขณะนี้มีขนาด 59.2 x 63.4 มิลลิเมตร สามารถจำศีล (Aestivation) อยู่ในดินแห้งได้นาน 7 เดือน โดยปิดฝาเมื่อน้ำเริ่มแห้งและคว่ำอยู่ในดินเพียงครึ่งตัว ดังนั้นจึงเป็นที่แน่นอนว่าหอยเชอรี่จะจำศีลอยู่ในพื้นนาตลอดฤดูแล้งบ้านเราได้แม้แต่ในท้องที่ปลูกข้าวนาน้ำฝนปีละเพียงครั้งเดียวก็ตาม

2.1.1.9 การเป็นพาหะนำโรค

เนื่องจากหอยเชอรี่อยู่ในวงศ์เดียวกันกับหอยโข่ง (*Pila sp.*)จึงอาจเป็นเจ้าบ้านตัวกลาง (intermediate host) ของหนอนพยาธิตัวกลม (Nematodes) เช่นเดียวกับหอยโข่งนั่นคือพยาธิ *Angiostronglus cantonesis* ,Chen ซึ่งผ่านเข้าสู่ร่างกายคนโดยการที่คนกินเนื้อหอยดิบ ๆ เช่น พล่าหรือยำหอย ถ้าหอยมีพยาธิอยู่ตัวอ่อนของพยาธิก็เข้าสู่คน ถ้าหากไปอยู่ที่สมองจะมีอาการเยื่อหุ้มสมองบวมอักเสบ (Eosinophilic meningo-encephalitis) คือ ปวดศีรษะ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียร คอแข็ง มีอัมพาตของส่วนใดส่วนหนึ่ง ถ้าพยาธิไชเข้าสู่ลูกตาก็ทำให้ตาบอด นอกจากนี้ยังอาจเป็นเจ้าบ้านตัวกลางของหนอนพยาธิ *Echinostoma ilocanum*,Gerrison ซึ่งเป็นพยาธิใบไม้ (trematode) ในลำไส้เมื่อคนกินหอยที่มีตัวอ่อนพยาธิเข้าไปจะเกิดอาการของกระเพาะอาหารและลำไส้ เช่น ปวดท้อง ท้องเดิน เป็นต้น เช่นเดียวกับการกินหอยโข่งดิบ Werner , F. (17)

Copyright by Mahidol University

2.1.1.10 ศัตรูธรรมชาติ

หอยเชอรี่มีศัตรูธรรมชาติหลายชนิด ได้แก่ นก เช่น นกกะปูดใหญ่ Greater Coucal (*Centropus siensis*) นกปากห่าง Asian Openbill (*Anastomus oscitans*) หนูชนิดต่าง ๆ ในนาข้าว เช่น หนูพุกใหญ่ (*Bandicota indica*) หนูพุกเล็ก (*Bandicota savilei*) รวมทั้งสัตว์เลี้ยง เช่น เป็ด ปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*) ปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciatus*)และแมลงบางชนิด ได้แก่ ตัวอ่อนของแมลงปอ (naisad) แมลงเหนี่ยง (water scavenger beetle-Hydrophilidae) ด้วงสี่ตา (whirlgig beetle-Gyrinidae) ตัวแก่ของมวนวน (backswimmers-Notonectidae) มวนกรรเชียง (water boatman-Corixidae) แมลงดานา (water bug-Belostomatidae) แมลงดาสวน (*Spaeroderma molestum*)มวนแมงป่อง(water scorpion bug-Nepidae) ด้วงดิ่ง (diving beetle-Dytifcidae) และ marsh fly-Sciomyzidae ตัวอ่อนของแมลงเหล่านี้ใช้ชีวิตอยู่ตามผิวน้ำจึงกินเนื้อลูกหอยเล็กๆ เป็นอาหาร นอกจากนี้มดแดง มดคันไฟและแมงมุมมีส่วนช่วยกินไข่หอยเชอรี่ที่ออกมาใหม่ๆ ในนาข้าวด้วย

2.1.1.11 การแพร่กระจายของหอยเชอรี่ในประเทศต่างๆ

ไต้หวัน มีการลักลอบนำเข้าประเทศเพื่อมาเลี้ยงในฟาร์มเพื่อการค้าระหว่างปี พ.ศ.2522 -2524 แต่เมื่อไม่มีผู้ซื้อเพราะเนื้อไม่อร่อยพอจึงถูกปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำความเสียหายให้แก่นาข้าวในระยะข้าวกล้า จากนั้นฝ่ายกักกันพืชได้ประกาศห้ามนำเข้าอีก อย่างไรก็ตามมีรายงานการระบาดและทำลายต้นข้าวครั้งแรกในปี 2525 ต่อมาระหว่างปี 2525 -2531 ต้องใช้จ่ายเงินถึงปีละ 1 ล้านดอลลาร์สำหรับเป็นค่าสารเคมีกำจัดหอย (molluscide) เพื่อใช้ในโครงการรณรงค์กำจัดหอยในเนื้อที่ 85,000 - 100,000 เฮกตาร์ ในจำนวนนี้เป็นเนื้อที่ทำนาข้าวรวมอยู่ด้วยเป็นจำนวนถึง 77,000 เฮกตาร์ จากเนื้อที่นาข้าวทั่วประเทศทั้งหมดประมาณ 501,492 เฮกตาร์ ขณะนี้รัฐบาลไต้หวันยังคงดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพื่อกำจัดหอยเชอรี่ให้หมดสิ้นแต่ยังประสบความสำเร็จน้อยมาก Cheng , E. Y. (18)

ญี่ปุ่น หอยเชอรี่ถูกนำมาเลี้ยงในฟาร์มเมื่อปี 2523 บางแห่งเลี้ยงตามคลองชลประทานทางตอนใต้ กระทั่งเริ่มสังเกตพบว่าหอยระบาดทำความเสียหายแก่ต้นข้าว บัว (lotus) rush และเผือกรัฐบาลโดยกระทรวงเกษตรจึงประกาศเป็นศัตรูพืชในปี 2526 และห้ามนำเข้าประเทศ แต่พบว่าหอยที่มีอยู่แล้วนั้นทำให้มีพื้นที่เสียหายเพิ่มขึ้นเป็น 3.3 เท่า และต่อมาเพิ่มเป็น 8.9 เท่าต่อปี แม้ว่าท้องที่ที่พบแพร่กระจายจะเพิ่มน้อยกว่าคือ 1.61 เท่าและ 1.59 เท่าต่อปีเท่านั้น พื้นที่เหล่านี้ต้องปลูกซ่อมข้าวใหม่ทั้งสิ้นในปี 2529 พบหอยแพร่ไปทั่วประเทศและพบประชากรหอย 12.1- 19.1 ตัวต่อตารางเมตร พื้นที่ที่พบว่ามีหอยที่ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ที่สุดมีเนื้อที่ถึง 6,000 เฮกตาร์ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 10 ของพื้นที่เพาะปลูกในย่านนั้น หอยได้ระบาดขึ้นไปทางตอนเหนือของประเทศแม้จะเป็นเขตอากาศหนาวก็ตาม โดยสามารถ

Copyright by Mahidol University

จำศีลและเมื่อผ่านฤดูหนาว แล้วเพิ่มประชากรได้เรื่อยๆ หอยขนาดความสูง 29,39, 48 และ 57 มิลลิเมตร จะกินต้นข้าวกล้าได้ 4.5, 6.3, 12.6 และ 23.5 ต้นต่อวันตามลำดับที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส Hirai and Yoshio. (19)

ฟิลิปปินส์ นำเข้าจากรัฐฟอริด้า สหรัฐอเมริกาและไต้หวันระหว่างปี 2523 -2526 เพื่อมาเลี้ยงเป็นอาหาร หอยเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วโดยในระยะแรกไม่มีใครคิดว่าจะกลายเป็นศัตรูพืช เมื่อมีการแพร่กระจายไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และคลองส่งน้ำระบบชลประทาน ไปสู่ไร่นาในปี 2528 ได้เริ่มมีรายงานจากเกษตรกรว่ามีหอยทำลายข้าวในนาและทำลายแปลงแหนแดง (azolla) เป็นครั้งแรก จากบริเวณตอนเหนือของเกาะลูซอน ซึ่งมีเนื้อที่ปลูกข้าว 80,420 เฮกตาร์ ปัจจุบันพบทั่วไปทั้งพื้นที่ปลูกข้าวและพื้นที่ว่างเปล่ามีเนื้อที่ถึง 130,000 เฮกตาร์ พบว่าในบางแห่งมีความหนาแน่นของประชากรหอยตั้งแต่ 5-20 ตัวต่อตารางเมตร บางท้องที่พบว่าประชากรหอยต่ำสุดคือ 0.5 ตัว ต่อตารางเมตร สามารถทำให้ต้นข้าวเสียหายร้อยละ 60.5 และถ้าประชากรสูงถึง 8 ตัวต่อตารางเมตร จะทำให้ต้นข้าวเสียหายร้อยละ 92.8 Saxena , R.C. (20)

ฮ่องกง เข้าประเทศในปี 2528 และแพร่กระจายไปทั่วแหล่งน้ำ บ่อน้ำและนาข้าว พืชที่พบถูกหอยทำลายมี ผักตบชวา, water spinach, บัว (lotus) และ water cress ฝ่ายควบคุมพืชแจ้งว่ามันสายเกินไปแล้วที่จะกำจัดหอยอย่างสิ้นซาก ปัจจุบันนี้พบการแพร่ระบาดในประเทศอื่นๆ อีก เช่น จีน ฮาวาย เวียตนาม กัมพูชา ปาปัวนิวกินี ซาบาห์ มาเลเซีย อินโดนีเซียและลาว

2.1.1.12 การแพร่กระจายและการระบาดของหอยเชอรี่ในประเทศไทย

จากการสอบถามเกษตรกรพบว่าได้มีการนำหอยเชอรี่เข้ามาจากประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน และฟิลิปปินส์ ในปี 2525-2526 เพื่อมาทำฟาร์มเลี้ยงส่งขายประเทศญี่ปุ่นและขายเป็นหอยสวยงาม ตามร้านตู้ปลาในสวนจตุจักร การแพร่กระจายครั้งแรกในนาข้าวในตอนต้นปี 2530 ในนาทดลองสถานีทดลองข้าวบางเขน กรมวิชาการเกษตร สอบถามได้ว่านิสิตภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำมาปล่อยในคลองส่งน้ำของสถานีทดลองพบว่าหลังจากการปล่อยประมาณ 1 สัปดาห์ เป็นแม่หอยขนาดใหญ่ทั้งสิ้นและได้เริ่มไข่ กลุ่มไข่เกาะตามผนังคอนกรีตของท่อส่งน้ำเป็นจำนวนมากจนกระทั่งต้นปี 2531 ประชากรหอยได้เพิ่มขึ้นจนเกิดการระบาดทำลายข้าวเสียหายทั่วแปลงทดลองของสถานีทั้ง 100 ไร่

พฤษภาคม 2531 ได้รับรายงานการระบาดเป็นครั้งแรกในนาข้าวราษฎรท้องที่หมู่ที่ 7 ต.ศีรษะจรเข้น้อย อ.บางพลี จ.สมุทรปราการตามมาด้วย อ.กระทุมแบน จ.สมุทรสาคร จนถึงขณะนี้พบว่าหอยเชอรี่ระบาดทำลายข้าวเสียหายในจังหวัดต่างๆ ประมาณ 43 จังหวัด ประกอบกับปี 2538 ได้เกิด

Copyright by Mahidol University

อุทกภัยเกือบทั่วประเทศครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 65 จังหวัด จึงพยากรณ์ได้ว่าหอยเชอรี่ จะแพร่กระจายต่อไปตามแหล่งน้ำ ลำธาร คลอง แม่น้ำต่างๆ จนทั่วประเทศในเวลาสั้นกว่าที่คาดไว้ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของหอยเป็นอย่างมาก อีกประการหนึ่งเป็นเพราะในระยะแรกประชาชนส่วนใหญ่ไม่รู้จักหอยเชอรี่และอันตรายของมัน จึงมักนำไปเลี้ยงเพื่อดูเล่นหรือเป็นอาหาร มนุษย์จึงเป็นตัวการสำคัญที่ช่วยแพร่พันธุ์หอยออกไปให้กว้างขวางและรวดเร็วยิ่งกว่าการแพร่ตามธรรมชาติโดยไปตามน้ำหรือตามแหล่งที่เกิดน้ำท่วม นอกจากกัดทำลายข้าวแล้วยังมีรายงานความเสียหายจากบ่อปลูกผักกะเฉดและผักบุ้งในท้องที่ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี, สระปลูกบัวชนิดต่างๆ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, แปลงทดลองปลูกแหนแดง (azolla)และสาหร่ายญี่ปุ่นชนิดต่างๆ ของกรมวิชาการเกษตร, สาหร่ายน้ำจืดและบัวสวยงามชนิดต่างๆ ของสวนธนบุรีรมย์, นากระจับและนาแห้วในจังหวัดสุพรรณบุรี เป็นต้น

2.1.13 การป้องกันกำจัด

การป้องกันกำจัดหอยเชอรี่มีอยู่ 2 รูปแบบ ดังนี้

ก)ในท้องที่ที่ยังไม่มีหอยเชอรี่ระบาดเกษตรกรควรป้องกันหอยเข้าที่นาของตนดังนี้

1. การสูบน้ำจากคลองส่งน้ำหรือลำคลองเข้านาต้องใช้ตาข่ายไนล่อนตาถี่ (สีฟ้า) ปิดปากท่อหรือใช้ตะแกรงทำด้วยตาข่ายกั้นทางน้ำเพื่อเป็นการป้องกันลูกหอยติดมากับน้ำเข้าในนา

2. ต้องหมั่นตรวจตราตามคันนาอย่างสม่ำเสมอดูว่าต้นหญ้าริมคันนาส่วนที่อยู่เหนือน้ำมีไข่หอยสีชมพูสดเป็นกลุ่มยาวบ้างหรือไม่ ถ้าพบต้องรีบขูดออกไปทำลายโดยทุบทิ้งหรือเผาไฟ เพราะถ้าทิ้งไว้ประมาณ 7 วันไข่จะฟักเป็นตัวหล่นลงในน้ำได้อีก แม้ว่าไข่หอยฟักเป็นตัวหล่นลงบนพื้นดินแห้งก็ตามก็ยังฟักตัวได้นาน 1-2 เดือน รอจนกว่าจะมีฝนมาชะล้างลงแหล่งน้ำแล้วเจริญเติบโตต่อไปได้อีก เพราะฉะนั้นการเก็บไข่หอยมาทำลายต้องให้แน่ใจว่าได้ทำลายจนหมดสิ้นการทำลายโดยวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีการกำจัดที่ดีมากคือกำจัดได้ครั้งละมากๆ เนื่องจากไข่หนึ่งกลุ่มมีตัวหอย 400-3,000 ตัวนั่นเอง

3. เมื่อเริ่มพบตัวหอยในบริเวณที่นาและรอบๆ บ้าน ให้เก็บมาทุบทำลายเสียหรือถ้าจะนำมาเป็นอาหารต้องทำให้สุกก่อนบริโภค เช่น ต้มในน้ำให้เดือดอย่างน้อย 5 นาทีขึ้นไป การนำไปลวกกับน้ำร้อนเท่านั้นไม่ทำให้ตัวอ่อนของหนอนพยาธิตาย เมื่อรับประทานเข้าไปอาจติดต่อเข้าสู่ร่างกายได้

ข) ในท้องที่ที่มีหอยกำลังระบาดทำลายต้นข้าวในนาจะต้องพยายามป้องกันไม่ให้หอยแพร่พันธุ์ออกไปมากกว่าเดิม โดยปฏิบัติดังนี้

Copyright by Mahidol University

1. ขณะเตรียมดิน

1.1 เก็บไข่หอยและตัวหอยจากนาข้าวมาทำลายให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ควรเก็บในช่วงเช้าหรือเย็นซึ่งเป็นเวลาที่แสงแดดอ่อนและน้ำในนาไม่ร้อนจัดถ้าหากแสงแดดจัด หอยจะไปหลบซ่อนอยู่ในบริเวณน้ำลึกหรือหมกตัวกับโคลนทำให้หาตัวลำบากในการเก็บหอยอาจใช้ใบไม้ เช่น ใบมะละกอทิ้งลงไปในน้ำเพื่อเป็นเยื่อล่อหอยให้เข้ามากินและหลบแดดพักอยู่ใต้ใบทำให้เก็บหอยได้ง่ายและได้ปริมาณมากขึ้น วิธีเก็บหอยให้สะดวกใช้กระชอนสำหรับช้อนลูกปลาต่อด้ามถือให้ยาวขึ้นเพื่อช้อนหอยโดยไม่ต้องก้มหลังรวบรวมใส่กระป๋องหรือถุงพลาสติกนำมาทำลาย อย่ากองทิ้งไว้บนคันนาเพราะหอยไม่ตาย

1.2 ปล่อยฝูงเป็ดเข้าช่วยเก็บกินหอยขนาดเล็กที่หลงเหลือหลังจากใช้แรงคนเก็บด้วยมือ

1.3 การไถนาเพื่อเพาะปลูกขณะทำการไถและคราด รถไถและลูกทุบจะทำให้หอยเปลือกแตกเป็นการกำจัดหอยไปได้จำนวนหนึ่ง แต่อาจมีปัญหาเรื่องถูกเปลือกหอยบาดเท้าเนื่องจากเปลือกหอยบางและคมมาก

1.4 หากมีการนำน้ำเข้านาต้องใช้ตาข่ายไนล่อนตาถี่ทำเป็นแผงกั้นทางน้ำเข้าหรือกรองที่ปลายท่อสูบน้ำและคอยเก็บหอยออกจากตาข่าย

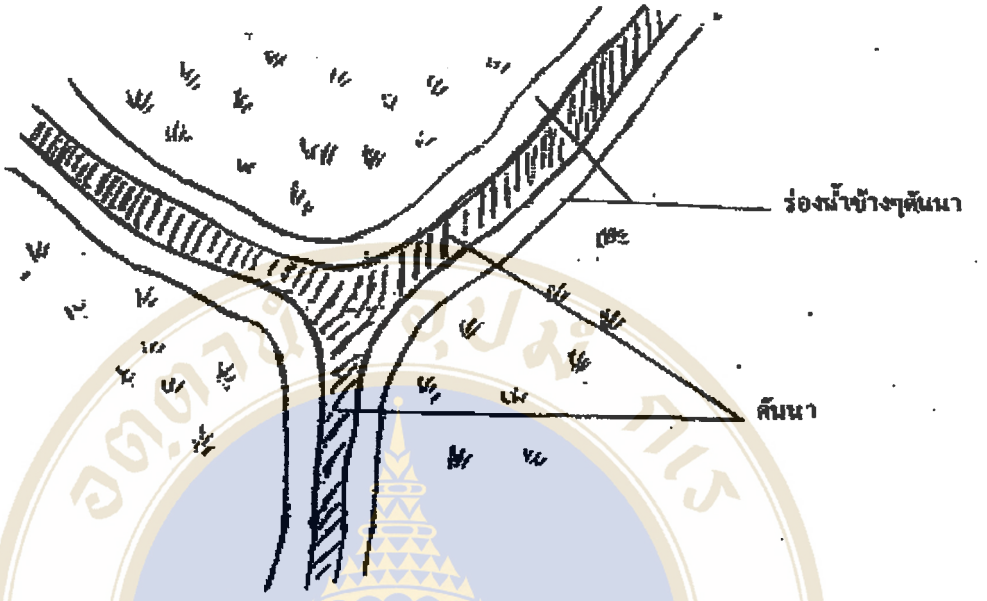
ในขณะเตรียมดินยังมีวิธีกำจัดอีกวิธีหนึ่งสามารถทำลายหอยที่มีอยู่ในนาขณะนั้นได้คือทำร่องน้ำเล็กขนาดกว้างประมาณ 30 เซนติเมตร ลึก 5-6 เซนติเมตร ข้างๆ คันนาไว้ก่อน เพื่อระบายน้ำออกเมื่อหว่านข้าว หอยที่เหลืออยู่ในนาจะมารวมกันในร่องน้ำเล็กๆ ดังกล่าวเพื่ออาศัยในน้ำให้นานที่สุด เมื่อข้าวงอกได้สิบกว่าวันและมีการไขน้ำกลับเข้ามาน้ำจะท่วมในร่องน้ำก่อน หอยที่ฝังดินอยู่จะเริ่มออกเคลื่อนไหวสามารถใช้วิธีช้อนหอยออกไปทำลายหรือใช้สารฆ่าหอยใส่เฉพาะในร่องน้ำนี้เป็นการประหยัดแรงงานและสารกำจัดหอยได้อีกทางหนึ่งในนาดำก็สามารถปฏิบัติได้เช่นกัน

2. ในระหว่างปลูกข้าว

2.1 เมื่อหว่านข้าวหรือดำข้าวแล้วหากมีการสูบน้ำเข้านาทุกครั้งต้องใช้ตาข่ายไนล่อนตาถี่กั้นทางน้ำเข้าเพื่อกันไม่ให้มีหอยเข้ามาเพิ่มในนาอีก

2.2 ต้องหมั่นสำรวจดูไข่หอยอย่างน้อยทุกสัปดาห์ เพราะถ้ายังมีแม่หอยเหลืออยู่หอยจะวางไข่ซึ่งมองเห็นไข่สีชมพูสดชัดเจน ต้องรีบทำลาย

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 8 แสดงการทำร่องน้ำขนาดเล็กเพื่อกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าว

2.1.1.14 การใช้สารเคมี

การป้องกันกำจัดโดยการใช้สารเคมีควรใช้เป็นวิธีการสุดท้ายกรณีที่มีการระบาดและมีความเสียหายมากเท่านั้นเพราะสารฆ่าหอยก็เช่นเดียวกับสารเคมีทั่วไปล้วนเป็นพิษต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น ปลา กุ้ง ตลอดจนผู้ใช้เองสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดหอยเชอรี่ ได้แก่

ก) นิโคลซาไมด์ (niclosamide) หรือชื่อการค้าไบลูสไซด์ (Bayluscide 70 เปอร์เซ็นต์ WP) มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีเหลือง ผสมน้ำคนให้ละลายดีแล้วรดด้วยบัวรดน้ำหรือตักราดหรือใส่เครื่องฉีดพ่นในอัตรา 50 กรัมต่อไร่ เมื่อระดับน้ำในนาข้าวสูงไม่เกิน 5 เซนติเมตร

ข) เมทัลดีไฮด์ (metaldehyde) ชื่อการค้าแองโกล-สลัก 5 เปอร์เซ็นต์(Anglo slug 5 เปอร์เซ็นต์) หรือเดทมีล 4 เปอร์เซ็นต์ (Dead meal 4 เปอร์เซ็นต์) เป็นเหยื่อพิษสำเร็จรูปอัดเม็ด ปกติเป็นสารกำจัดหอยทากบก (land snail) และตัวทาก (slug) ซึ่งมีหลายชนิดที่เป็นศัตรูพืชผัก ในการกำจัดหอยเชอรี่ใช้หว่านในอัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อระดับน้ำสูงไม่เกิน 5 เซนติเมตร

ค) โปรเทก (Protek) เป็นสารสกัดจากพืชหรือส่วนของพืชบดเป็นผง ใช้หว่านลงในน้ำในนาข้าวอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อระดับน้ำสูง 5 เซนติเมตร

ง) คอปเปอร์ ซัลเฟต (copper sulfate) ผสมน้ำคนให้ละลายน้ำแล้วรดด้วยบัวรดน้ำหรือตักราดหรือใส่เครื่องฉีดพ่นในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อน้ำในนาข้าวสูงไม่เกิน 5 เซนติเมตร

Copyright© by Mahidol University

สารฆ่าหอยต่าง ๆ ดังกล่าวสามารถเลือกใช้เพียงชนิดใดชนิดหนึ่งในกรณีที่จำเป็นเท่านั้นและขอแนะนำให้ใช้เพียงครั้งเดียวต่อฤดูปลูกข้าวทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและสารฆ่าหอยส่วนมากจะป้องกันต้นข้าวได้นาน 2-3 สัปดาห์ ถ้าหากใช้ในขณะระดับน้ำสูงกว่า 5 เซนติเมตรจะสิ้นเปลืองสารเคมี แต่หากระดับน้ำต่ำเกินไปหอยจะปิดฝาและหมกตัวอยู่ในโคลนทำให้ไม่ได้รับสารจึงอาจไม่ตายและที่สำคัญอีกประการหนึ่งเพื่อลดมลภาวะในธรรมชาติให้มากที่สุด

ข้อควรพิจารณาในการกำจัดหอยเชอรี่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดควรปฏิบัติดังนี้

1. การกำจัดหอยเชอรี่ควรใช้วิธีผสมผสานโดยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพในนาของแต่ละรายจะใช้เพียงวิธีการใดวิธีเดียวไม่ได้

2.การเก็บทำลายไข่หอยและแม่หอยเป็นวิธีที่ดีวิธีหนึ่ง เพราะช่วยลดประชากรหอยคราวละมากๆ

3. การใช้ตาข่ายตาถี่กั้นน้ำเข้านาจะช่วยป้องกันระบาดซ้ำได้อีก

4. การร่วมมือกันป้องกันรณรงค์กำจัดหอยอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอจะช่วยลดปัญหาการระบาดที่จะเกิดขึ้นภายหน้าได้แน่นอน

2.1.1.15 คุณค่าทางอาหารของหอยเชอรี่

สำนักงานเกษตรจังหวัดอุทัยธานี(5) รายงานว่าได้จัดส่งตัวอย่างหอยเชอรี่บดตากแห้งเพื่อวิเคราะห์หาโภชนะต่างๆ โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และบริษัทลีอาหารสัตว์จำกัด มีดังนี้

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนะต่างๆ ของเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งและหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือก (หน่วย : เปอร์เซ็นต์)

โภชนะ	เนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้ง		หอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือก	
	ม.เกษตรศาสตร์	บ.ลีพัฒนาอาหารสัตว์	ม.เกษตรศาสตร์	บ.ลีพัฒนาอาหารสัตว์
ความชื้น	1.42	3.16	3.01	2.05
โปรตีน	56.70	56.25	12.37	10.7
ไขมัน	3.07	1.51	0.73	0.29
เยื่อใย	1.92	5.27	1.17	0.32
เถ้า	24.79	20.66	79.79	81.65
แคลเซี่ยม	1.50	6.91	79.8	0.87
ฟอสฟอรัส	1.46	0.82	0.38	0.13
พลังงานรวม (kcal/kg.)	3,725.72	-	753.92	-

ที่มา : สำนักงานเกษตรจังหวัดอุทัยธานี

2.1.1.16 การใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่

ประดิษฐ์ (21) กล่าวว่า มีการนำหอยเชอรี่มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารของคนอย่างหนึ่งที่ได้ผลดีสามารถลดปริมาณของหอยเชอรี่ลงได้ถึง 8,400 กิโลกรัม คือการที่ให้กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 42 กลุ่ม จับหอยเชอรี่จากแหล่งที่ไม่มีการใช้ สารเคมีมาทำน้ำปลา โดยนำตัวหอยเชอรซึ่งเก็บมาจากแปลงนาข้าวที่ไม่มีการใช้สารเคมีมาล้างด้วยน้ำ ให้สะอาดทุบแกะตัวหอยออกมาล้างเอาเมือกออกด้วยน้ำสารส้มแล้วล้างด้วยน้ำเปล่าให้สะอาดนำมาผ่านกระบวนการ ผลิตน้ำปลาแล้วบรรจุขวดปิดฝาให้สนิทนำไปผึ่งแดด 1 เดือนแล้วนำมาบริโภคได้เลย นอกจากนั้นเนื้อหอยเชอรี่สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่น ยำหอยเชอรี่ ลาบหอยเชอรี่ แกงเผ็ดหอยเชอรี่และนำมาทำน้ำปลาที่มีรสชาดอร่อย จากรายงานตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำปลา หอยเชอรี่ ของกลุ่มงานพิษวิทยาศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ จังหวัดพิษณุโลก พบว่าไม่มีสารพิษกำจัดแมลง ประเภท

Copyright by Mahidol University

Organophosphates, Carbamates, Organochlorines และสารพิษกำจัดวัชพืช Paraquate ตกค้างอยู่เลย แสดงว่าสามรถนำมาใช้ประกอบอาหารบริโภคได้อย่างปลอดภัย

รุ่งสุรีย์ (22) กล่าวว่ามีเกษตรกรท้องที่ จ. สุพรรณบุรี ที่ใช้ประโยชน์จากหอยเชอรี่เพื่อเป็นอาหารสัตว์อีก 2 รายคือ รายหนึ่งเลี้ยงเป็ดอยู่ประมาณ 17,000 ตัว ในหนึ่งวันจะผสมอาหารสำหรับเลี้ยงเป็ดจำนวน 1,460 กิโลกรัม เมื่อคิดเป็นต้นทุนเลี้ยงเป็ดต่อวันแล้ว จะต้องลงทุนสำหรับเป็นค่าอาหารวันละประมาณ 8,000 บาท ซึ่งคิดเป็นมูลค่าต่อกิโลกรัมตกกิโลกรัมละประมาณ 5.50 บาท ใช้หอยเชอรี่บดให้เป็ดกินตามแต่จะหาได้ โดยวิธีบดหอยเชอรี่สดให้เป็ดกินทดแทนอาหารผสม ปรากฏว่าเมื่อเป็ดกินหอยเชอรี่สดแล้วในอัตราส่วนเท่าไรก็แล้วแต่ จะลดการกินอาหารผสมลงไปในอัตราส่วนที่เท่าๆ กัน ตัวอย่างเช่น หากนำหอยเชอรี่มาบดให้เป็ดกินวันละ 500 กิโลกรัม เป็ดจะกินอาหารผสมลดลงไปประมาณ 500 กิโลกรัมเช่นเดียวกัน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการเลี้ยงเป็ด ในการซื้ออาหารผสมได้วันละ 2,750 บาท ผลปรากฏว่าการใช้หอยเชอรี่มาทดแทนอาหารผสมเป็นบางส่วน วันไหนไม่มีหอยเชอรี่เป็ดก็จะกินอาหารผสมในอัตราส่วนเท่าเดิมทุกวัน จึงไม่ทำให้เป็ดไข่ลดลงแต่อย่างใดและในโอกาสต่อไปจะเริ่มมีการรับซื้อหอยเชอรี่อย่างจริงจัง ในราคากิโลกรัมละ 1.00 บาท หากปริมาณหอยเชอรี่มีมากเกินความต้องการของเป็ดในแต่ละวัน ก็จะกั้นบ่อน้ำสำหรับขังหอยเชอรี่เพื่อสำรองไว้ในวันที่หอยเชอรี่ขาดอีกด้วย ส่วนอีกรายเป็นเกษตรกรรายย่อยเลี้ยงเป็ดจำนวน 50 ตัว ซึ่งอาหารประจำวันที่ให้เป็ดกินก็คือ ใช้ข้าวเปลือกที่มีอยู่ผสมรำข้าวที่พอจัดหาได้ให้เป็ดกินทุกวัน จะมีรายได้ต่อเดือนประมาณ 1,500-2,000 บาท ต่อมาจึงได้เริ่มเก็บหอยเชอรี่ในนาของตนเองมาบดให้เป็ดกินไปพร้อมๆ กัน สามารถลดอาหารผสมได้ถึงครึ่งหนึ่งเลยทีเดียว ทำให้ลดต้นทุนการเลี้ยงเป็ดได้อย่างมาก

ธาร (9) กล่าวเพิ่มเติมว่า หอยเชอรี่บดแล้วนำไปผสมข้าวเปลือก 15 กิโลกรัม สามารถนำไปใช้เลี้ยงเป็ดแล้วได้ผลดีหรือถ้าบดหอยจำนวนมากก็นำไปตากแดดไว้ 5-6 วันให้แห้งแล้วจึงเก็บไว้ ถ้าจะนำมาเลี้ยงเป็ดภายหลังก็นำมาผสมรำ 5 ส่วน ปลายข้าว 8 ส่วนต่อหอย 1 ส่วน นอกจากนั้นการนำหอยเชอรี่มาเลี้ยงเป็ดยังสามารถลดต้นทุนการผลิตหัวอาหารโดยเฉลี่ยเป็ด 500 ตัว/วัน สามารถลดค่าอาหารได้ถึง 200 บาท และเกษตรกรข้างเคียงที่ไม่ได้เลี้ยงเป็ดก็สามารถ เก็บหอยมาขายให้กับฟาร์มเลี้ยงเป็ดได้ กิโลกรัมละ 1.00 บาท นอกจากจะเป็นรายได้แล้วยังเป็นการ กำจัดศัตรูข้าวได้อีกทางหนึ่งด้วยและมีเกษตรกรท้องที่ จ. อุทัยธานี กล่าวว่าตนเองได้เลี้ยงเป็ดจำนวน 500 ตัว เมื่อก่อนใช้ปลายข้าว รำ หัวอาหารในการเลี้ยงเป็ด เป็ดจะไข่ประมาณร้อยละ 70 แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้หอยเชอรี่ในการผสมอาหารเลี้ยงเป็ดเป็ดจะไข่เพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 20 ไข่ที่ออกมา เปลือกจะแข็ง ลูกใหญ่ ไข่แดงจะสีแดงสด และนอกจากนั้นยังลดค่าใช้จ่ายลงตัวละ 50 สตางค์/วัน นับได้ว่าเป็นการนำบทเรียนใน

Copyright by Mahidol University

อดีตมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม นอกจากเป็นการลดต้นทุนการผลิต เพิ่มรายได้แล้วก็จะสามารถป้องกันการระบาดของหอยเชอรี่ได้ดีอีกทางหนึ่งด้วย นอกจากนั้นแล้วยังมีการนำหหอยเชอรีมาใช้ในการเลี้ยงตะพาบน้ำและอื่นๆ แต่ยังไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลในทางวิชาการแต่อย่างใด

2.2 ปลาป่น

2.2.1 การใช้ประโยชน์จากปลาป่น

James and Harold (49) กล่าวว่า โดยทั่วไปปลาป่นมีความน่ากินน้อยกว่าเนื้อป่น แต่ส่วนประกอบ ของโปรตีนในปลาป่นจะมีปริมาณและคุณภาพดีกว่าเนื้อป่น เป็นที่น่าเชื่อถือได้ว่าการใช้ปลาป่น ในสูตรอาหารสัตว์ปีกจะช่วยให้เป็นแหล่งของไวตามินและแมงกานีสมากกว่าการใช้เนื้อป่นในสูตรอาหารและยังมีความผันแปรอยู่มาก

Morley (50) กล่าวเสริมว่า ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรประมงนั้จะถูกทำให้แห้งและบดละเอียดเพื่อนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ปีกอย่างกว้างขวาง ปลาป่นที่ดีควรมีส่วนประกอบของเกลือไม่เกินร้อยละ 3 ปลาป่นที่ทำจากส่วนหัวและหางจัดเป็นปลาป่นคุณภาพต่ำ การผลิตปลาป่นเพื่อการค้าด้วยหม้อนึ่งความดันจะทำให้คุณภาพดีกว่าเนื้อป่น ส่วนประกอบของปลาป่นคุณภาพดีควรอยู่ระหว่างร้อยละ 55 – 60 และเป็นแหล่งที่สมบูรณ์ของกรดอะมิโนและไวตามินบี 12

อังคณาและคณะ (10) กล่าวว่า ปลาป่นเป็นอาหารจากสัตว์ที่ใช้กันมากที่สุดในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ประเทศไทยมีการจับปลาทะเลมากและปริมาณปลาที่จับได้ประมาณ ร้อยละ 40 เป็นปลาที่ไม่เหมาะที่จะใช้เป็นอาหารคน ปลาป่นที่ทำจากปลาเหลือใช้เหล่านี้ ในปัจจุบันได้ใช้เป็นอาหารสัตว์ ในประเทศและส่งจำหน่ายต่างประเทศเป็นจำนวนมากทุกปี ปลาป่น ที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นปลาขนาดเล็กที่มีน้ำมันน้อย ฉะนั้นจึงไม่ใช้กรรมวิธีอัดน้ำมันออกแต่จะใช้วิธีอบแห้งโดยตรงทำให้ได้ปลาที่มีโปรตีนต่ำกว่ามาตรฐานของปลาป่นที่ดีและมีน้ำมัน ปลาป่นมาตรฐานจะต้องมีโปรตีนสูงตั้งแต่ร้อยละ 55 ขึ้นไปจนถึงร้อยละ 65 หรือมากกว่า โปรตีนของปลาป่นมีคุณภาพสูงกว่าโปรตีนจากสัตว์ชนิดอื่นทุกชนิด ปลาป่นมี แคลเซียม และ ฟอสฟอรัสสูงมาก นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี 12 อยู่มากด้วย เหมาะอย่างยิ่งสำหรับใช้เป็น อาหารไก่และสุกรปลาป่นในต่างประเทศจะทำโดยอาศัยไอน้ำร้อนหรือลมร้อน มีโปรตีนรวมประมาณ ร้อยละ 65 โดยทั่ว ๆ ไปปลาป่นจะมีไลซีน เมทไธโอนีน และทริปโตเฟนอยู่สูง เหมาะสำหรับใช้ ผสมอาหารที่มีพวกเมล็ดธัญพืชโดยเฉพาะข้าวโพด แร่ธาตุมีอยู่ประมาณร้อยละ 21 โดยเฉพาะ Ca (8เปอร์เซ็นต์) P(3.5เปอร์เซ็นต์) และมีแร่ธาตุปลีกย่อยอื่น ๆ อีกหลายตัวรวมทั้ง Fe และ Mn เป็นแหล่งที่มีไวตามินบีมาก โดยเฉพาะ บี12 โคลีน และไรโบเฟลวิน นอกจากนี้ยังมีพวกสาร

Copyright by Mahidol University

ช่วยเจริญเติบโตที่รู้จักกันในรูป Animal protein factor (APF) ปลาป่นใช้มากในสัตว์กระเพาะเดี่ยว และมีคุณค่ามากสำหรับลูกสัตว์เคี้ยวเอื้อง ส่วนใหญ่จะใช้ในอาหารสัตว์อ่อน ซึ่งต้องการโปรตีน และ Essential amino acid (EAA) ที่สูงเป็นบางตัวโดยเฉพาะ และยังเป็นตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยผลของ APF บางที สูตรอาหารใช้ปลาป่นถึงร้อยละ 15 ในสัตว์อายุมากที่ต้องการโปรตีนน้อยลงอาจใช้ปลาป่นเพียงร้อยละ 5 แต่ในช่วงสุดท้ายของอาหารสัตว์ขุน จะไม่มีการให้ปลาป่นเลย ทั้งนี้เป็นเหตุผลทางเศรษฐกิจ คือ สัตว์ในเวลานี้ต้องการโปรตีนมาก ในอาหารอื่น ๆ ที่ให้ไปพอเพียงอยู่แล้ว และอีกประการเพื่อขจัดกลิ่นสีของปลาป่นในอาหารสัตว์ เรื่องนี้ต้องคำนึงถึงทั้งในสัตว์ที่กำลังให้นมและให้ไข่ด้วย แต่ถ้าจำเป็นไม่ควรใช้ต่ำกว่าร้อยละ 5 สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องที่โตแล้วสามารถสังเคราะห์กรดอะมิโน และไวตามินบี โดยอาศัยจุลินทรีย์ปลาป่นจึงมีความสำคัญ แต่สัตว์เคี้ยวเอื้องจะได้รับประโยชน์จากปลาป่นในแง่แร่ธาตุ และ APF ด้วยเหตุนี้บางครั้งเราจึงเติมปลาป่นให้แก่สัตว์เคี้ยวเอื้องที่ระดับไม่เกินร้อยละ 5 ของอาหาร

สุวรรณและคณะ (23,24) กล่าวว่าในไก่ไข่ที่กำลังเติบโตถ้าไม่มีโปรตีนจากสัตว์อย่างอื่นการใช้ปลาป่นอย่างดีร้อยละ 5-10 จะช่วยให้คุณภาพอาหารดีขึ้น อาหารผสมจะใช้ปลาป่นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับราคาและคุณภาพของปลาป่นนั้นๆ ปลาป่นจืดมีคุณภาพดี ปลาป่นมีไอโอดีนไวตามินบีต่างๆ และไวตามินอีสูงมาก มีไรโบเฟลวินสูง มีไวตามินเอและไวตามินดีน้อย มีแคลเซียมประมาณร้อยละ 4 และฟอสฟอรัสประมาณร้อยละ 2 การเลือกใช้ปลาป่นควรถือคุณภาพสูงเป็นสำคัญ ไม่ควรใช้ ปลาป่นที่มีเกลือเกินกว่าร้อยละ 3 อัตรานี้ใช้ปลาป่นผสมในอาหารควรอยู่ระหว่างร้อยละ 5 – 10

อุทัย (25) กล่าวว่า ปลาป่นเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้โปรตีนสูงทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ปลาป่นที่ผลิตในประเทศไทย มิได้ทำจากปลาชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ โดยทั่วไปมักทำจากเศษปลาหรือปลาเป็ดที่ไม่สามารถใช้เป็นอาหารคนได้ ดังนั้นปลาป่นที่ผลิตได้จึงมีความผันแปรของส่วนประกอบทางเคมีค่อนข้างสูง ปลาป่นแท้ๆ จะมีโปรตีนระหว่าง 50 – 65 เปอร์เซ็นต์ และมีกรดอะมิโนประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ปลาป่นยังประกอบด้วยแร่ธาตุปริมาณสูงถึง 20 – 24 เปอร์เซ็นต์ ในจำนวนนี้จะเป็นแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัสจำนวน 5 – 8 และ 3 – 3.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปลาป่นที่ผลิตจากบางโรงงานอาจไม่ได้อัดเอาน้ำมันออก ทำให้ปลาป่นมีไขมันสูงหืนง่าย เนื่องจากปลาป่นมีราคาแพงดังนั้นผู้ผลิตและผู้ค้าปลาป่นมักจะปลอมปนปลาป่นด้วยวัสดุอย่างอื่นที่มีราคาถูกแต่มีคุณค่าทางอาหารต่ำหรือไม่มีเลย ทำให้การซื้อและการใช้ปลาป่นต้องทำด้วยความระมัดระวังพอสมควร วัสดุที่ใช้ปลอมปนเช่น ทรายละเอียดเปลือกหอยบด ยูเรีย ขนไก่ป่น ฯลฯ นอกจากนี้ยังประสบปัญหาเกี่ยวกับความเค็ม เนื่องจากมีเกลือปนมามากหรือปลาป่นที่ทำจากปลาที่เน่าเสียหายจนมีกลิ่น

Copyright by Mahidol University

เหม็นและมีเชื้อซาโมเนลลาในปริมาณสูงทำให้สัตว์ท้องเสียขี้ไหล การให้ผลผลิตลดลงหรือปลาป่นที่มีกลิ่นไหม้เนื่องจากในระหว่างการผลิตได้รับความร้อนที่มากเกินไปจะทำให้ปริมาณโปรตีคุณภาพต่ำลง การใช้ปลาป่นสูตรอาหารเพื่อช่วยเสริมคุณภาพโปรตีนของสูตรอาหารให้ดีขึ้นและเป็นแหล่งของกรดอะมิโนโดยเฉพาะ ไลซีน เมทไธโอนีน และทริปโตเฟนที่ยังมีไม่พอหลังจาการใช้กากถั่วเหลืองแล้ว นอกจากนี้การใช้ ปลาป่นเกินร้อยละ 10 – 15 ในสูตรอาหารจะทำให้การกินอาหารของสัตว์ลดลง ไขมันหรือไข่มีกลิ่นคาวปลาป่น ในไก่ไข่แนะนำให้ใช้ปลาป่นร้อยละ 5 – 6 ในสูตรอาหาร

ปฐม (52) กล่าวว่า ปลาป่นนับเป็นแหล่งให้โปรตีนจากสัตว์ที่สำคัญที่สุด ประเทศไทยสามารถผลิตปลาป่นปีละไม่ต่ำกว่า 2.5 แสนตัน ใช้ภายในประเทศประมาณ 1.5 แสนตัน ที่เหลือส่งออกขายต่างประเทศ ปลาป่นที่ผลิตได้มี 2 ชนิดคือ ปลาป่นที่ได้จากการจับปลาหน้าดิน เป็นปลาป่นที่คุณภาพค่อนข้างต่ำมีหอยและปูผสมอยู่มาก มีโปรตีนประมาณ 45 – 60 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของหอยและปู ประกอบด้วยธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสปริมาณค่อนข้างสูง ปลาป่นอีกชนิดหนึ่งเป็นปลาป่นที่ได้จากปลาผิวน้ำไม่มีปูและหอยปนเช่น ปลาป่นที่ได้จากปลาหลังเขียวและปลาแป้นมีโปรตีนสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ปริมาณโภชนะต่างๆ ของปลาป่นชนิดคุณภาพต่ำ ปานกลางและสูง (หน่วย : เปอร์เซ็นต์)

โภชนะ	คุณภาพปลาป่น		
	โปรตีน 50 %	โปรตีน 55 %	โปรตีน 60 %
ความชื้น	10.0	8.0	8.0
โปรตีน	49.1	55.0	60.0
ไขมัน	-	8.0	10.0
เยื่อใย	-	1.0	-
เถ้า	-	26.0	19.0
แคลเซียม	-	7.7	5.0
ฟอสฟอรัส	-	3.8	3.0
พลังงานรวม(kcal./kg.)	-	2,948	2,950

ที่มา : อุทัย คันโธ

Copyright by Mahidol University

2.3 อาหารไก่ไข่

อาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่ก็คือแหล่งให้สารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต การให้ผลผลิต อาหารที่ไก่ไข่กินเข้าไปแต่ละมื้อไม่ว่าจะเป็นข้าวโพดบด รำละเอียด กากถั่วเหลือง ใบกระถินป่น ปลาป่น หรือวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นๆ เมื่ออาหารเหล่านี้ผ่านกระเพาะและลำไส้เล็กจะถูกย่อยให้มีขนาดเล็กลงจนในที่สุดจะได้โภชนะหรือสารอาหารที่เป็นประโยชน์และจำเป็นต่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโตการให้ผลผลิต จำนวน 6 ชนิดคือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ไวตามิน แร่ธาตุและน้ำ ถ้าไก่ไข่ได้รับสารอาหารตัวหนึ่งตัวใดไม่เพียงพอแก่ความต้องการของร่างกายหรือไม่ได้รับเลยจะมีผลทำให้ไก่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ตามปรกติมีการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตลดลง และในที่สุดก็จะตาย ดังนั้น อาหารที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่จึงควรมีสารอาหารทั้ง 6 ชนิดดังกล่าวข้างต้นอย่างครบถ้วนและในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของไก่ไข่ทั้งนี้จะนับอาหารที่ไก่ไข่กินเข้าไปแล้วต้องสามารถถูกย่อยและถูกดูดซึม ร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้จึงจัดได้ว่าเป็นอาหารที่ดีและเหมาะแก่การเลี้ยงไก่ไข่

สุวรรณและคณะ (23,24) กล่าวว่า อาหารคุณภาพดีเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งของความสำเร็จในการเลี้ยงไก่ไข่ ความมุ่งหมายอันดับแรกของอาหารก็คือ ให้ไก่เปลี่ยนอาหารเหล่านี้ ไปเป็นไข่ให้ได้ผลสูงที่สุด ปัจจุบันวิทยาศาสตร์แขนงอาหารไก่ไข่เจริญก้าวหน้ามาก ทำให้อาหารไก่ มีคุณภาพสูงกว่าสมัยก่อน ไก่ไข่สมัยนี้มีอัตราการเปลี่ยนอาหารไปเป็นไข่ดีกว่า สมัยก่อนมากไม่ใช่ เพราะพันธุ์และการจัดการเท่านั้น ยังเป็นเพราะคุณภาพของอาหารสมัยนี้ มีส่วนช่วยอย่างมากนั่นเอง ร่างกายไก่ต้องการอาหารไปสร้างความเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ ของโครงกระดูกของอวัยวะต่างๆ ตลอดจนสร้างโลหิต น้ำเหลือง เนื้อ ไข่ ขน เล็บ น้ำย่อยและฮอร์โมนต่างๆ เพื่อซ่อมแซมส่วนของร่างกายที่ชำรุดทรุดโทรมช่วยให้ระบบต่างๆ ของร่างกายทำงานได้อย่างปกติ เช่น ระบบไหลเวียน ระบบประสาท ระบบต่อมไร้ท่อ ตลอดจน ระบบสืบพันธุ์ นอกจากนี้ร่างกายยังต้องการพลังงานจากอาหารไปใช้ในการเคลื่อนไหว การเต้นของหัวใจ การหายใจตลอดจนให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ให้มีชีวิตเป็นไปโดยปกติเติบโตเร็ว ไข่ดี ไข่ฟักออกดี ได้ลูกไก่ แข็งแรง

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบต่างๆ ในตัวไก่และไข่โดยประมาณ (หน่วย : เปอร์เซ็นต์)

ส่วนประกอบ	เลือดแห้ง	ขนไก่ปั่น	ไก่เล็กฮอร์น	ลูกไก่แรกเกิด	ไก่เนื้อ	ไข่ไก่
น้ำ	6.7	5.8	55.0	78.8	65.8	65.9
โปรตีน	73.1	77.0	21.5	15.2	22.4	12.8
ไขมัน	11.4	8.1	8.2	4.1	8.6	10.6
เถ้า	8.8	9.1	4.7	1.9	3.2	11.7

ที่มา : สุวรรณและคณะ (24)

2.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอาหาร

สุวรรณและคณะ (23,24) กล่าวว่า สิ่งที่ประกอบขึ้นเป็นตัวไก่และไข่ล้วนเปลี่ยนแปลงมาจากอาหารที่ไก่กินเข้าไปทั้งสิ้นอาจเปรียบได้ว่าตัวไก่ คือ โรงงานเปลี่ยนอาหารให้เป็นส่วนประกอบของร่างกาย เช่น เนื้อและไข่ อาหารที่ไก่กินมีโปรตีนร้อยละ 20 – 24 และมีพลังงานใช้ประโยชน์ประมาณ 2,750 – 3,000 กิโลแคลอรี ต่อ 1 กิโลกรัมอาหารโดยถือเกณฑ์จากทุกๆ หนึ่งเปอร์เซ็นต์โปรตีนจะต้องมีพลังงานใช้ประโยชน์ 130 – 140 กิโลแคลอรี และควรมีกรดอะมิโนสำคัญๆ รวมอยู่ด้วยตามตารางที่ 3 ไก่ระยะเหล่านี้จะกินอาหารมากน้อยย่อมแล้วแต่อายุ เพศ พันธุ์ อัตราการเติบโต ปริมาณพลังงานและโปรตีนในอาหาร อุณหภูมิของอากาศและยังอาจมีสาเหตุอื่นๆ อีกประสิทธิภาพ ของอาหารจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่แก่คุณภาพอาหาร ตัวไก่เองตลอดจนความละเอียดถี่ถ้วนในการเลี้ยงดูไก่ ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน ไวตามิน และเกลือแร่ที่มีคุณภาพดี ปริมาณมากพอ ย่อมได้รับพลังงาน จากอาหารอย่างสมบูรณ์แต่อาจไม่ถูกหลักเศรษฐกิจ เพราะค่าอาหารแพงมาก ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นงานสำคัญ ตลอดเวลาของนักวิทยาศาสตร์สาขาอาหารไก่หรือโภชนาการของสัตว์ปีก ที่จะต้อง วิจัยค้นคว้าสร้างสูตรอาหารที่มีคุณภาพสูงแต่ราคาถูก เพื่อความสำเร็จของอาชีพเลี้ยงไก่ไข่ ต่อไป

Copyright by Mahidol University

/

ตารางที่ 4 ความต้องการกรดอะมิโนของไก่ไข่ระยะวางไข่ (หน่วย : เปอร์เซ็นต์)

สิ่งที่ต้องมีในอาหาร	อาหารที่กินต่อวัน (กรัม)			
	80-90	90 – 100	100 - 110	110 - 120
1. อาจินีน	0.94	0.83	0.75	0.68
2. ไลซีน	0.89	0.79	0.71	0.64
3. เมทไธโอนิน + ซิสตีล	0.76	0.67	0.61	0.55
4. ทริปโตเฟน	0.18	0.16	0.15	0.14
5. ไกลซีน + เซอรีน	-	-	-	-
6. ฮิสติดีน	0.22	0.19	0.17	0.16
7. ไอโซลูซีน	0.69	0.61	0.55	0.50
8. ลูซีน	1.02	0.90	0.81	0.73
9. ฟีนนิลอะลานิน + ไทโร	1.00	0.97	0.88	0.80
10. ทริโอนีน	0.62	0.55	0.50	0.45
11. แวลีน	0.76	0.67	0.61	0.55

ที่มา : NRC (1984) ดัดแปลง สุวรรณและคณะ (24)

2.3.2 ความต้องการอาหารของไก่ไข่

สุวรรณและคณะ (23,24) กล่าวว่า อาหารสำหรับไก่ไข่ต้องสร้างประโยชน์ ให้ไก่ไข่ได้มากฟอง เปลือกดี ไม่บุบแตกง่าย ไข่พันธุ์ต้องฟักออกดีและต้องช่วยเสริมสร้างร่างกาย ระยะผลัดขนกับเวลาอยากฟักให้หายอยากฟักเร็วขึ้นอาหารไก่พันธุ์กับไก่ไข่ต่างกันที่จำนวนไวตามินในอาหารสมัยนี้ไวตามินราคาถูกมาก ฉะนั้นอาจใช้รวมกันได้ทั้งไก่พันธุ์และไก่ไข่ทั้งนี้จะทำให้แม่ไก่ได้อาหารดีแข็งแรงมีไวตามินสะสมในร่างกายมากขึ้นให้ไข่ที่มีคุณภาพทางอาหารสูงขึ้นในตัวแม่ไก่เองก็จะได้มีไวตามินเก็บสำรองไว้ใช้มากขึ้นและไก่แข็งแรงสมบูรณ์ขึ้น ไก่ไข่ดกย่อมต้องการอาหารที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพสูงกว่าไก่ไข่เลว จะเห็นได้ว่าในไข่ขนาดธรรมดาแต่ละฟองมีพลังงาน รวมประมาณ 95 กิโลแคลอรี โปรตีนประมาณ 7.5 กรัมและแคลเซียมประมาณ 2 กรัม ไก่ที่ไข่ดกหรือไก่ขนาดใหญ่ย่อมต้องการอาหารมากกว่า ไก่ที่ไข่น้อยหรือไก่ขนาดเล็กกว่า ตามปกติไก่ต้องการโปรตีนสำหรับหล่อเลี้ยงร่างกายวันละประมาณ 6.5 กรัม และสำหรับสร้างไข่อีกประมาณ 7.5 กรัม ด้วยเหตุนี้ไก่ไข่จึง

Copyright by Mahidol University

ต้องการใช้โปรตีนสูงกว่าไก่สาว อาหารไก่นอกจากจะต้องมีโปรตีนสูง ยังต้องเพิ่มแคลเซียมกับฟอสฟอรัสลงไปในอาหารให้พออีกด้วย สองสิ่งเหล่านี้จะได้จากเปลือกหอย กระดูกป่นและให้มีเกลือไม่เกิน 0.5 % ของส่วนผสมทั้งหมด

สุวรรณและคณะ (23,24) กล่าวว่า จากรายงานพบว่าในฤดูร้อนสาเหตุของไข่เปลือกบาง เนื่องจากแม่ไก่ที่อายุมากขนาดไข่ย่อมโตขึ้นแต่ปริมาณแคลเซียมที่ร่างกายนำไปสร้างเปลือกคงเท่าเดิมเปลือกไข่จึงบางลง บุบแตกง่ายและแนะนำว่าแม่ไก่ไข่ควรได้รับแคลเซียมในอาหารวันละ 3.75 กรัม ต่อตัว ควรลดโปรตีนในอาหารลงเพื่อช่วยให้ไข่ขนาดเล็กลงกับการลดแสงสว่างลง ก็เป็นสิ่งพึงปฏิบัติใน ฤดูอากาศร้อนขณะที่มีไข่เปลือกบางมาก ปริมาณโปรตีนสำหรับไก่ไข่และแร่ธาตุๆ ในอาหาร การแก้ปัญหาไก่ที่อยากฟักต้องให้ไก่กินอาหารโปรตีนสูง มีกรดอะมิโนพวกไธโอนีนสูงกว่าอัตราปกติ

2.3.3 การใช้ประโยชน์จากอาหาร

สุวรรณและคณะ (23,24) กล่าวว่า การที่จะให้อาหารเป็นประโยชน์ต่อไก่ได้มากควรให้ไก่ ได้กินอาหารที่มีคุณภาพดีและจำนวนมากพอทั้งนี้ก็เพราะไก่ต้องการอาหารที่กินเข้าไปนั้นเพื่อไปเลี้ยง ร่างกายเพื่อดำรงชีวิตเป็นประโยชน์อับดับแรก เมื่อเหลือจากการใช้ดำรงชีวิตแล้วก็เอาไปซ่อมแซมร่างกาย สร้างไข่สร้างเนื้อต่อไปและ ใช้ประโยชน์ทางสืบพันธุ์ ฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่ของผู้เลี้ยงไก่จะต้องเอาใจใส่ดูแลให้ไก่กินอาหารได้มากพอทั้งคุณภาพและปริมาณ ไก่กินอาหารเข้าไปเพื่อใช้เป็นพลังงานหล่อเลี้ยงร่างกายเป็นอันดับแรกหากอาหารนั้น ถูกปลอมปนด้วยวัตถุต่างๆ เช่น เยื่อไม้ ขี้เลื่อย ดิน หินฝุ่น ซังข้าวโพด กากมัน แกลบบด ทราย ฯลฯ สัตว์ก็ต้องกินอาหารมากขึ้น เพื่อให้ได้อาหารธาตุเพียงพอที่จะเอาไปใช้เป็นพลังงานให้พอ แต่ย่อมมีขีดจำกัดที่ไก่กินอาหารเข้าไปอีก ได้ประสิทธิภาพของอาหารที่สัตว์กินเข้าไปนั้นก็จะเริ่มลดลง ถ้ากินอาหารที่ขาดโภชนะบางอย่าง เช่น มีโปรตีนต่ำ สัตว์จะกินปริมาณอาหารมากขึ้นเพื่อไปชดเชย ให้พอแก่ความต้องการของร่างกายอาจทำให้ไก่อ้วนเกินไป

2.3.4 อาหารมีคุณภาพดี

สุวรรณและคณะ (23,24) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของอาหารเป็นเครื่องวัดคุณภาพอาหารนั้นๆ อาหารดีย่อมถูกนำไปสร้างเนื้อสร้างไข่ได้มาก หมายถึงจำนวนน้ำหนักอาหารที่ไก่กินเข้าไปจะเอาไปสร้างเนื้อหรือไข่ได้หนึ่งหน่วยน้ำหนัก ประสิทธิภาพของอาหารดีหรือไม่นั้น เนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น ในการเลี้ยงไก่ไข่ อาหารที่ทำให้ไก่ไข่ดกก็ย่อมมีประสิทธิภาพสูงกว่าอาหารที่ไก่ไข่น้อยกว่า ด้วยเหตุนี้สิ่งใดก็ตามที่ทำให้ไก่โตช้าหรือให้ไข่น้อย ก็ย่อมเป็นสิ่งลดประสิทธิภาพของอาหารด้วยเช่น อาหารที่ขาดกรดอะมิโน ไวตามินหรือเกลือแร่แม้แต่อย่างเดียวก็อาจเป็นผลให้ไก่ไข่ลดลง หรือให้ประสิทธิภาพของอาหารนั้นต่ำลง

Copyright by Mahidol University

นอกจากผลที่แสดงให้เห็นทางการให้ไข่แล้ว พลังงานสูงต่ำในอาหารก็เป็นสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่ง อาหารพลังงานต่ำนั้นมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงอาหารต่ำกว่าอาหารพลังงานสูง เพราะร่างกายต้องการจำนวนพลังงานไปใช้ให้พอเพียงแก่ความต้องการของชีวิตประจำวันเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่เหลือพลังงานที่ร่างกายจะนำไปใช้ในการไข่สิ่งงที่ช่วยให้ไก่มีขนงอกงามเร็วได้แก่โปรตีน กรดโฟลิคไบโอติน กรดแพนโตธีนิค และไวตามินบี 12 ถ้าในอาหารมีโปรตีนน้อยหรือโปรตีน ที่มีคุณภาพต่ำ ไก่มักมีขนงอกช้าไม่สวย อย่างไรก็ดีสิ่งที่ทำให้ไก่ไข่ดกก็มีส่วนช่วยให้ขนงอกงาม เร็วขึ้นด้วย ในแง่คุณภาพของอาหารจะเห็นว่าอาหารที่มีโปรตีนสูง ย่อมมีคุณภาพสูงกว่าอาหารที่มี โปรตีนต่ำกว่า แต่อาหารโปรตีนมีราคาถูกกว่า จะสิ้นเงินค่าอาหารต่ำกว่าทั้งนี้จึงต้องอยู่ในดุลพินิจของผู้เลี้ยง เช่นถ้าใช้เลี้ยงไก่รุ่นไปจนถึงเวลาตั้งต้นไข่โดยทั่วๆ ไปแล้วจะเห็นว่าจำนวนโปรตีนใน อาหารไก่รุ่นอาจใช้อาหารโปรตีนระดับต่ำลงได้ในระยะหลังแต่ไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 16.3 ถ้าวัตถุดิบที่ใช้เป็นอาหารโปรตีนมีราคาถูก ก็ควรจะให้โปรตีนระดับสูงขึ้นได้ ปัจจุบันมีการให้อาหารไก่ไข่ ที่มีโปรตีนและพลังงานต่ำกว่าปกติ ในช่วงกลางของระยะเติบโตแล้วจึงจะให้อาหารที่มีโปรตีน และพลังงานสูงตามปกติในช่วงปลายระยะก็สามารถได้น้ำหนักไก่

ระดับโปรตีนสำหรับการเจริญเติบโต การเจริญเติบโต คือ การสร้างเสริมอวัยวะขึ้นทำให้น้ำหนักตัวไก่เพิ่มขึ้นรูปทรงใหญ่ขึ้น จากไก่เล็กเป็นไก่ใหญ่ ระดับโปรตีนที่ทำให้ลูกไก่เติบโตนั้นอยู่ในระดับประมาณร้อยละ 20 ทั้งนี้ต้องมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบครันด้วย เมื่อลูกไก่เจริญเติบโตขึ้นระดับโปรตีนที่ร่างกายต้องการก็ค่อยๆ ลดลงมาจนถึงประมาณร้อยละ 16.0 เมื่อเติบโตเต็มที่แล้วกรดอะมิโนที่ต้องการสูงในระยะเจริญเติบโตนั้นคือ เมทไธโอนินและไลซีน ทั้งนี้เพราะร่างกายต้องนำไปสร้างอวัยวะต่างๆ และขนมากกว่าปกติ

2.3.5 ระดับโปรตีนสำหรับไก่ไข่

สุวรรณและคณะ (23,24) กล่าวว่า กรดอะมิโนสำหรับไก่ไข่แม้ต้องการน้อยกว่า ไก่ที่กำลังเติบโต แต่ก็ยังจำเป็นมากในอาหารไก่ไข่ทั่วๆ ไปมีโปรตีนเพียงร้อยละ 16.0 ในอาหารไก่สาวนั้นมีโปรตีนเพียงร้อยละ 18.0 อย่างไรก็ดีถ้าจำนวนโปรตีนในอาหารมีน้อยมาก ไก่ย่อมไข่น้อยลงหรือไม่ไข่ การขาดโปรตีนเพียงเล็กน้อยไก่อาจผอมลงและให้ไข่น้อย ไข่อาจฟักออกไม่ดี ไข่จะออกดีหรือไม่นั้นไม่ใช่ผลโดยตรงที่เนื่องจากจากในอาหารมีระดับกรดอะมิโนต่ำ ในช่วงระยะที่ลูกไก่เจริญเติบโตขึ้นเป็นแม่ไก่ ต้องการโปรตีนไปเสริมสร้างอวัยวะต่างๆ ของร่างกายระยะลูกไก่ต้องการต้องการปริมาณโปรตีนสูงมากแล้ว และค่อยๆ น้อยลงไปในปลายระยะของการเจริญเติบโต แม้โปรตีนในอาหารเพียงร้อยละ 13.0 -15.0 ก็พอเพียง ไก่ระยะผลัดขนต้องการกรดอะมิโน พวกซีสตีนสูงกว่าปกติ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 5 แสดงความต้องการไวตามินและแร่ธาตุของไก่ไข่เพื่อการดำรงชีพในอาหาร 1 กิโลกรัม

โภชนะ	ไก่ไข่ อายุมากกว่า 20 สัปดาห์
ไวตามิน	
ไวตามิน เอ (หน่วย)	7500
ไวตามิน ดี3 (หน่วย)	1300
ไวตามิน อี (หน่วย)	7.50
ไวตามิน เค3(ม.ก.)	1.50
ไทอามีน (ม.ก.)	1.50
ไรโบฟลาวิน (ม.ก.)	4.50
กรดแพนโธทินิค (ม.ก.)	10.0
ไนอาซิน (ม.ก.)	30.0
โคลีน (ม.ก.)	1400
พิริด๊อกซิน (ม.ก.)	30.0
กรดโฟลิต (ม.ก.)	0.75
ไบโอติน (ม.ก.)	0.20
ไวตามิน บี12 (ม.ก.)	10.0
แร่ธาตุ	
แคลเซียม (%)	3.75
ฟอสฟอรัส (%)	0.35
แมงกานีส (ม.ก.)	66.0
เหล็ก (ม.ก.)	96.0
ทองแดง (ม.ก.)	5.0
สังกะสี (ม.ก.)	60.0
เกลือ (%)	0.50
ไอโอดีน (ม.ก.)	0.42
ซิลีเนียม (ม.ก.)	0.10
แมกนีเซียม (ม.ก.)	600

ที่มา : ดัดแปลง สุวรรณและคณะ (24)

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด

2.4 ไก่ไข่

กรมปศุสัตว์ (11) รายงานว่า การพัฒนาและขยายการผลิตปศุสัตว์ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (ปี 2540 - 2544) โครงสร้างการผลิตสาขาปศุสัตว์มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ (ตารางที่ 5) ขณะเดียวกันความต้องการบริโภคอาหารประเภทเนื้อ นม ไข่ ก็สูงขึ้นเรื่อย ๆ เช่นกัน แต่การขยายอัตราการผลิตก็มีปัญหาอุปสรรคอยู่เช่นกัน โดยเฉพาะการที่ประเทศไทยเป็นสมาชิกขององค์การค้าโลก (World Trading Organization : WTO) ซึ่งต้องปฏิบัติตามข้อตกลงในเรื่องการลด การอุดหนุนทางด้านการผลิตและส่งออกสินค้าเกษตร รวมทั้งการไม่กีดกันการค้าเกี่ยวกับการเกษตรด้วย จึงจำเป็นต้องพัฒนาการผลิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 จึงมุ่งเน้นไปที่การผลิตให้เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศและเพื่อชดเชยการนำเข้า เป็นหลักรวมทั้งการสนับสนุนการเพิ่มอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลจากสัตว์ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ช่วยขยายตลาดการบริโภคในประเทศและการเพิ่มศักยภาพส่งออกด้วยกรมปศุสัตว์

ตารางที่ 6 แนวโน้มการผลิตเนื้อ นม ไข่ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (ปี 2540 - 2544)

พ.ศ.	ปริมาณโคเนื้อที่ผลิตส่งตลาด (ล้านตัว)	ปริมาณสุกรที่ผลิตส่งตลาด (ล้านตัว)	ปริมาณไก่เนื้อที่ผลิตส่งตลาด (ล้านตัว)	ปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้ (ตัน)	ปริมาณไข่ไก่ที่ผลิตส่งตลาด (ล้านฟอง)
2540	1.74	10,106	677	434,075	9,049
2541	1.78	10,399	685	463,033	9,366
2542	1.83	10,692	693	504,704	9,693
2543	1.88	10,985	701	573,945	10,033
2544	1.93	11,279	709	665,520	10,384
รวม	9.16	53,461	3,495	2,641,277	48,525

ที่มา : กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตรสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (11)

Copyright by Mahidol University

310762 I 12310554

2.4.1 ไข่ไก่

กรมปศุสัตว์ (11) รายงานว่า ไข่ไก่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมีราคาถูก เป็นที่นิยมบริโภคทั่วไป ประมาณว่าคนไทยบริโภคไข่ไก่ปีละ 120 ฟองต่อคนซึ่งเป็นตัวเลขที่ต่ำเพราะในสหรัฐอเมริกา ประชาชนบริโภคไข่ไก่ปีละ 300 ฟองต่อคน การเลี้ยงไก่ไข่มีฟาร์มเลี้ยงไก่ไข่ ซึ่งเลี้ยงเป็นการค้า (มีจำนวนแม่ไก่ไข่มากกว่า 500 ตัว) มีมากกว่า 1,500 ฟาร์ม มีไก่ไข่ประมาณร้อยละ 70 ของไก่ไข่ที่เลี้ยงอยู่ทั่วประเทศประมาณ 35 ล้านตัว โดยเป็นไก่ไข่เล็กที่กำลังอยู่ในวัยเจริญพันธุ์ ประมาณ 7 ล้านตัวและไก่ไข่ที่กำลังให้ไข่ประมาณ 28 ล้านตัว ซึ่งมรผลผลิตไข่ไก่ประมาณ 19 ล้านฟองต่อวัน

2.4.1.1 การผลิตไข่ไก่

ผลผลิตไข่ได้กว่าร้อยละ 90 ใช้บริโภคภายในประเทศ ที่เหลือส่งออกจำหน่าย ต่างประเทศซึ่งการส่งออกก็ไม่มีความแน่นอนและมีปริมาณน้อยมากคือ มีส่วนแบ่งของตลาดเพียง ร้อยละ 1 เท่านั้น เนื่องมาจากตลาดหลักของไข่ไก่ของประเทศไทยคือประเทศฮ่องกง ขณะเดียวกัน หลายประเทศทางยุโรป เช่น เดนมาร์ค ฝรั่งเศส ส่งไข่ไก่เข้ามาจำหน่ายในตลาดดังกล่าวจำนวนมาก เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าอย่างไรก็ตาม จากการคาดคะเนการผลิตไข่ไก่ ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (2540 - 2544) ปริมาณการผลิตไข่ไก่มีแนวโน้มการขยายตัว เพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 3.5 ต่อปี โดยเพิ่มขึ้นจาก 9,049 ล้านฟองในปี 2540 เป็น 10,384 ล้านฟอง ในปี 2544

2.4.1.2 แนวทางการพัฒนาไข่ไก่

กรมปศุสัตว์ (11) รายงานว่า เนื่องจากพันธุ์ไก่ไข่ที่เลี้ยงในปัจจุบันเป็นไก่ไข่ พันธุ์ผสมที่นำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ต้นทุนการผลิตด้านพันธุ์สัตว์มีราคาแพง ประกอบกับ พ่อแม่พันธุ์ที่นำเข้ามาใช้ผลิตไก่ไข่ยังให้ผลผลิตต่ำ กรมปศุสัตว์กำลังเร่งวิจัยและปรับปรุงพันธุ์แม่ไก่ไข่ ให้สามารถให้ผลผลิต 300 ฟองต่อตัวต่อปี ซึ่งจะลดต้นทุนการผลิตไข่ไก่ลงสามารถขายแข่งขัน ในตลาดต่างประเทศได้

2.4.2 โครงสร้างของไข่ทั้งฟอง

สุวรรณ (25) กล่าวว่า ไข่ทั้งฟองของสัตว์ปีกต่างๆ รวมทั้งเป็ด ไก่ แบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ไข่แดง ไข่ขาว กับเปลือกไข่มีสัดส่วนไล่เลี่ยกันทุกฟอง แต่จะมีปริมาณต่างกันตามขนาด และชนิดของสัตว์ปีก ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 6

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 7 จำนวนส่วนประกอบของไข่ในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ

ลักษณะไข่ของสัตว์ปีกชนิดต่างๆ	น้ำหนัก (กรัม)	ไข่ขาว (%)	ไข่แดง (%)	เปลือกไข่ (%)
ไข่หาน	200	52.5	35.1	12.4
ไข่เป็ด	80	52.6	35.4	12.0
ไข่ไก่	58	55.8	31.9	12.3
ไข่นกพิลาป	17	74.0	17.9	8.1

ที่มา : สุวรรณ เกษตรสุวรรณ (25)

2.4.3 ลักษณะภายนอกของไข่ไก่

สุวรรณ (25) กล่าวว่า ดูจากภายนอกของไข่ สิ่งที่เห็นและวัดได้คือรูปทรง ขนาด สี กับลักษณะของเปลือก ลักษณะภายนอกเหล่านี้มีความแตกต่างกันมากน้อยบ้าง แล้วแต่พันธุ์แล้วแต่หน้าที่ทางสรีระภาพ (physiological function) ของไข่เอง กับแล้วแต่สิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นตัวสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้ไข่มีลักษณะต่างจากปกติ

2.4.3.1 รูปทรงของไข่ ไข่มีรูปทรงต่างๆ หลายรูป ส่วนใหญ่เป็นรูปไข่ คือข้างหนึ่งป้านข้างหนึ่งแหลม แต่ไข่จากแม่ไก่บางตัวอาจกลมหรือยาว หรือสองข้างแหลม หรือมนเท่าๆ กัน ความแตกต่างของรูปทรงไข่มีต้นเหตุมาจากพันธุ์กรรมกับสรีระของตัวไก่ (Physiological factors) โดยปกติต้องมีรูปทรงเป็นรูปไข่

2.4.3.2 สีของเปลือกไข่ เนื่องจากพันธุกรรมสีเปลือกไข่อาจขาว เขียว เหลือง หรือน้ำตาลอ่อนแก่มากน้อยกว่ากัน การเปรียบเทียบสีเปลือกมีหลายวิธี เช่นวิธี Ridgeway Color Standard การที่จะให้ได้สีเดียวกันทั้งหมดก็ต้องเลี้ยงไก่พันธุ์เดียวกัน แม้กระนี้ก็ดีก็ยังมีความแตกต่างกันที่ เนื่องจากไก่คนละตัว เช่น ไก่บางตัวมีเปลือกไข่สีเข้ม บ่งตัวก็มีเปลือกไข่สีจาง

2.4.3.3 ขนาดของไข่ ขนาดของไข่มีหลายขนาดใหญ่เล็กแตกต่างกันสาเหตุ เนื่องมาจากพันธุกรรม ฤดูกาล โรค อายุ ฯลฯ

ขนาดไข่มาตรฐานมีรายงานกำหนดไว้ดังนี้

น้ำหนัก 50.0 กรัม

ปริมาตร 53.0 มิลลิลิตร

Copyright by Mahidol University

ความถ่วงจำเพาะ	1.09
เส้นรอบวงตามยาว	15.7 เซนติเมตร
เส้นรอบวงตามกว้าง	13.5 เซนติเมตร
ดัชนีรูปทรง	74
ดัชนีพื้นที่	68.0 เซนติเมตร

2.4.3.4 ลักษณะของเปลือก ผิวเปลือกไข่มีแตกต่างกันมากแม้ในไข่ไก่พันธุ์เดียวกัน บางฟองผิวเกลี้ยง บางฟองผิวขรุขระหยาบด้าน ส่วนลักษณะผิวที่อยู่ระหว่างกลางๆ นั้นมีมากผิวที่เป็นริ้วรอยหรือผิวที่มีธาตุหินปูนขรุขระทางด้านใดด้านหนึ่งนั้นจะพบมากในไข่ไก่ทั่วไปผิวไข่ทั่วๆ ไปจะเกลี้ยงเกลา ถ้าเป็นไข่ออกใหม่ใน 1-2 วันแรกจะมีนวลไข่ติดอยู่ด้วย ความแตกต่างกัน ของลักษณะของผิวเปลือกนี้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม อาหาร และยา ยาบางอย่างทำให้ผิวไข่ขรุขระ เป็นหลุมเป็นบ่อเล็กๆ อาหารไก่ที่มียา sulphonamides อยู่ร้อยละ 0.3-0.5 ก็มักทำให้ผิวเปลือกผิดปกติ ไปได้ sulphonamides พวก sulphathiazole, sulphaguanidine และ sulphamerazine จะเป็นตัวลดการทำงานของต่อมที่สร้างเปลือกไข่น้อยกว่าพวก sulfanilamide สำหรับยาฆ่าแมลงประเภท DDT นั้นมีผลเพียงเล็กน้อยต่อน้ำหนักไข่ และคุณภาพของเปลือก ความเข้มข้นของ DDT 10 ถึง 50 ส่วน ที่มีอยู่ในอาหารล้านส่วนไม่เป็นผลเสียหายต่อการไข่ การผสมติด และการฟักออกของไข่ Hellen กับคณะ; 1973 อ้างโดยสุวรรณและคณะ (25)

2.4.4 ลักษณะภายในของไข่

สุวรรณ (25) กล่าวว่า ลักษณะภายในของไข่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ เปลือก ไข่ขาว และไข่แดง สัดส่วนต่างๆ นี้ของไข่แต่ละฟองมีจำนวนใกล้เคียงกัน ไข่ที่เก็บไว้ยิ่งนาน น้ำในไข่ก็จะระเหยออกจากไข่มากขึ้น เป็นเหตุให้เกิดช่องอากาศที่ใต้เปลือกด้านป้าน ยิ่งขยายตัวโตขึ้น เราใช้ส่วนที่อยู่ใต้เปลือกไข่ทั้งหมดเป็นอาหารนอกจากเยื่อหุ้มไข่ ได้แก่ ไข่แดงและไข่ขาว เมื่อคิดหักจำนวนของเปลือกและเยื่อติดเปลือกแล้ว ส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้จะมีอยู่ประมาณร้อยละ 89 ของน้ำหนักทั้งเปลือก หน้าที่ของเปลือกไข่นอกจากจะเป็นที่อากาศผ่านเข้าออกและน้ำระเหย ออกจากไข่เปลือกไข่หรือโครงสร้างของไข่ยังช่วยเก็บรักษาไข่แดงและไข่ขาวภายในให้สะอาดบริสุทธิ์ จนกว่าจะต่อยเปลือกไข่ออก ดังนี้ถ้าเปลือกไข่ไม่ดี ไข่แดง ไข่ขาวจะสูญเสียง่าย ฉะนั้นหน้าที่สำคัญของเปลือกไข่ข้อแรกก็คือช่วยรักษาคุณภาพภายในของไข่ไม่ให้เสื่อมเสียได้ง่ายเปลือกไข่ออกมาใหม่ๆ เปลือกไข่จะค่อนข้างโปร่งแสง ต่อมาจะค่อยๆ ขุ่นทึบแสงลง ถ้าใช้เครื่องส่องไข่ส่องดู จะเห็นมีลักษณะตามที่แสงผ่านเป็นจุด

Copyright by Mahidol University

เล็กๆ ในบริเวณใต้เปลือก ทั้งนี้เนื่องจากการรวมตัวของโปรตีนจนเป็นชั้นหรือเป็นแผ่นๆ ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยเก็บรักษาความชื้นและยังเป็นส่วนที่แสงผ่านได้ สะดวกกว่าส่วนอื่นๆ

เปลือกไข่เป็นพวกหินปูนแข็งเรียบติดแน่นอยู่กับเยื่อหุ้มไข่ชั้นนอก จะแยกเปลือกไข่ออกจากเยื่อนี้ได้ยาก ความหนาของเปลือกมักขึ้นอยู่กับขนาดของไข่ ไข่ใหญ่มีเปลือกหนากว่าไข่เล็ก ทั้งนี้ย่อมแล้วแต่ไก่แต่ละตัว พันธุ์ อาหารและฤดูกาลอีกด้วย ไก่พื้นเมือง ไก่ป่า มีเปลือกไข่ หนากว่าไก่พันธุ์แท้ต่างๆ หรือไก่สายพันธุ์ใหม่

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์โภชนะในไข่ไก่ของ Hart กับ Fisber (1971

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์ทั้งหมด	น้ำ (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เถ้า (%)
ไข่ทั้งฟอง	100	65.5	11.8	11.0	11.7
ไข่แดง	31	48.0	17.5	32.5	2.0
ไข่ขาว	58	82.0	11.0	0.2	0.8
เปลือก	11				

ที่มา : สุวรรณ เกษตรสุวรรณ (25)

2.4.5 หลักทั่วไปของมาตรฐานคุณภาพไข่

สุวรรณ (25) กล่าวว่า คุณภาพไข่สดแบ่งออกได้เป็น 2 อย่างคือ คุณภาพภายนอก หมายถึง ลักษณะภายนอกของไข่ที่เห็นได้ด้วยตาเปล่า คุณภาพภายใน หมายถึง ลักษณะของเนื้อไข่ที่อยู่ภายใต้เปลือกไข่ ที่จะเหมาะต่อการเป็นอาหาร

มาตรฐานตามคุณภาพนั้นหมายถึงหลักเกณฑ์ต่างๆ ในการจัดคัดไข่ออกเป็นพวกๆ ตามลักษณะที่กำหนดไว้เพื่อความสะดวก และความยุติธรรมในการติดต่อซื้อขาย

การคัดไข่ตามคุณภาพ มีความมุ่งหมายเพื่อการเก็บรักษาความสด และเพื่อราคาซื้อขาย ที่เหมาะสม และยุติธรรมระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย อาจแยกออกเป็นหัวข้อดังนี้

1. โดยดูจากสภาพภายนอกของเปลือก (exterior)
2. ตรวจคุณภาพภายในของไข่ด้วยการส่อง (candling)

1. ต่อยไข่ออกตรวจคุณภาพภายใน (broken out) ดูด้วยสายตาธรรมดา (appearance)

Copyright by Mahidol University

2.4.6 คุณสมบัติตามลักษณะภายนอกเปลือก

สุวรรณ (25) กล่าวว่า ภายนอกของไข่ สิ่งที่เห็นด้วยตาก็คือ ขนาด (size) รูปทรงสัณฐาน (shape) สี (color) และลักษณะเปลือก (texture) ลักษณะขนาด ได้แก่ ใหญ่พิเศษ ใหญ่มาก ใหญ่ กลาง เล็ก เล็กมากหรือจิ๋ว ลักษณะรูปทรง ได้แก่ สองข้างแหลม สองข้างป้าน แหลมข้างเดียว กลม ฯลฯ ลักษณะสี ได้แก่ ขาว หม่น กลาง สีเข้ม เข้มจัด ลักษณะเปลือก ได้แก่ หยาบ เกลี้ยง เป็นสัน ร่อง หรือริ้วรอย แต่ลักษณะดังกล่าวยังมีลักษณะย่อยๆ หรือลักษณะที่เรียกรวมๆ กันอีก เช่น รูปไข่ เกลี้ยงเกลา ขนาดเล็ก สีขาว ฯลฯ

2.4.7 การดูจากสภาพภายนอกเปลือก

สุวรรณ (25) กล่าวว่า สิ่งแรกที่สะดุดตาผู้ซื้อไข่ คือความสะอาดของเปลือกไข่ ถัดมาได้แก่ ขนาด รูป ทรง และสีเปลือก ขนาดของไข่นั้นเพียงบอกปริมาณเนื้อไข่ ที่จะเอามาเป็นอาหารได้ ไข่ฟองใหญ่ก็มีเนื้อไข่มาก มีส่วนที่จะเป็นอาหารได้มากเป็นธรรมดา รูปทรง นั้นเพียงแต่แสดงความน่าดู ถ้ารูปทรงคล้ายคลึงกันก็น่าดูขึ้น สีไข่นั้นบางที่อาจมีปัญหาในบางตลาด เปลือกสีน้ำตาลหรืออ่อนกว่าเขาให้ราคาไข่ ราคาดีกว่าไข่เปลือกขาว ในตลาดต่างประเทศ ส่วนใหญ่เขานิยมไข่สีขาว แต่ไข่สีอื่นก็ราคาเท่ากับไข่เปลือกสีขาว เหตุที่ผู้บริโภคในต่างประเทศ ชอบไข่เปลือกขาว เพราะสีขาวแสดงถึงความสะอาดการประกวดไข่ในบางโอกาสเป็นงานที่ควร ส่งเสริม เพราะเป็นการชักชวนให้ประชาชนสนใจต่อการเลี้ยงไก่และใช้ประโยชน์จากไข่มากขึ้น ถ้าไม่มีการประกวดกันก็ไม่มีมาตราการอะไรที่จะชี้ขาดได้ว่าของใครดีกว่ากัน เช่น งานประจำปี ของจังหวัด อำเภอ หรืองานชุมนุมยุวกสิกร การตัดสินการประกวดไข่ต้องอาศัยคะแนน แสดงระดับ ความดีด้อยกว่ากัน เป็นสิ่งเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 9 ระดับการให้คะแนนในการตัดสินประกวดไข่

ลักษณะที่พิจารณา	คะแนน		หมายเหตุ
	ไข่เปลือกสีขาว	ไข่เปลือกสีน้ำตาล	
1. ขนาด	24	24	ดูและชั่งน้ำหนัก
2. รูปทรง	6	6	รูปไข่ด้านป้าน แหลมได้สัดส่วนกัน ไข่กลมไข่ขาวคะแนนลดลงตามลำดับ
3. สีเปลือกไข่	-	5	สีขาวต้องขาวจริงๆ สีน้ำตาลก็ต้องสีน้ำตาลจริงๆ ผิดจากนี้คะแนนลดลง
4. ความสม่ำเสมอของขนาด	12	12	ถ้าไม่สม่ำเสมอ คะแนนลดหลั่นลง
5. ความสำเสมอของรูปทรง	12	12	ถ้าไม่สม่ำเสมอ คะแนนลดลง
6. ความสม่ำเสมอของสี	10	5	ถ้าไม่สม่ำเสมอ คะแนนลดลง
7. ลักษณะเปลือกไข่	24	24	ผิวละเอียดดีกว่าหยาบ ผิวขรุขระก็ได้คะแนนน้อยลง
8. สภาพเปลือกตามที่เห็น	12	12	เปลือกไข่สะอาด มีนวล จัดเป็นดีที่สุด ถ้ามีความสกปรกหรือรอยจุดต่างๆ คะแนนก็ลดลง
รวมคะแนน	100	100	

ที่มา : สุวรรณ เกษตรสุวรรณ (25)

สุวรรณ (25) กล่าวว่า เราไม่อาจคัดไข่ที่มีขนาดไล่เลียกันออกเป็นขนาดต่างๆ ด้วยตาเปล่า ต้องใช้เครื่องชั่งหรือเครื่องคัดเกรดอัตโนมัติช่วยและจะต้องมีเกรดตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หรือปฏิบัติตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย ขอยกตัวอย่างน้ำหนักมาตรฐานของไข่ในสหรัฐอเมริกาซึ่งจะมีอยู่ 6 ขนาด 4 ขนาดกลาง เป็นขนาดที่มีมากทั่วไป 2 ขนาดหัวท้ายมักถูกคัดออกที่ฟาร์มหรือที่โรงงานใช้

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 10 มาตรฐานของไข่ในสหรัฐอเมริกา

ขนาด	น้ำหนักอย่างน้อย (เอาน์) สำหรับไข่ 1 โหล	เทียบเป็นกรัม ฟองละ
ไข่ใหญ่พิเศษ	30	77.7
ไข่ใหญ่มาก	27	69.9
ไข่ใหญ่	24	62.2
ไข่ขนาดกลาง	21	54.4
ไข่เล็ก	15	46.6
ไข่จิ๋ว	14	38.9

ที่มา : สุวรรณ เกษตรสุวรรณ (25)

2.4.7.1 **รูปทรงไข่ที่ปกติ (ideal egg shape)** ก็คือทรงรูปไข่ หมายถึงข้างหนึ่งป้าน ข้างหนึ่งแหลมมน และด้านข้างจะค่อยๆ ลาดหรือเรียวมาทางด้านแหลม ไข่รูปนี้ นักคัดไข่จะถือเป็นไข่ที่มีรูปทรงปกติ นอกจากนี้ยังต้องมีเปลือกเกลี้ยง หนาดีสม่ำเสมอกัน อาจมีสันร่องแต่ไม่เสียรูปทรง (shape) ลักษณะเปลือก (texture) และต้องมีเปลือกแข็งแรง และควรเป็นไข่ในเกรด เอ เอ หรือเกรด เอ ไข่ที่มีรูปผิดปกติในสายตาของผู้คัดไข่ได้แก่ เปลือกเป็นสันร่อง หยาบ หรือ บางเป็นแห่งๆ ไม่เท่ากัน ไข่รูปทรงผิดปกติเป็นไข่ตกเกรด หรือเกรดต่ำลงไปอีก

ลักษณะมาตรฐานของภายนอกไข่ ตามมาตรฐานของสหรัฐแบ่งออกเป็น 3 แบบ

1. ไข่ที่มีรูปทรงปกติ ลักษณะเปลือกเกลี้ยง หนาสม่ำเสมอทั้งฟอง (practically normal) จึงจะเป็นไข่ของเกรด เอ เอ หรือเกรด เอ ได้

2. ไข่ที่มีลักษณะผิดปกติเพียงเล็กน้อย (slightly abnormal) ทั้งทางลักษณะและความหนาบางของเปลือก อันมีสันร่องได้บ้างแต่ต้องมีความหนาบางของเปลือกสม่ำเสมอกัน

3. ไข่ที่มีรูปผิดปกติ (abnormal) ได้แก่ ไข่ที่มีรูปทรง หรือมีลักษณะเปลือกผิดปกติ หรือที่มีเปลือกเป็นสันเป็นริ้วร่อง เปลือกหนาบางไม่สม่ำเสมอกัน

ยังมีคำอธิบายเพิ่มอีกดังนี้ คำว่า ไข่เปลือกดี (sound-shelled egg) หมายถึง ไข่ที่เปลือกไม่แตกหรือร้าว ไข่บุบเล็กน้อย (checked or crack) เป็นไข่บุบแตกเปลือกแตกร้าว แต่เยื่อหุ้มไข่ยังไม่ชำรุด บางทีเป็นรอยร้าวขนาดเล็กมาก เรียกว่า blind check จะตรวจรู้ด้วยการส่องไข่ หรือการดีดเคาะที่

Copyright by Mahidol University

เปลือก (belling or tapping) ไข่เหล่านี้ มีปรากฏบ่อย และเล็ดลอดสายตา จากการส่องที่เร่งรีบ ไข่ชนิดนี้จะไม่ทนทานต่อการขนส่งที่มีการกระทบกระเทือนมาก แต่อาจ เอาไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ไม่ควรเก็บนาน ไข่แตกร้าวในระหว่างที่ไข่กำลังจะออกจากตัวแม่ไก่ (body check) ถ้าแตกร้าวน้อยจะเห็นมีคล้ายรอยหินปูนอุดเสริมตามแนวรอยที่แตก ไข่แตกน้ำไหล (leaker) เปลือกไข่บุบแตกและเยื่อหุ้มแตกฉีกออกจนเนื้อไข่ไหลออกมาได้

2.4.7.2 ความสะอาดของเปลือกไข่ (Cleanliness of shell) ไข่ที่จะจัดอยู่ในชั้นดีได้ต้องไม่เปรอยด่างหรือรอยเปรอะเปื้อนที่เปลือก มีศัพท์เกี่ยวกับความสะอาดระดับต่างๆ ของเปลือก ดังนี้

1. ไข่สะอาด (clean) เปลือกไข่ต้องไม่มีรอยเปรอะเปื้อนที่เห็นได้ทันที หรือจะมีบ้างก็น้อยมากจนตรวจแบบธรรมดาไม่พบ หรือไข่ที่มีรอยน้ำมันเลอะค้างอยู่บนเปลือกแต่ไม่มีรอยสกปรกอาจจัดให้อยู่ในเกรด เอเอ หรือ เกรด เอ ได้

2. ไข่เปรอะเปื้อนบ้างเล็กน้อย ที่เปลือกต้องไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่เพียงแต่มีรอยเปรอะเปื้อนที่มีผิวเปลือกไม่มากกว่า 1/32 ของผิวเปลือกทั้งฟอง หรือถ้าเป็นรอยเปื้อนกระจายอยู่หลายแห่ง ก็จะต้องรวมกันแล้วไม่เกิน 1/16 ของเปลือก จึงจะอยู่ในพวก เกรด บี ได้

3. เปรอะเปื้อนเล็กน้อยถึงปานกลาง ไม่มีสิ่งสกปรกติดเปลือกรอยเปรอะเปื้อนเพียงเล็กน้อยถึงปานกลางนั้น ไม่เกิน 1/4 ของพื้นเปลือกทั้งฟอง จัดอยู่ในพวก เกรด ซี

4. เปรอะเปื้อนสกปรกมีสิ่งปรกติดเปลือก หรือเป็นรอยเปรอะเปื้อนกว้าง 1/4 ของพื้นเปลือกทั้งหมด

โดยทั่วไปผิวพื้นของไข่ขนาด 58 กรัม ทั้งฟองมีประมาณ 10 1/2 ตารางนิ้ว หรือ 1/32 ของพื้นที่เปลือกจะมีขนาดประมาณ 3/5 นิ้ว x 3/5 นิ้ว 1/16 ของพื้นที่จะมีขนาดประมาณ 4/5 นิ้ว x 4/5 นิ้ว และ 1/4 ของพื้นที่ก็จะมีขนาดประมาณ 1 1/2 นิ้ว x 1 1/2 นิ้ว

2.4.7.3 สีเปลือกไข่ (shell color) สีเปลือกไข่เกิดขึ้นเนื่องมาจากพันธุกรรมของไก่ เอง ไม่มีส่วนสัมพันธ์กับคุณภาพภายในของไข่ เพียงความนิยมในบางท้องถิ่นเท่านั้นซึ่งบางแห่ง นิยมไข่เปลือกขาว บางแห่งก็นิยมไข่เปลือกสีน้ำตาล ไข่ที่สีเปลือกต่างกันควรแยกบรรจุกล่อง เป็นคนละพวก เพื่อความพอใจของผู้ซื้อ

การตรวจคุณภาพภายในด้วยการส่องไข่ที่ปฏิบัติกัน สุวรรณ (25) ในสมัยโบราณแบบอียิปต์ส่องไข่โดยอาศัยแสงที่รอดเข้ามาในห้องฟักไข่ วิธีของจีนส่องโดยใช้ตะเกียงแล้วป้องแสงด้วยฝ่ามือ วิธีของจีนยังหาดูได้ทั่วไปตามแผงไข่ต่างๆ ในกรุงเทพฯ แต่สมัยนี้เขาใช้หลอดไฟฟ้าแทนตะเกียง วิธีนี้โดยมากใช้ตรวจไข่เป็ด หรือไข่เปลือกขาว แสงไฟที่ใช้ส่องมักใช้หลอดไฟฟ้าธรรมดา

Copyright by Mahidol University

60-100 แรงเทียน ให้หลอดไฟอยู่ในกล่องขนาด โตประมาณ 6 นิ้วสี่เหลี่ยม เจาะรูกลมราว 3/4 นิ้ว พอให้แสงไฟรอดออกมาทางรูที่เจาะนี้ภายใน ห้องที่ส่องควรทำให้มืดลงบ้าง เพื่อจะได้สังเกตเห็นเงาไข่แดง ลักษณะเปลือก ขนาด ช่องลม ความข้นของไข่แดงไข่ขาว และส่องแปลกปลอมในไข่ ให้แน่นอนขึ้น การส่องไข่ด้วยวิธีนี้ ในต่างประเทศทำกันทุกแห่งตามศูนย์รวมไข่ หรือโรงงานบรรจุไข่เพื่อขายส่ง

คุณภาพมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา มีการส่องและคัดไข่ตามคุณภาพภายในไข่ แบ่งออกเป็น 4 เกรด คือ เกรด เอเอ (ดีที่สุด) เอ (ดีมาก) บี (ดี) ซี (พอใช้) ประเทศอื่นๆ โดยมากมักอนุโลมตามมาตรฐานนี้ แต่อาจมีผิดแผกกันบ้างในส่วนปลีกย่อย หรือความนิยม ของท้องถิ่น

ตารางที่ 11 มาตรฐานโดยย่อของการคัดเกรดไข่ด้วยวิธีการส่อง

ส่วนของไข่	เกรด เอเอ	เกรดเอ	เกรดบี	เกรดซี
เปลือก	สะอาดไม่แตกร้าว เปลือกปกติ	เหมือนกับเกรด เอเอ	ไม่แตกร้าว อาจ บูดเบี้ยวบ้าง มีรอย ด่างบ้าง แต่ไม่ เปรอะเปื้อน	ไม่แตกร้าวอาจ บูดเบี้ยวบ้าง มีรอย ด่างไม่เกิน 1/4 ของพื้นที่ เปลือกไม่ เปรอะเปื้อน
ช่องอากาศ	ช่องอากาศปกติสูงไม่เกิน 1/8 นิ้ว	ช่องอากาศปกติ สูงไม่เกิน 1/4 นิ้ว	ช่องอากาศปกติสูงไม่เกิน 3/8 นิ้ว อาจ เคลื่อนไหวได้แต่ไม่มีฟองอากาศ	อาจสูงกว่า 3/8 นิ้ว ช่องอากาศเคลื่อน ไหว ได้หรือมีมีฟองอากาศ
ไข่ขาว	ใสข้น	ใสอาจข้นบ้าง	ใสอาจเหลวบ้าง	ไข่ขาวอาจเหลวหรือเป็นน้ำและไข่แดง ไม่ลอยตรงกลาง อาจส่องเห็นได้ถ้า หมุนไข่ไปมา
ไข่แดง	อยู่ตรงกลาง มีสีแดงเรื่อๆ ไม่มีมลทินใดๆ	อาจอยู่ตรงกลางบ้างแต่ยังเห็นเงาของ ขอบไข่แดงบ้าง ปกติจะไม่มีข้อตำหนิเหล่านี้	ไข่แดงอาจอยู่ข้าง เปลือกไข่จะเห็นชัด โดยหมุนข้อมือขณะ ส่องไข่อาจเห็นเงาไข่แดงโตขึ้นและยังอาจมีลักษณะอื่นๆ อีกแต่ไม่มากนัก	อาจสีทึบ แบนเหลว ที่จุดเจริญอาจขยายได้ แต่ไม่มีเส้นโลหิตอาจมีจุดเนื้อหรือจุดเลือด ขนาดเล็ก

ที่มา : สุวรรณ เกษตรสุวรรณ (25)

Copyright by Mahidol University

สุวรรณ (25) กล่าวว่า ไข่ใหม่ที่เก็บจากเล้าที่ไม่มีตัวผู้ ก็ยังแน่ใจไม่ได้ ว่าไข่เหล่านั้นจะเป็นไข่ดีทุกฟองจากประสบการณ์ที่ผ่านมาในการตรวจส่องไข่มากๆ ฟอง จะพบเสมอว่าภายในไข่บางฟองมีฟองอากาศหลุดลอยอยู่ บางฟองก็มีจุดดำเล็กๆ หรือเศษเนื้อบ้าง เศษเลือดบ้าง สภาพเช่นนี้อาจเรียกว่าตำหนิหรือมลทินภายในไข่ หากต่อยลงดูในจานจะเห็นมีจุดเลือด หรือเศษเนื้อสีแดงสด ซีดคล้ำ บางทียังพบพยาธิตัวกลมที่ยังมีชีวิตอยู่อีกด้วย

การส่องตรวจคุณภาพภายในไข่ จะเป็นวิธีสร้างความศรัทธาแก่ลูกค้าได้ดีอย่างหนึ่ง ในต่างประเทศนั้น มีกฎหมายควบคุม มีเจ้าพนักงานคอยตรวจตามโรงงานหรือห้องเย็นเก็บไข่ แม้ไข่นั้นจะเก็บไว้ในห้องเย็นที่ถูกต้อง ก็ยังต้องได้รับการตรวจเป็นครั้งคราวจากพนักงานของทางการอีกด้วย ไข่ที่มีมลทินภายในทั้งหลาย กฎหมายกำหนดไว้ว่า ต้องคัดแยกออกไปจากไข่ดีและไม่อนุญาตให้จำหน่ายเป็นไข่สด โรงงานไข่ดังกล่าว (packing plant) ใช้เครื่องทุ่นแรงต่างๆ ในการส่อง คัด ล้าง ชุบน้ำมัน หยิบเรียงบนแผ่นแฟลท (flat) ล้วนแต่อาศัยเครื่องมือและกลไกที่ประหยัดแรง ประหยัดเวลา และลดความผิดพลาดจากคน (human error) ได้มากกว่า

การส่องไข่ตรวจดูภายใน ทำได้โดยผ่านไข่ไปปากรูที่มีแสงสว่างผ่าน ควรทำในห้องมืดดูด้วยตาผู้ชำนาญ สังเกตสภาพของไข่แดง ไข่ขาว ขนาดช่องอากาศ ไข่ที่ไม่ได้มาตรฐานก็ถูกคัดทิ้งไป สมัยนี้ในโรงงานใหญ่ๆ มีเครื่องส่องไข่ ที่ใช้อีเล็คโทรนิคส่งลำแสงที่มีช่วงคลื่นพิเศษผ่านไข่ ไปบังคับกลไกคัดแยกไข่โดยอัตโนมัติ แยกประเภทตามสีและคุณภาพภายในไข่ เครื่องคัดไข่ทำงาน ได้ผลรวดเร็วกว่าคน ความเร็วถึงชั่วโมงละหลายพันฟอง

การส่องไข่จะช่วยคัดไข่เลวและไข่เสียออกตามลักษณะดังต่อไปนี้

1. ไข่เปลือกร้าวภายใน จะเห็นได้เมื่อใช้เครื่องส่อง ไข่ลักษณะนี้ ถ้าไม่คัดออก เสียก่อนก็อาจไปแตกเลอะเทอะกลางทางขณะขนส่ง หากยังไม่แตกขณะขนส่งก็อาจเสียง่ายขณะ เก็บไว้นานๆ ลักษณะที่จะเป็นข้อสังเกตก็คือ ถ้าใช้มือหมุนไข่ในเวลาส่องจะเห็นฟองอากาศเคลื่อน ไปมาภายในไข่นั้น

2. ไข่ที่เก็บไว้เป็นเวลานาน เวลาส่องดูจะเห็นช่องลมใหญ่ และเงาไข่แดง จะอยู่ค่อนไปทางด้านใดด้านหนึ่งของไข่ ตามปกติไข่ใหม่จะเป็นสีแดงเรื่อๆ ไม่มีเงาทึบ

3. ไข่มีจุดเลือดหรือเศษเนื้อที่มีขนาดเกินกว่ามาตรฐาน ไข่ผิดปกติต่างๆ เช่น ไข่แดงแฝด ไข่ที่มีตัวพยาธิ ไข่มีรา ฯลฯ

Copyright by Mahidol University

4. ไข่มีวงเลือดหรือเชื้อลูกไก่กำลังเจริญเติบโต ถ้าเชื้อตายตั้งแต่ระยะแรก จะเห็นเป็นวงแดงหรือคล้ำ ถ้ามีเชื้อลูกไก่กำลังเจริญเติบโตจะเห็นเส้นโลหิตแดงสดใสคล้ายร่างแห เวลาหมุนไข่ขณะที่ส่องตรวจจะเห็นเชื้อลูกไก่เคลื่อนไหวได้เล็กน้อย

5. ไข่แดงหรือไข่ขาวเหลว อาจแตก เนื่องจากเก็บไว้นานหรือถูกฟักมาแล้ว ลักษณะของไข่ดีหรือไข่สดนั้น เมื่อดูด้วยเครื่องส่องจะเห็นเงาไข่แดงอยู่ตรงกลางมีสีแดงเรื่อๆ ไม่ทึบ และไม่มีลักษณะของมลทินต่างๆ ใน 5 ข้อข้างบนนี้

ห้องที่ใช้ในงานส่องไข่หรือคัดไข่ของโรงงาน มีการปรับอุณหภูมิห้องให้อยู่ที่ระดับ 70° ฟ. มีเครื่องล้างทำความสะอาดไข่ สะดวกต่อการขนของเข้าออก และมีแสงสว่างอย่างเพียงพอ

2.4.7.4 การต่อยไข่ออกตรวจดู คุณภาพภายใน

สุวรรณ (25) กล่าวว่า หลังจากที่ออกมาจากแม่ไก่ คุณภาพของไข่จะเริ่มเสื่อมลงทุกทีตลอดเวลาไปจนกว่าจะถึงผู้บริโภค ฉะนั้นลำพังการดูจากสภาพภายนอกและการส่องตรวจดูสภาพภายในไข่นั้นยังไม่เป็นการเพียงพอจำเป็นต้องจัดคุณภาพภายในตามมาตรฐาน เพื่อลำดับความดีเลวของคุณภาพเนื้อไข่ในแง่ของการใช้เป็นอาหารมนุษย์

การดูด้วยตาเปล่า ทำได้โดยต่อยไข่ลงบนแผ่นกระจก มีเงาสะท้อนให้เห็นภาพด้านล่างของไข่ ตรวจดูทั้งไข่แดงและไข่ขาว พวกไข่จุดเลือดหรือจุดเนื้อ ถ้าเป็นจุดเล็กๆ ที่มักจะ รอดพ้นสายตาไปพวกไข่ที่มีสีขาวผิดปกติก็อาจเห็นได้จากวิธีนี้

การดมกลิ่น ตรวจดู ตรวจดมอย่างธรรมดา กลิ่นที่ผิดปกติได้แก่ กลิ่นคาวปลา กลิ่นรา กลิ่นเหม็น ซึ่งไม่สามารถรู้ได้จากการส่องไข่

การดูลักษณะของไข่ขาว ไข่ขาวเป็นส่วนสำคัญที่แสดงคุณภาพของเนื้อไข่ได้ถูกต้องกว่าลำพังการส่องไข่ เช่น

ความเหลว หรือสีผิดจากธรรมดา

การตรวจวัดคุณภาพไข่จากไข่ขาวข้น ด้วยเครื่องมือมาตรฐานต่างๆ โดยอาศัยหลักความจริงทั่วไปว่า ไข่คุณภาพดีย่อมต้องมีไข่ขาวข้นหนา และมีปริมาณมากกว่าไข่ที่มีคุณภาพต่ำ

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3
วิธีการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยการทดลองเพื่อวัดผลผลิตของไก่ไข่ ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการทดลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.1.1 การเตรียมการทดลอง

3.1.1.1 การเตรียมหอยเชอรี่เพื่อทดลองจากการศึกษาเพื่อเก็บหอยเชอรี่ให้ได้ปริมาณมากพอสำหรับการศึกษาตลอดโครงการนั้น โดยการติดต่อขอข้อมูลจากฝ่ายป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสำนักงานเกษตรจังหวัดสุพรรณบุรี เกี่ยวกับการระบาดของหอยเชอรี่ทราบว่ามีการระบาดของหอยเชอรี่อยู่มากในท้องที่ หมู่ที่ 8 ต. หัวโพธิ์ อ. สองพี่น้องและหมู่ที่ 5 ต. วัดโบสถ์ อ. บางปลาม้า จ. สุพรรณบุรี จึงได้เก็บรวบรวมหอยมาจากแหล่งพื้นที่ดังกล่าวในช่วงเดือนกันยายน – ธันวาคม

3.1.1.2 การเตรียมโรงเรือนและกรงตับเพื่อจัดไก่ไข่เข้าทำการทดลองทำความสะอาดโรงเรือนและกรงตับ โดยวิธีฉีดล้างด้วยน้ำให้สะอาดแล้วฉีดพ่นด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งนาน 1 สัปดาห์ ก่อนนำไก่ไข่เข้าเลี้ยง

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

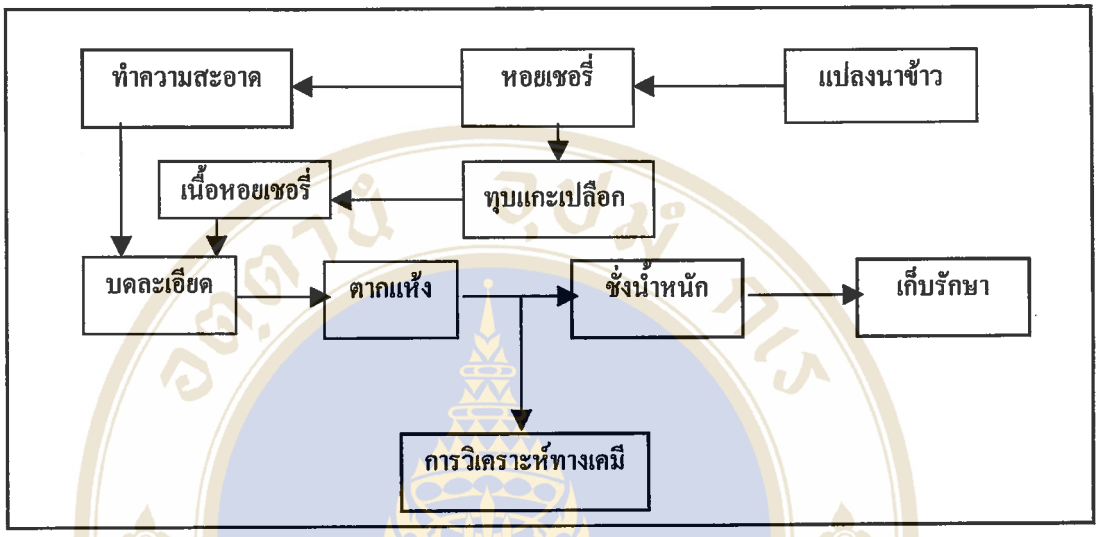
3.1.2.1 หอยเชอรี่บดตากแห้ง มี 2 ชนิด คือ หอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเนื้อ และเปลือกและเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งมีกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

1) หอยเชอรี่ทั้งเปลือกที่เก็บรวบรวมและรับซื้อจากเกษตรกรในท้องที่ดังกล่าวนำมาทำความสะอาดและชั่งน้ำหนัก นำไปบดด้วยเครื่องบดอาหารปลาโดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลของรถไถนาเดินตามเป็นต้นกำลังในการฉุดลากแล้วนำไปตากบนพื้นปูนซีเมนต์ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8.0

2) หอยเชอรี่ทั้งเปลือกที่เก็บรวบรวมและรับซื้อจากเกษตรกรในท้องที่ดังกล่าวนำมาทุบแกะเปลือกออกแล้วทำความสะอาดและชั่งน้ำหนัก นำไปบดด้วยเครื่องบดอาหารปลาโดยใช้

Copyright by Mahidol University

เครื่องยนต์ดีเซลของรถไถนาเดินตามเป็นต้นกำลังในการฉุดลาก แล้วนำไปตากบนพื้นปูนซีเมนต์มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 8.0



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการเตรียมหอยเชอรี่บดตากแห้ง

3.1.2.2. อาหารทดลองที่ใช้ศึกษาปรับปรุงจากสูตรอาหารผสมไก่ไข่ชุดที่ 5 ของอุทัย (26) ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 16.0 ประกอบด้วย ข้าวโพดบด รำละเอียด กากถั่วเหลือง ปลาป่น ใบกระถินป่น เปลือกหอยป่น ไดแคลเซียม เกลือ และพรีมิกซ์ไก่ไข่ โดยใช้โปรตีนจากหอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนโปรตีนปลาป่นในสูตรอาหารทดลอง 5 สูตร และสูตรอาหาร เปรียบเทียบ 2 สูตร ดังนี้คือ

สูตรที่ 1 อาหารเปรียบเทียบใช้โปรตีนจากหอยเชอรี่บดทั้งเปลือกตากแห้งร้อยละ 0 ทดแทนโปรตีนปลาป่นในสูตรอาหาร

สูตรที่ 2 อาหารผสมใช้โปรตีนจากหอยเชอรี่บดทั้งเปลือกตากแห้งร้อยละ 25 ทดแทนโปรตีนปลาป่นในสูตรที่ 1

สูตรที่ 3 อาหารผสมใช้โปรตีนจากหอยเชอรี่บดทั้งเปลือกตากแห้งร้อยละ 50 ทดแทนโปรตีนปลาป่นในสูตรที่ 1

สูตรที่ 4 อาหารผสมใช้โปรตีนจากหอยเชอรี่บดทั้งเปลือกตากแห้งร้อยละ 75 ทดแทนโปรตีนปลาป่นในสูตรที่ 1

Copyright by Mahidol University

สูตรที่ 5 อาหารผสมใช้โปรตีนจากหอยเชอรี่บดทั้งเปลือกตากแห้งร้อยละ 100 ทดแทนโปรตีนปลาป่นในสูตรที่ 1

สูตรที่ 6 อาหารผสมใช้โปรตีนจากหอยเชอรี่บดเฉพาะเนื้อตากแห้งร้อยละ 100 ทดแทนโปรตีนปลาป่นในสูตรที่ 1

อาหารทดลองทุกสูตรปรับให้มีระดับโภชนะต่างๆ ให้ครบตามความต้องการของไก่ไข่ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์ ตามคำแนะนำโดย อุทัย (26)

ตารางที่ 12 สูตรอาหารทดลองการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ทั้ง 6 กลุ่มทดลอง (กิโลกรัม)

วัตถุดิบ	อาหารทดลอง					
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4	สูตร 5	สูตร 6
ข้าวโพดบด	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50	46.50
รำละเอียด	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
กากถั่วเหลือง	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75
ใบกระถินป่น	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ปลาป่น	7.00	5.25	3.50	1.75	-	-
เนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้ง	-	-	2.05	4.25	6.43	8.76
หอยเชอรี่บดทั้งเปลือก	-	7.94	8.48	8.48	8.48	-
เปลือกหอยป่น	8.50	0.76	-	-	-	5.19
ไดแคลเซี่ยม	0.50	2.05	1.97	1.52	1.09	2.05
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
พรีมิกซ์ไก่ไข่	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวมน้ำหนัก (กก.)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
โภชนะโดยการคำนวณ						
โปรตีน (%)	16.35	16.35	16.35	16.35	16.35	16.35
พลังงาน (kcal/kg)	2,649	2,608	2,634	2,664	2,693	2,769
แคลเซี่ยม (%)	3.89	3.76	3.62	3.52	3.41	3.41
ฟอสฟอรัส (%)	0.40	0.65	0.60	0.49	0.38	0.51

หมายเหตุ - ไม่มีวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้นในสูตรอาหาร

Copyright by Mahidol University

3.1.2.3 สัตว์ที่ใช้ทำการทดลอง การทดลองใช้ไก่ไข่ของฟาร์มสัตว์ปีก คณะวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี เป็นไก่ไข่พันธุ์ลูกผสมทางการค้าพันธุ์ไฮเซกซ์บราวน์ จำนวน 480 ตัว อายุเริ่มต้นการทดลองประมาณ 36 สัปดาห์ เลี้ยงทดลองถึงอายุประมาณ 45 สัปดาห์

3.1.2.4 โรงเรือนและกรงตับทดลอง กรงตับสำหรับเลี้ยงไก่ไข่แบบตั้ง 2 ชั้น จำนวน 240 กรง ทำด้วยลวดเหล็กถักขนาด 14 x 16 x 16 ลูกบาศก์นิ้ว ขนาดจุไก่ได้กรงละ 2 ตัว ชั้นแรกสูงจากพื้น 0.80 เมตร ชั้นที่ 2 สูงจากพื้น 1.30 เมตร ติดตั้งรางน้ำและรางอาหารไว้หน้ากรง กรงตับตั้งอยู่ภายในโรงเรือนหลังคาสังกระสีรูปทรงจั่วชั้นเดียว บนหลังคาติดตั้งระบบฝนเทียม (sprinkler) ห่างกันจุดละ 4 เมตร ขนาดโรงเรือนกว้าง 7 เมตร ยาว 28 เมตร สูง 4 เมตร บริเวณฝาผนังติดกระเบื้องแผ่นเรียบกันความร้อนจากชายคา 0.7 เมตร ด้านข้างบุด้วยตาข่ายตามความยาวของโรงเรือน ติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 36 นิ้ว จำนวน 4 ตัว

3.1.2.5 อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการทดลอง

1) อุปกรณ์เก็บข้อมูล เช่น ตารางเก็บข้อมูล เครื่องชั่งขนาด 300 กรัม

2) อุปกรณ์การเลี้ยงไก่ไข่ เช่น รถเข็นอาหาร ช้อนตักอาหาร เครื่องผสมอาหาร กระสอบใส่อาหาร ฯลฯ

3) เทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิ

4) เครื่องมือวัดความหนาของเปลือกไข่ โดยใช้เวอร์เนียร์ (Verneer) วัดสีของไข่แดงใช้พัดสีของโร๊ช (roche) ฯลฯ

5) เครื่องชั่งขนาดต่างๆ เพื่อชั่งไก่ไข่และอาหารทดลอง

6) สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะต่างๆ ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ อาหารทดลองและสารพิษตกค้างในหอยเชอรี่บดตากแห้ง

3.1.3 วิธีการศึกษาวิจัย แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

การทดลองที่ 1 ศึกษาข้อมูลภาคสนามของหอยเชอรี่ ดังนี้

1) การศึกษาน้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งของหอยเชอรี่ทั้งเปลือกที่รับซื้อจากเกษตรกรในท้องที่ดังกล่าวนำมาทำความสะอาดแล้วแบ่งหอยออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งชั่งน้ำหนัก

Copyright by Mahidol University

ทั้งเปลือกแล้วทำการบดละเอียดอีกส่วนหนึ่งชั่งน้ำหนักแล้วทุบแกะเปลือก นำเนื้อหอยมาชั่งน้ำหนักแล้วบดละเอียด หลังจากนั้นนำไปตากบนพื้นซีเมนต์เมื่อแห้งได้ที่แล้วเก็บในถุงพลาสติกพร้อมชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง

2) การศึกษาเพื่อนับจำนวนตัวต่อกิโลกรัม นำหอยที่ทำความสะอาดแล้ว ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักปริมาณร้อยละ 30 ของน้ำหนักหอยสดทั้งหมดที่รับซื้อและรวบรวมมาทุกครั้ง เพื่อนับจำนวนตัวต่อกิโลกรัม

3) การศึกษาต้นทุนการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้ง โดยคิดต้นทุนทั้งหมดคือ ราคาซื้อหอยจากเกษตรกร ค่าขนส่ง ค่าแรงงานในการคัดแยก ทำความสะอาดทุบแกะเปลือกบดละเอียดตากแห้ง ตลอดจนการเก็บรักษาโดยนับจำนวนคนและชั่วโมงการทำงานโดยคิดค่าแรงขั้นต่ำตามประกาศของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม วันละ 128 บาท ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน 2540

การทดลองที่ 2 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

1) การวิเคราะห์ปริมาณโภชนะต่างๆ ในหอยเชอรี่บดตากแห้ง ปลาป่นและอาหารผสมสูตรต่างๆ ได้แก่โปรตีน เถ้า เยื่อใย แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส โดยวิธี Proximate analysis หาพลังงานโดยใช้ Ballistic bombs calorimeter ตามวิธีการของเยาวมาลย์ (27) ; ดวงสมรและอังคณา (22)

2) การวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างในหอยเชอรี่บดตากแห้ง โดยใช้วิธี Gas Chromatography

3) การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไข่ไก่ในแต่ละทรีทเมนต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีการของ เยาวมาลย์ (27) ; ดวงสมร และอังคณา (22)

การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่น

แผนการทดลองการศึกษาการใช้โปรตีนจากหอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์ เมื่อปรับสมดุลย์ปริมาณโปรตีนและแคลเซี่ยมจากเปลือกหอยป่นตามความต้องการของไก่ไข่ที่ระดับร้อยละ 0 , 25 , 50 , 75 และ 100 ในสูตรอาหารตามลำดับต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของไข่ไก่ การทดลองใช้ไก่ไข่อายุ 36 สัปดาห์ จำนวน 480 ตัว สุ่มเลี้ยงในกรงตับทดลองชุดละ 16 ตัว ใช้กรงตับทั้งหมดจำนวน 240 กรง ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ประกอบด้วย 6 treatment (สูตร

Copyright by Mahidol University

อาหารทดลอง 5 สูตรและอาหารเปรียบเทียบ 1 สูตร) ในแต่ละ treatment มี 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ไก่ไข่ทดลองจำนวน 16 ตัว การจัดไก่ไข่แต่ละซ้ำเข้ากับ treatment โดยวิธีการใช้ตารางเลขสุ่ม (Ten Thousand Randomly Asserted Digits)

3.1.3.6 การเตรียมอาหารทดลองการให้น้ำและอาหาร ผสมอาหารตามสูตรที่คำนวณโดยผสมแต่ละครั้งใช้ให้หมดภายใน 10 สัปดาห์ การเลี้ยงดูทั่วไปการทดลองเลี้ยงไก่ไข่ในกรงตับแบบ 2 ชั้น เพื่อการใช้ประโยชน์จากอาหารสูตรต่างๆ โดยด้านหน้าของกรงตับ มีรางน้ำโดยมีน้ำให้กิน ตลอดเวลาและรางอาหารให้กินตลอดเวลาเช่นเดียวกันไก่ไข่ทดลอง จะได้รับอาหารวันละ 1 ครั้ง คือ เวลา 07.00 น. เมื่อนำไก่ขึ้นกรงตับเพื่อหาการใช้ประโยชน์จากอาหารแล้วจะให้ไก่ไข่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 (อาหารเปรียบเทียบ) เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้ไก่ไข่ได้ปรับตัวและคุ้นเคยกับกรงทดลองและอาหารเปรียบเทียบก่อนหลังจากนั้น จึงให้อาหารทดลองที่ใช้ทั้ง 6 สูตร โดยใช้อาหารเปรียบเทียบต่ออาหารสูตรใหม่ในสัดส่วน 75:25 , 50:50 , 25:75 และ 0:100 ช่วงละ 3 วัน เพื่อให้ไก่ไข่ได้ปรับตัวและคุ้นเคยกับอาหาร ที่ใช้ทดลองและขับถ่ายอาหารเดิมที่เหลืออยู่ในระบบทางเดินอาหารออกให้หมดโดยให้ไก่ไข่แต่ละตัวได้รับอาหารแบบจำกัดความต้องการของร่างกายคือตัวละ 120 กรัม/วัน ซึ่งปริมาณอาหารที่ไก่ไข่ได้รับยึดถือตามความต้องการอาหารของไก่ไข่ที่รายงานโดยอุทัย (26)และ สุวรรณและคณะ (24) ทำการชั่งอาหารที่เหลือในรางอาหารและอาหารเก่าที่เหลือในภาชนะสัปดาห์ละ 1 ครั้งเพื่อหาอัตราการกินอาหารแต่ละสัปดาห์

3. 1.3.7 การบันทึกข้อมูลการศึกษา

1) บันทึกจำนวนและน้ำหนักไข่ไก่ทุกวันเมื่อเริ่มต้นจนสิ้นสุดการทดลอง

2) การตรวจวัดปริมาณและคุณภาพภายนอกรวมกันทั้งซ้ำทุกวัน เช่น นับจำนวน การคัดขนาดและชั่งน้ำหนักและนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ (% hen-day) ทุกสัปดาห์

3) การบันทึกปริมาณอาหารที่ไก่ไข่กินแต่ละซ้ำกินทุกสัปดาห์ตลอดระยะเวลาทำการทดลองเพื่อนำมาคำนวณปริมาณอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหลและปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน

4) การตรวจวัดคุณภาพของไข่ไก่ เช่น ชั่งน้ำหนักไข่ไก่ทุกซ้ำทุกสัปดาห์และสุ่มไข่ไก่มาซ้ำละ 5 ฟอง เพื่อวัดสีของไข่แดงและความหนาของเปลือกไข่ โดยทำการตรวจวัดทุก 2 สัปดาห์

5) การบันทึกความผิดปกติของไก่ไข่ในแต่ละซ้ำเมื่อเริ่มต้นจนสิ้นสุดการทดลอง

Copyright by Mahidol University

6) การตรวจวัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนที่ใช้ทดลองทุกวันๆ ละ 3 เวลา คือ เช้าเวลา 07.00 น., กลางวันเวลา 11.00 น. และบ่ายเวลา 15.00 น.

3.1.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองที่ 1 และ 2 ข้อมูลทั้งหมดคิดเป็นค่าเฉลี่ยเพื่อใช้ประกอบการอธิบายผลการทดลองที่ 3

การทดลองที่ 3 ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการคำนวณในการทดลองที่ 3 นำมาวิเคราะห์โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวน (analysis of variance) และการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test การวิเคราะห์ผลทางสถิตินี้อาศัยวิธีการบ่งบอกไว้โดย จรัญ (28), ศรเทพ (29) และสุทัศน์ (30)

3.1.5 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ

3.1.5.1 ราคาวัตถุดิบที่ใช้คำนวณอาหารผสมสูตรต่างๆ อาศัยข้อมูลของโรงผสมอาหารสัตว์ คณะวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี ช่วงเดือน ตุลาคม – ธันวาคม 2540

3.1.5.2 ต้นทุนค่าอาหารต่อการสร้างไข่ 1 โหล คำนวณจากราคาของสูตรอาหารต่อกิโลกรัม x ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารการสร้างไข่ 1 โหล

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

3.2.1 สถานที่เลี้ยงไก่ไข่ทดลองใช้โรงเรือนไก่ไข่ แผนกวิชาสัตว์ปีก คณะวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี เลขที่ 288 หมู่ที่ 1 ตำบลด่านช้าง อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี 72180 โทร. 035 – 595055-6 ต่อ 114

3.2.2 สถานที่วิเคราะห์หาปริมาณโภชนะต่างๆ ทำที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ของศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติและภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

Copyright by Mahidol University

3.2.3 สถานที่วิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาสารพิษตกค้างในหอยเชอรี่บดตากแห้ง ทำที่ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

3.3 ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ระหว่างวันที่ 12 มกราคม – 22 มีนาคม 2541 (10 สัปดาห์)

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 ผลการศึกษาข้อมูลภาคสนามของหอยเชอรี่

4.1.1.1 ผลการศึกษาน้ำหนักของหอยเชอรี่สดต่อน้ำหนักหอยเชอรี่บดตากแห้ง

การผลิตเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งจากหอยเชอรรี่สดที่รับซื้อจากเกษตรกรที่เก็บมาจากแปลงนาข้าวบริเวณหมู่บ้านดอนต้นคาง หมู่ที่ 5 ต. วัดโบสถ์ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี และหมู่บ้านรางเพนียดหมู่ 8 ต.วัดโพธิ์ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ช่วงเดือนตุลาคม - ธันวาคม 2540 จำนวน 5 ครั้ง รวมน้ำหนักหอยเชอรี่สดทั้งหมด 2,561 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 1.00 บาท นำมาคัดแยกสิ่งเจือปน ทำความสะอาดด้วยน้ำ ทุบแกะเปลือกออกแล้วนำเนื้อหอยบดละเอียดด้วยเครื่องบดอาหารปลา ตากแห้งบนพื้นซีเมนต์ที่อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย 35.7 องศาเซลเซียส เนื้อหอยที่ตากแห้งแล้วมีความชื้นร้อยละ 8.62 ใช้เวลาตากประมาณ 3-4 วัน พบว่ามีสัดส่วนของหอยเชอรี่สด : น้ำหนักเนื้อหอยเชอรี่สด :น้ำหนักเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้ง เท่ากับ 2561 : 715 .71 : 168.86 กิโลกรัมหรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 100 : 27.59 : 6.59 รายละเอียดตารางที่ 13

ส่วนการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกที่รับซื้อจากแหล่งและราคารับซื้อเดียวกันจำนวน 3 ครั้ง รวมน้ำหนักหอยเชอรี่สดทั้งหมด 960 กิโลกรัม นำมาผ่านกระบวนการผลิตเหมือนการผลิตเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งแต่ต่างกันโดยนำมาบดทั้งเปลือกแล้วตากแห้งในสถานที่และอุณหภูมิเดียวกัน หอยเชอรี่บดทั้งเปลือกเมื่อแห้งแล้วมีความชื้นร้อยละ 2.73 ใช้เวลาตาก 2-3 วัน พบว่าสัดส่วนของน้ำหนักหอยเชอรี่สดทั้งเปลือก : น้ำหนักหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือก เท่ากับ 960 : 250 หรือ สัดส่วนร้อยละ 100 : 26.04 รายละเอียดตารางที่ 14

4.1.1.2 ผลการศึกษาการนับจำนวนตัวของหอยเชอรี่ต่อกิโลกรัม

การผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งสองชนิดรวม 8 ครั้ง ขณะทำการผลิตได้ทำการสุ่มหอยเชอรี่ร้อยละ 30 ของน้ำหนัก เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษาจำนวนตัวต่อกิโลกรัม จากการศึกษาพบว่าหอยเชอรี่มีค่าเฉลี่ย 68.25 ตัวต่อกิโลกรัม รายละเอียดตารางที่ 15

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 13 น้ำหนักหอยเชอรี่ในการเตรียมเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งจำนวน 168.86 กิโลกรัม

ครั้งที่	หอยเชอรี่สด (กก.)	เนื้อหอยเชอรี่สด (กก.)	หอยเชอรี่สด:เนื้อหอยเชอรี่สด(%)	เนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้ง (กก.)	หอยเชอรี่สด:เนื้อหอยเชอรี่แห้ง(%)
1	846	236.31	27.33	55.73	6.59
2	594	165.90	27.93	39.13	6.59
3	506	104.00	20.55	25.00	4.94
4	212	85.50	40.33	20.00	9.43
5	403	124.00	30.77	29.00	7.20
รวม	2,561	715.71	27.95	168.86	6.59
เฉลี่ย/ครั้ง	512.20	143.10	29.38	33.77	6.95

ตารางที่ 14 น้ำหนักหอยเชอรี่ในการเตรียมหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกจำนวน 250 กิโลกรัม

ครั้งที่	หอยเชอรี่สด (กก.)	หอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือก (กก.)	เปอร์เซ็นต์
1	362	94.27	26.04
2	286	74.48	26.04
3	312	81.25	26.04
รวม	960	250.00	26.04
เฉลี่ย/ครั้ง	320	83.33	26.04

4.1.1.3 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งและหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือก การผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งสองชนิดมีการคิดต้นทุนการผลิตโดยคิดจากราคาหอยเชอรี่สดที่รับซื้อมา ค่าแรงงานทำความสะอาด คัดแยกสิ่งสกปรก การทุบแกะเปลือก การบดละเอียด การตากแห้ง การเก็บรักษา ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่าต้นทุนการผลิตเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งมีค่าใช้จ่ายกิโลกรัมละ 17.52 บาท และหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกมีค่าใช้จ่ายกิโลกรัมละ 4.86 บาท รายละเอียดตารางที่ 16

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 15 ขนาดของหอยเชอรี่ที่นำมาใช้ศึกษา

ครั้งที่	หอยเชอรี่ที่สุ่มนับจำนวนตัว (กก.)	จำนวนเฉลี่ยต่อกิโลกรัม (ตัว)
1	253	79
2	118	93
3	151	53
4	63	55
5	120	62
6	108	78
7	85	68
8	93	58
รวม	991	546
เฉลี่ย	123.88	68.25

ตารางที่ 16 ต้นทุนการผลิตเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งและหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือก

รายการ	เนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้ง			หอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือก		
	จำนวน	ราคา/หน่วย	จำนวนเงิน	จำนวน	ราคา/หน่วย	จำนวนเงิน
ค่าแรงรวบรวมหอยเชอรี่(บาท/กก.)	2,561.0	1.00	2561.00	960.00	1.00	960.00
ค่าแรงคัดแยกทำความสะอาด(บาท/ชม.)	8.00	16.00	128.00	4.00	16.00	64.00
ค่าแรงบดและตากแห้ง(บาท/ชม.)	9.00	16.00	144.00	6.00	16.00	96.00
ค่าแรงเก็บรักษา(บาท/ชม.)	4.00	16.00	64.00	4.00	16.00	64.00
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง(บาท/ลิตร)	8.00	7.59	60.72	4.00	7.59	30.36
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด(บาท)	-	-	2,957.72	-	-	1,214.36
รวมน้ำหนักหอยบดตากแห้ง(กก.)	168.86	-	-	250.00	-	-
ราคาต่อกิโลกรัม	-	-	17.52	-	-	4.86

หมายเหตุ ค่าแรงงานคิดจากค่าแรงขั้นต่ำตามประกาศของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม ในท้องที่จังหวัดสุพรรณบุรี วันละ 128 บาท ประกาศ ณ วันที่ 19 กันยายน 2540

Copyright by Mahidol University

4.1.1.4 อุณหภูมิภายในโรงเรือนทดลองระหว่างการศึกษา ผันแปรตามสภาพแวดล้อมในแต่ละวันโดยมีการวัดระดับอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยและอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลอง 10 สัปดาห์ รายละเอียดตารางที่ 17

ตารางที่ 17 อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลอง ช่วงละ 7 วัน (องศาเซลเซียส)

สัปดาห์ที่	วัน - เดือน – ปี	อุณหภูมิสูงสุด	อุณหภูมิต่ำสุด	อุณหภูมิเฉลี่ย
1	12 – 18 ม.ค. 41	34.7	22.0	28.4
2	19 – 25 ม.ค. 41	33.9	23.5	28.7
3	26 ม.ค.-1 ก.พ.41	34.3	22.4	28.3
4	2 - 8 ก.พ. 41	34.9	24.5	29.7
5	9 – 15 ก.พ. 41	35.8	24.3	30.0
6	16 – 22 ก.พ. 41	37.2	23.3	30.3
7	23 ก.พ.- 1มี.ค.41	37.5	25.3	31.4
8	2 – 8 มี.ค. 41	37.7	25.5	31.6
9	9 – 15 มี.ค. 41	37.6	22.9	30.3
10	16 – 22 มี.ค. 41	38.8	25.2	32.0

4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณโภชนะของปลาป่น หอยเชอรี่และอาหารไก่ไข่ที่ใช้ในการศึกษา

4.1.2.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะต่างๆ ในปลาป่น หอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งสองชนิดและอาหารไก่ไข่สูตรต่างๆ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า คาร์โบไฮเดรทที่ย่อยง่าย แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส โดยวิธีที่ดัดแปลงมาจาก A.O.A.C. (1980) หาพลังงานโดยใช้ ballistig bombs calorimeter โดยวิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์และภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตามลำดับ รายละเอียดตารางที่ 18 และ 19

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 18 ปริมาณโภชนะโดยการวิเคราะห์ทางเคมีของปลาป่นและหอยเชอรี่บดตากแห้งที่ใช้ในการทดลอง (หน่วย : เปอร์เซ็นต์)

โภชนะ	ปลาป่น	เนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้ง	หอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือก
ความชื้น [1/]	9.0	8.62	2.73
โปรตีน [1/]	58.0	46.35	12.73
ไขมัน [1/]	10.0	0.82	0.28
เยื่อใย [1/]	1.0	3.60	0.75
เถ้า [1/]	26.0	28.26	76.79
แคลเซี่ยม [1/]	6.7	5.29	32.25
ฟอสฟอรัส [1/]	2.5	0.55	0.10
พลังงานรวม (kcal/kg) [2/]	2,750	3,558.65	898.98

1/ ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2/ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ตารางที่ 19 ปริมาณโภชนะการวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารไก่ไข่ ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์ (หน่วย : เปอร์เซ็นต์)

โภชนะ	อาหารทดลอง					
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
ความชื้น	9.3	8.9	9.3	8.9	9.1	9.0
โปรตีน	17.7	16.6	17.2	18.7	17.9	17.3
ไขมัน	5.2	5.8	5.8	4.2	4.6	4.6
เยื่อใย	3.6	3.6	3.9	3.7	3.8	3.6
เถ้า	11.9	13.2	11.2	13.6	13.3	12.8
คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย	58.6	62.8	61.9	59.8	60.4	61.7
แคลเซี่ยม	2.78	3.30	2.92	4.09	3.73	3.33
ฟอสฟอรัส	1.63	0.88	0.88	0.62	0.50	0.40
พลังงานรวม (kcal/kg)	3,880	3,760	3,790	3,820	3,890	3,900

ที่มา : ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาท กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Copyright by Mahidol University

4.1.2.2 ผลการวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างในหอยเชอรี่บดตากแห้ง

การวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างกลุ่ม Organoclorine ในหอยเชอรี่บดตากแห้งโดยใช้วิธี Gas Chromatography โดยใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ปรากฏว่าไม่พบสารพิษกลุ่ม Organoclorine อยู่ในหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งสองชนิด

4.1.2.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะต่างๆ ในไข่ไก่ทดลอง

การวิเคราะห์ปริมาณโภชนะต่างๆ ในไข่ไก่ทดลองที่ได้รับสูตรอาหาร 6 สูตรได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส โดยวิธีที่ดัดแปลงมาจาก A.O.A.C. (1980) โดยจัดส่งตัวอย่างดังกล่าวไปวิเคราะห์ ที่ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผลการวิเคราะห์แสดงรายละเอียดตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ปริมาณโภชนะของไข่ไก่จากการวิเคราะห์ทางเคมีเมื่อสิ้นสุดการทดลองอายุ 45 สัปดาห์ (หน่วย : เปอร์เซ็นต์)

โภชนะ (Wet Basis)	ไข่ไก่ที่ได้รับอาหาร					
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
ความชื้น	76.17	74.15	74.55	75.28	76.71	74.85
โปรตีน	46.17	48.68	47.18	43.11	46.34	47.35
ไขมัน	30.40	27.92	29.68	33.78	29.71	29.17
เถ้า	4.15	4.36	4.58	4.45	4.68	4.38
แคลเซี่ยม	0.88	0.66	0.69	0.80	0.64	0.80
ฟอสฟอรัส	0.83	0.77	0.86	0.96	0.87	0.80

ที่มา : ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

4.1.3 ผลการทดลองการเลี้ยงไก่ไข่

จากการทดลองเลี้ยงไก่ไข่จำนวน 480 ตัว ตั้งแต่อายุ 36-45 สัปดาห์ในกรงตับทดลองด้วยอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ปรากฏผลการทดลองดังต่อไปนี้.

Copyright by Mahidol University

4.1.3.1 ผลผลิตไข่ (% hen-day)

จากการศึกษาพบว่าไก่ไข่ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์ ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ผลผลิตไข่ (% Hen-day) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีผลผลิตไข่เท่ากับ 79.33, 79.46, 78.70, 80.92, 84.44 และ 76.16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รายละเอียดตารางที่ 21 และภาพที่ 11

4.1.3.2 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน(กรัม)

จากการศึกษาพบว่าไก่ไข่ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์ มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 111.69, 112.40, 112.18, 111.81, 111.59 และ 108.94 กรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ รายละเอียดตารางที่ 21 และภาพที่ 12

4.1.3.3 ปริมาณอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหล (กิโลกรัม)

จากการศึกษาพบว่าไก่ไข่ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์ มีปริมาณอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีปริมาณอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหลเฉลี่ยเท่ากับ 1.640, 1.686, 1.692, 1.688, 1.586 และ 1.702 กิโลกรัมตามลำดับ รายละเอียดตารางที่ 21 และภาพที่ 13

4.1.3.4 น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม)

จากการศึกษาพบว่าไก่ไข่ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์ มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองเฉลี่ยเท่ากับ 60.87, 59.67, 59.82, 60.52, 60.75 และ 60.35 กรัมตามลำดับ รายละเอียดตารางที่ 21 และภาพที่ 14

4.1.3.5 สีของไข่แดง (Rhoche)

จากการศึกษาพบว่าไก่ไข่ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์ สีของไข่แดงเมื่อวัดด้วยพัดสีของโร๊ซซึ่งมีค่าตั้งแต่เบอร์ 1 – 15 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีสีของไข่แดงเฉลี่ยเท่ากับ 5.47, 5.33, 5.43, 5.14, 5.04 และ 5.10 ตามลำดับ รายละเอียดตารางที่ 21 และภาพที่ 15

4.1.3.6 ความหนาของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร)

จากการศึกษาพบว่าไก่ไข่ช่วงอายุ 36–45 สัปดาห์ มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มีความหนาของเปลือกไข่เฉลี่ยเท่ากับ 0.30, 0.28, 0.27, 0.30, 0.29 และ 0.28 มิลลิเมตรตามลำดับ รายละเอียดตารางที่ 21 และภาพที่ 16

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 21 แสดงผลผลิตไข่ (% Hen-day) ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (กรัม) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 โหล (กิโลกรัม) และคุณภาพไข่ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทั้ง 6 กลุ่ม

ข้อมูลที่ทดสอบ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6
ผลผลิตไข่ (%hen-day)	79.33	79.46	78.70	80.92	84.44	76.16
ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (กรัม)	111.69	112.40	112.18	111.81	111.59	108.94
ปริมาณอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหล (กิโลกรัม)	1.640	1.686	1.692	1.688	1.586	1.702
น้ำหนักเฉลี่ยต่อฟอง (กรัม)	60.87	59.67	59.82	60.52	60.75	60.35
สีของไข่แดง (Roche)	5.47	5.33	5.43	5.14	5.04	5.10
ความหนาของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร)	0.30	0.28	0.27	0.30	0.29	0.28

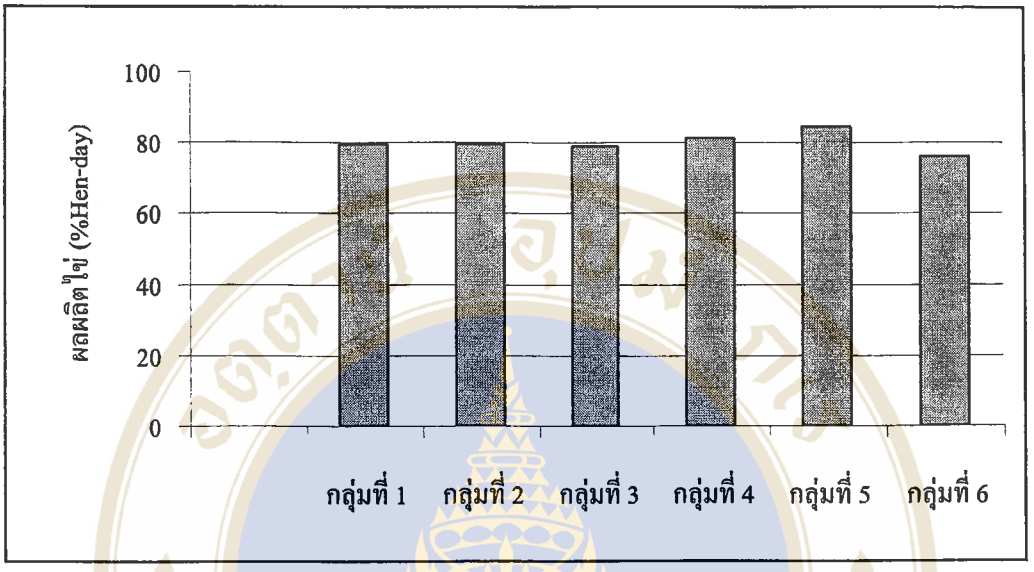
ตารางที่ 22 แสดงต้นทุนการผลิตไข่โดยคิดเฉพาะค่าอาหารและผลตอบแทนที่ได้รับของไก่ไข่ทั้ง 6 กลุ่มการทดลอง

ข้อมูลที่วิเคราะห์	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6
ผลผลิตไข่ทั้งหมด (ฟอง)	3,932	3,838	3,927	3,812	4,053	3,688
ราคาอาหารต่อกิโลกรัม(บาท)	7.29	7.27	7.24	7.20	7.15	7.30
ราคาไข่ไก่ 1 โหล (บาท)[1/]	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
ต้นทุนอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล (บาท)	11.96	12.26	11.75	12.15	11.34	12.42
ผลตอบแทนต่อการผลิตไข่ 1 ฟอง (บาท)[2/]	1.00	0.98	0.98	0.99	1.06	0.97
ผลตอบแทนที่ได้รับต่อไก่ 1 ตัว (บาท)	55.53	55.92	55.09	56.64	59.11	53.31

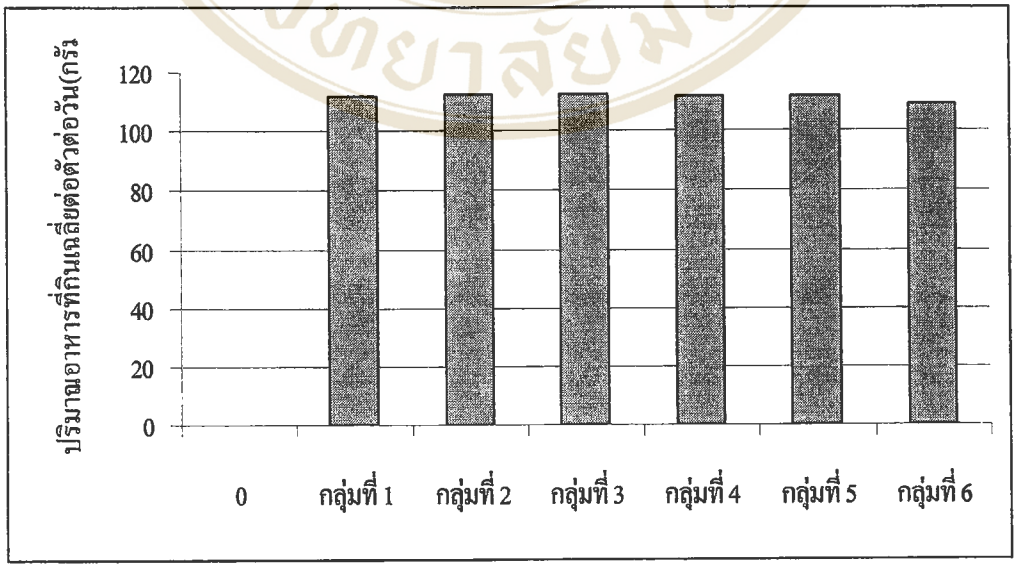
1/ ไข่ไก่คิดราคาฟองละ 2.00 บาท

2/ คำนวณจากราคาไข่ไก่ที่ขายได้ หักออกด้วยต้นทุนค่าอาหารไก่ไข่

Copyright by Mahidol University

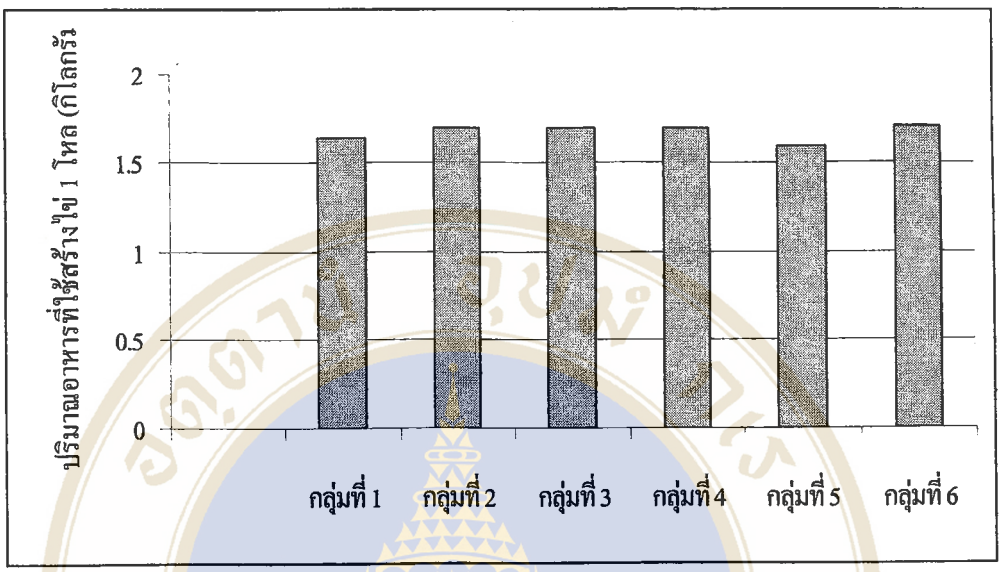


ภาพที่ 11 กราฟแสดงผลผลิตไข่ (%Hen-day)ตลอดการทดลอง

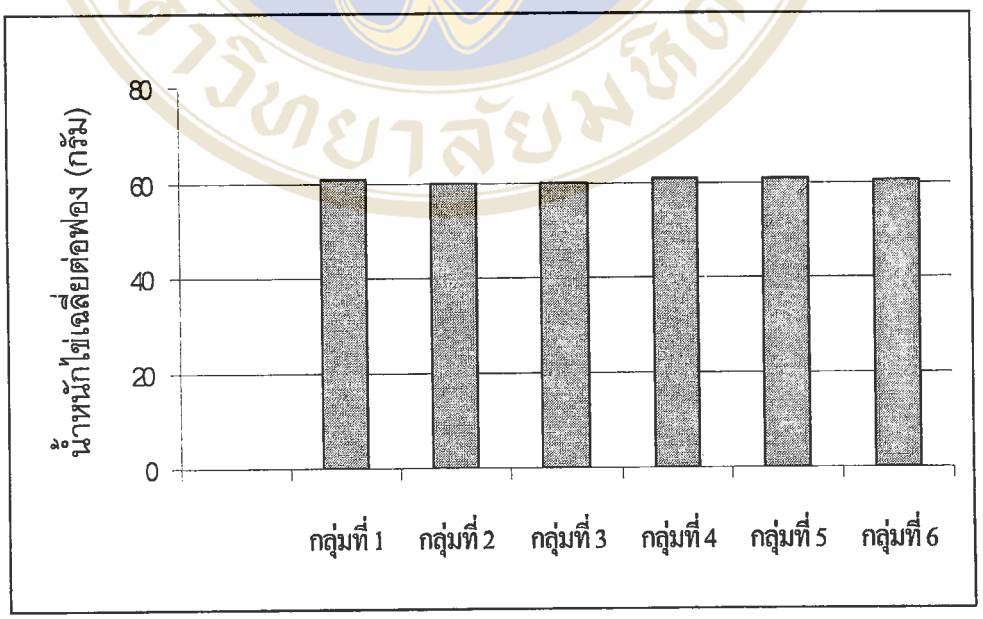


ภาพที่ 12 กราฟแสดงปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน(กรัม)ตลอดการทดลอง

Copyright by Mahidol University

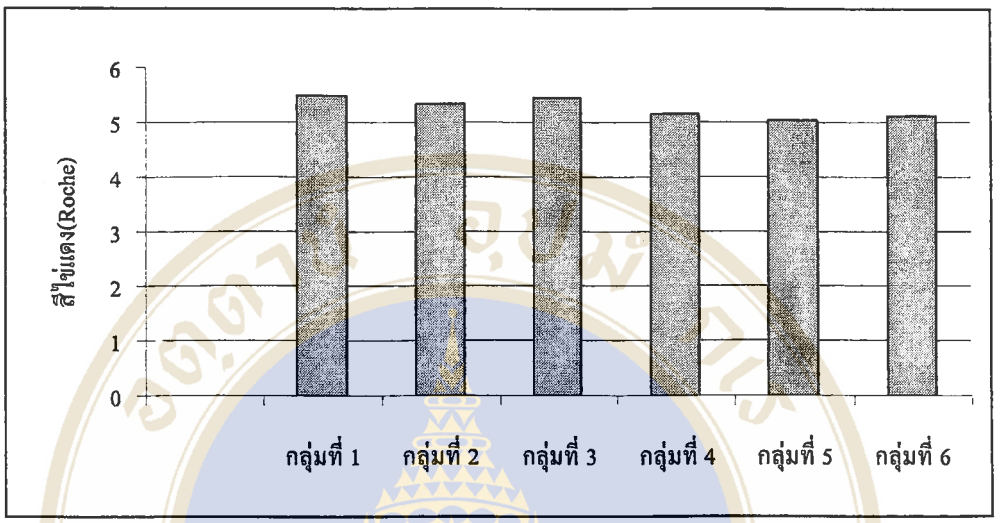


ภาพที่ 13 กราฟแสดงปริมาณอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหล(กิโลกรัม) ตลอดการทดลอง

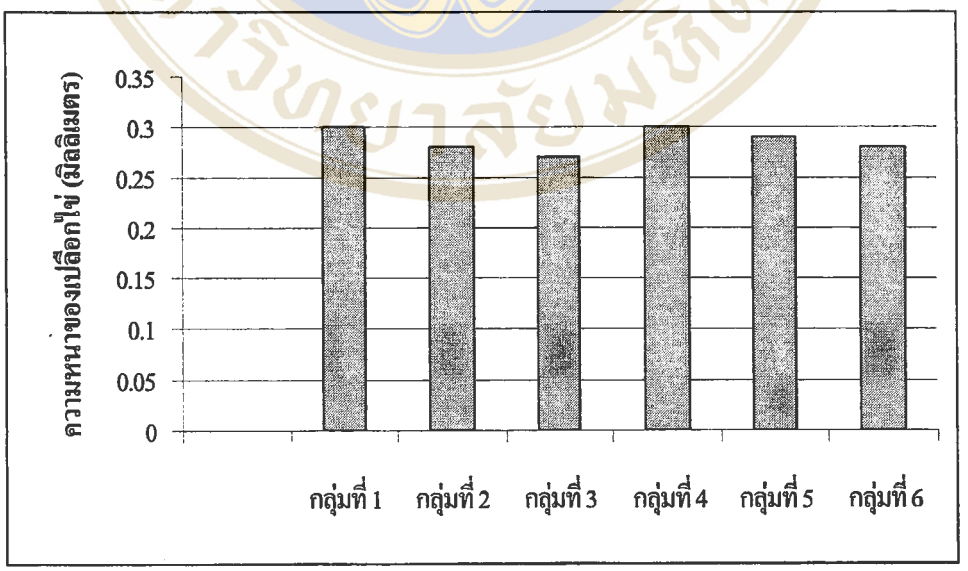


ภาพที่ 14 กราฟแสดงน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม) ตลอดการทดลอง

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 15 กราฟแสดงสีของไข่แดง (Roche) ตลอดการทดลอง



ภาพที่ 16 กราฟแสดงความหนาของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร) ตลอดการทดลอง

Copyright by Mahidol University

310762 i 12310554

4.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของหอยเชอรี่ การศึกษาในห้องปฏิบัติการและการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์ สรุปได้ดังนี้

4.2.1 น้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้งของหอยเชอรี่ การนำหอยเชอรี่มาทำการบดละเอียดแล้วตากให้แห้งนั้นความยาวนานของระยะเวลาของการตากขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิ ความชื้น นอกจากนี้ชนิดของหอยเชอรี่บดเฉพาะเนื้อและบดทั้งเปลือกยังมีผลทำให้หอยเชอรี่แห้งในระยะเวลายาวนานแตกต่างกันด้วย

4.2.2 การนับจำนวนตัวของหอยเชอรี่ต่อกิโลกรัม เนื่องจากหอยเชอรี่ที่รับซื้อจากเกษตรกรโดยรับซื้อหอยทุกขนาด วัตถุประสงค์เพื่อต้องการกำจัดหอยเชอรี่โดยตรง ดังนั้นจึงทำให้จำนวนตัวของหอยเชอรี่มีค่าเฉลี่ยสูงกิโลกรัมละ 68.25 ตัวและในการทดลองครั้งนี้สามารถกำจัดหอยเชอรี่ทั้งหมดจำนวน 240,308 ตัว

4.2.3 ต้นทุนการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้ง จากการคิดต้นทุนการผลิตเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งราคากิโลกรัมละ 17.52 บาท และหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกราคากิโลกรัมละ 4.86 บาท ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงดังนั้นถ้ามีการติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ทดแทนแรงงานได้จะทำให้ต้นทุนการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้งลดลงและในที่นี้ผู้วิจัยมิได้คิดราคาเงา (Shadow value) เช่น การลดการทำลายข้าว ลดการใช้สารเคมีลงในกระบวนการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้งดังกล่าว

4.2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณโภชนะต่างๆ ในปลาป่น หอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งสองชนิดและอาหารไก่ไข่สูตรต่างๆ นั้นผู้วิจัยมีความจำเป็นที่จะต้องส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ในหน่วยงานที่มีความพร้อมในการตรวจวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้เพื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ของผู้ที่เคยศึกษาเรื่องนี้มาก่อน เช่น เนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งที่มีการศึกษามาแล้วมีโปรตีนเฉลี่ย 56.70 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำไปวิเคราะห์ปรากฏว่ามีโปรตีนเฉลี่ยเพียง 46.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากส่วนประกอบนอกเหนือจากเนื้อหอยเชอรี่หลังจากทุบแกะเปลือกแล้วยังมีส่วนอื่นๆ เช่น ฝาปิด อวัยวะภายในและสิ่งขับถ่ายในตัวหอยเชอรี่ปะปนอยู่ด้วยจึงทำให้โปรตีนเฉลี่ยที่ได้มีค่าแตกต่างกัน ส่วนหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกที่มีการศึกษามาแล้วมีโปรตีนเฉลี่ย 12.37 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาในครั้งนี้มีโปรตีนเฉลี่ย 12.73 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดตารางที่ 18 สำหรับปลาป่นที่ซื้อมามีระดับโปรตีน 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำไปวิเคราะห์แล้วปรากฏว่ามีโปรตีนเพียง 58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าที่บ่งบอกไว้ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการแจ้งระดับโปรตีนที่สูงกว่าความเป็นจริงเพื่อผลทางการค้า ซึ่งการซื้อขายปลาป่นจะใช้ระดับโปรตีนในการกำหนดราคา ส่วนอาหารไก่ไข่ทดลองที่ผสมขึ้นเองทั้ง 6 สูตรซึ่งคำนวณระดับโปรตีน 16.35 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนที่วิเคราะห์ได้มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันประมาณ 17.0-

Copyright by Mahidol University

18.0 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าระดับโปรตีนสูงกว่าจากการคำนวณทั้งนี้เนื่องจากการคิดโปรตีน เฉลี่ยจากหอยบดตากแห้งทุกขนาด และระดับพลังงานรวมประมาณ 3,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในระดับที่เกินความต้องการของไก่ไข่ในระยะนี้

4.2.5 การวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างในหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งสองชนิด โดยวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างกลุ่มออร์แกโนคลอรีน เนื่องจากสารเคมีกลุ่มนี้มีระยะเวลาการตกค้างในดินเป็นเวลานานซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตราย เมื่อวิเคราะห์แล้วไม่พบสารกลุ่มดังกล่าว ซึ่งช่วยสร้างความมั่นใจในการนำหอยเชอรีบดตากแห้งมาเลี้ยงไก่ไข่โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อตัวไก่ไข่และผู้บริโภคไข่ไก่ด้วย

4.2.6 การวิเคราะห์ปริมาณโภชนะต่างๆ ในไข่ไก่หลังการทดลองพบว่ามีค่าเฉลี่ยของโภชนะต่างๆ ใกล้เคียงกันโดยเฉพาะโปรตีนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 43.11-48.68 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดตารางที่ 18

4.2.7 ผลผลิตไข่ (% Hen-day) เมื่อพิจารณาตลอดระยะเวลาทำการทดลองพบว่าผลผลิตไข่ของไก่ไข่ทดลองทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 76.16-84.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของปฐม (52) กล่าวว่า ปัจจุบันได้พัฒนาการให้ผลผลิตไข่เฉลี่ย 285-295 ฟองต่อตัวต่อปี หรือ ผลผลิตไข่ % hen – day เฉลี่ย 76.71-80.20 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่าเฉลี่ยดังกล่าวยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของไก่ไข่ระยะนี้ที่อ้างโดยมานิตย์ (12) ว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมช่วงนี้ควรมีอัตราการให้ผลผลิตไข่เฉลี่ย 85.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสุวรรณและคณะ (23) กล่าวว่า ไก่ไข่มีอัตราการให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ระหว่าง 18.0-24.5 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากอุณหภูมิภายในโรงเรือนขณะทำการทดลองเฉลี่ย 28.4-32.0 องศาเซลเซียส และมานิตย์ (12) กล่าวเพิ่มเติมว่า การเลี้ยงไก่ไข่ในเขตร้อนจะให้ผลผลิตน้อยเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์จากอาหารน้อยกว่าในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว มีรายงานมาตรฐานการไข่ของไก่ไข่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งอ้างโดยปฐม (52) กล่าวว่าถ้าอุณหภูมิโรงเรือนสูงถึง 29.44 องศาเซลเซียส จะทำให้ไก่ไข่ผลิตไข่เพียง 56.0 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนวรรณพรและคณะ (58) ได้มีการศึกษาการใช้เศษเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในสูตรอาหารไก่ไข่ ผลปรากฏว่าไก่ไข่ให้ผลผลิตไข่เฉลี่ยเพียง 44.75-48.09 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

4.2.8 ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (กรัม) พบว่าตลอดการทดลองไก่ทุกกลุ่มทดลองมีปริมาณการกินอาหารเฉลี่ย 108.94-112.40 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งทุกค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งอาจเกิดจากในสูตรอาหารมีปริมาณโปรตีนสูงและเพียงพอต่อความต้องการของไก่ระยะนี้สอดคล้องกับรายงานของสุวรรณและคณะ (24) รายงานว่า ไก่ไข่ในระยะนี้ควรได้รับอาหารเฉลี่ย 114 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งตรงกับรายงานของวรรณพรและคณะ (58) กล่าวว่า ไก่ไข่

Copyright by Mahidol University

ทดลองกินอาหารเฉลี่ย 104.76-116.40 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองยังต่ำกว่า คำแนะนำของมานิตย์ (12) กล่าวว่า ไก่ไข่ควรให้กินอาหาร 120 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้อีกทางหนึ่ง จากความแตกต่างของปริมาณอาหารที่กินนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนและพลังงานที่มีอยู่ในอาหาร จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารผสมหอยเชอรี่บดตากแห้งมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ยกเว้นสูตรที่ 6 มีแนวโน้มการกินลดลงอาจเกิดจากความหืนหรือกลิ่นของหอยเชอรี่บดตากแห้ง เนื่องจากไก่จะกินอาหารตามความต้องการของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เมื่อกินได้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายแล้วไก่จะหยุดกินอาหารซึ่งสอดคล้องกับรายงานของอุทัย (26)

4.2.9 ปริมาณอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหล (กิโลกรัม) พบว่า ตลอดการทดลองไก่ไข่ทุกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 1.586-1.732 กิโลกรัม ซึ่งไก่ไข่ที่ได้รับอาหารผสมหอยเชอรี่บดตากแห้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นอาหารผสมสำเร็จรูปมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $P<0.01$ ซึ่งค่าเฉลี่ยของการทดลองยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่รายงานโดยปฐม (52) กล่าวว่าไก่ไข่อายุ 20-72 สัปดาห์ มีความสามารถในการให้ผลผลิต (Feed Conversion) ประมาณ 2.043 – 2.224 กิโลกรัม ต่อไข่ 1 โหล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวรรณพรและคณะ (58) รายงานไก่ไข่ทดลองใช้อาหารสร้างไข่ 1 โหลเฉลี่ย 2.63-3.01 กิโลกรัม ทั้งนี้สุวรรณและคณะ (24) กล่าวว่า ไก่ไข่ที่มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารสร้างไข่ได้ดีในสภาพแวดล้อมเหมาะสมควรมีค่าเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัมต่อไข่ 1 โหล ปฐม (52) ได้กล่าวเพิ่มเติมอีกว่า ได้มีการสำรวจประสิทธิภาพในการใช้อาหารเพื่อผลิตของไก่ไข่ในสหรัฐอเมริกา พบว่า ไก่ไข่ใช้อาหารเพียง 1.5-1.8 กิโลกรัมต่อไข่ 1 โหล เปรียบเทียบกับเมื่อ 18 ปีก่อน ซึ่งต้องใช้อาหารถึง 2.7 กิโลกรัม เพื่อผลิตไข่ 1 โหล

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นมีความสัมพันธ์กันระหว่างผลผลิตไข่ (% hen – day) โดยตรงและปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม) ไก่ไข่กินอาหารต่อตัวต่อวันมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่ผลผลิตไข่มีความแตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณอาหารที่ใช้ผสมไข่ 1โหลมีความแตกต่างกันด้วย ตัวอย่างไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ได้ให้ผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งนี้เนื่องจากระดับโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนสูตรที่ 6 ให้ผลผลิตไข่ต่ำกว่าสูตรอื่นๆ ถึงแม้จะมีคุณค่าทางอาหารด้านโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากการสังเกตุขณะทำการทดลองพบว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 6 จะเลือกกินวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีขนาดเล็กก่อนและจะกินเนื้อหอยเชอรี่บดแตกแห้งซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุดิบอื่น ๆ เป็นตัวสุดท้าย ถ้าหากมีอาหารเหลือติดก้นราง อาหารส่วนใหญ่ที่พบคือเนื้อหอยเชอรี่บดแตกแห้งบดตากแห้งที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไก่ไข่ได้รับโปรตีนไม่เพียงพอต่อความต้องการเพื่อนำไปใช้สร้างผลผลิตไข่จึงทำให้ผลผลิตไข่ต่ำกว่าสูตรอื่นๆ

Copyright by Mahidol University

4.2.10 น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม) พบว่าตลอดการทดลองน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองของไก่ไข่ทุกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 59.82-60.87 กรัมต่อฟอง ซึ่งทุกค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของปฐม (52) กล่าวว่า ไข่ไก่ควรมีน้ำหนักเฉลี่ย 60.67 กรัมต่อฟอง ทั้งนี้อาจมีอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งสุวรรณและคณะ (25) กล่าวว่าถ้าอุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงอยู่ระดับ 29.44 องศาเซลเซียส อาจทำให้ไข่มีน้ำหนักเหลือเพียง 57 กรัมต่อฟอง ทั้งนี้เนื่องมาจากอากาศร้อนไก่จะกินอาหารน้อยลงทำให้ไข่มีขนาดเล็ก และไชยา (36) กล่าวเพิ่มเติมว่า ไข่ไก่ที่ให้ผลผลิตต่ำมักจะมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อฟองสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลทดลองของวรรณพรและคณะ (58) พบว่าผลผลิตไข่เฉลี่ย 44.75-48.09 เปอร์เซ็นต์ แต่น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองสูงถึง 62.99-65.61 กรัม/ฟอง ซึ่งสุวรรณและคณะ (25) กล่าวเพิ่มเติมว่า ขนาดของไข่ไก่มีหลายขนาดเล็กใหญ่แตกต่างกัน สาเหตุมาจาก พันธุกรรม ฤดูกาล อายุ และอื่น ๆ ซึ่งขนาดไข่มาตรฐานมีรายงานกำหนดไว้ว่าควรมีน้ำหนักเฉลี่ย 50.0 กรัมต่อฟอง

4.2.11 สีของไข่แดง เมื่อวัดด้วยพัดสีของโร๊ซ (Roche) มีค่าตั้งแต่เบอร์ 1-15 พบว่าตลอดการทดลองสีของไข่แดงของไก่ไข่ทุกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 5.04-5.08 ซึ่งทุกค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สุวรรณ (25) รายงานว่าสีของไข่แดงเกิดจากสาร carotenoids พวก xanthophyll ที่ได้จากพืชสีเขียวและข้าวโพดบด มีตั้งแต่สีเหลืองซีดจนถึงแดงจัด ความเข้มของสีเหล่านี้ขึ้นอยู่กับจำนวนและชนิดของสารต่าง ๆ ในอาหารที่ไก่กินเข้าไปซึ่งสีเขียวสีของไข่แดงมีอิทธิพลต่อผู้บริโภคว่าต้องการสีชนิดใด ปัจจุบันมีการเติมสาร chlorophyll red ลงในอาหารเพื่อเพิ่มสีของไข่แดงแต่มีราคาค่อนข้างแพง ในการทดลองไม่ได้มีการเติมสารดังกล่าวลงไปจึงทำให้สีของไข่แดงอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำทั้งนี้อาจเนื่องจากใบกระถินป่นที่ใช้ในสูตรอาหารมีส่วนประกอบของกิ่งก้านมากกว่าส่วนของใบจึงมีแหล่งของ carotenoids น้อยลงและยังมีค่าต่ำกว่าการทดลองของวรรณพรและคณะ (58) มีสีของไข่แดงอยู่ที่ระดับ 8.72-8.82 สุวรรณและคณะ (24) กล่าวสอดคล้องกันว่า การเติม chlorophyll (beta – APA-8-carotenoid) ลงในอาหารทำให้สีของไข่แดงเข้มสะดุดตาและผู้ซื้อนิยมให้สีของไข่แดงอยู่ในระดับเบอร์ 9-10 ของพัดเทียบสี (color fan) โดยใช้ในอัตรา 2-10 กรัม ต่ออาหาร 1 ตัน ส่วน Mack. O. และ Donald. D. (53) แนะนำให้ใช้ 57.0 micrograms of beta-carotene per g. of yolk.

4.2.12 ความหนาของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร) เมื่อวัดด้วยเครื่องวัดละเอียด (Verneer) พบว่าตลอดการทดลองความหนาของเปลือกไข่ของไก่ไข่ทุกกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 0.27-0.30 มิลลิเมตร ซึ่งทุกค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับสุวรรณ (12) รายงานว่าเปลือกไข่ควรมีความหนาเฉลี่ย 0.32 มิลลิเมตร บางแห่งอาจหนาเพียง 0.26 หรือ หนาถึง 0.38 ม.ม. ขึ้นอยู่อุณหภูมิ ถ้าอากาศร้อนการสร้างเปลือกไข่จะเสื่อมลงเพราะปริมาณแคลเซียมในกระแสโลหิต

Copyright by Mahidol University

ที่จะนำไปสร้างเปลือกนั้นลดลง ทำให้เปลือกบางกว่าฤดูธรรมดา และสอดคล้องกับผลการทดลองของวรรณพรและคณะ (58) เปลือกไข่มีความหนาเฉลี่ย 0.309-0.322 ม.ม.

4.2.13 ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหลสูงสุดเท่ากับ 12.42 บาท และไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหลต่ำสุดเท่ากับ 11.34 บาท

4.2.14 ผลตอบแทนที่ได้รับต่อการผลิตไข่ 1 ฟอง โดยคิดเฉพาะต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมและราคาไข่ไก่ที่ขายได้ฟองละ 2 บาท ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 ให้ผลตอบแทนต่อการผลิตไข่ 1 ฟองสูงสุดเท่ากับ 1.06 บาทและไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 ให้ผลตอบแทนต่อการผลิตไข่ 1 ฟองต่ำสุดเท่ากับ 0.97 บาท

4.2.15 ผลตอบแทนที่ได้รับต่อไก่ 1 ตัว โดยคิดจากผลผลิตไข่(% Hen-day)คูณด้วยจำนวนวันที่ทำการทดลอง (70) วัน ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 ให้ผลตอบแทนต่อไก่ 1 ตัวสูงสุดเท่ากับ 59.11 บาทและไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 ให้ผลตอบแทนต่อไก่ 1 ตัวต่ำสุดเท่ากับ 53.31 บาท

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5
สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการวิจัย

จากการศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์ สรุปได้ดังนี้

5.1.1 ข้อมูลภาคสนามหอยเชอรี่

5.1.1.1 น้ำหนักสดต่อน้ำหนักแห้ง ในการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกจำนวน 1 กิโลกรัม ระดับความชื้น 2.73 เปอร์เซ็นต์ จะต้องใช้หอยเชอรี่สดจำนวน 3.84 กิโลกรัม และการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้งเฉพาะเนื้อจำนวน 1 กิโลกรัม ระดับความชื้น 8.62 เปอร์เซ็นต์จะต้องใช้หอยเชอรี่สดจำนวน 16.24 กิโลกรัม ส่วนอุณหภูมิกลางแจ้งที่ใช้ตากแห้งเฉลี่ย 35.7°ซ

5.1.1.2 การนับจำนวนตัวต่อกิโลกรัม โดยสุ่มหอยเชอรี่ร้อยละ 30 ของจำนวนหอยเชอรี่ที่นำมาบดแต่ละครั้ง ได้ค่าเฉลี่ย 68.25 ตัวต่อกิโลกรัม

5.1.1.3 ต้นทุนการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้ง ต้นทุนเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งมีค่าใช้จ่ายกิโลกรัมละ 17.52 บาท ส่วนหอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกมีค่าใช้จ่ายกิโลกรัมละ 4.68 บาท

5.1.1.4 อุณหภูมิของโรงเรือนขณะทำการทดลอง เปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ ช่วงอุณหภูมิระหว่างการทดลองอยู่ที่ 28.4 – 32.0 องศาเซลเซียส

5.1.2 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

5.1.2.1 การศึกษาส่วนประกอบทางโภชนะต่างๆ โดยเฉพาะโปรตีนในปลาป่น มีค่าเฉลี่ย 58.0 เปอร์เซ็นต์ เนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งมีค่าเฉลี่ย 46.35 เปอร์เซ็นต์ หอยเชอรี่บดตากแห้งทั้งเปลือกมีค่าเฉลี่ย 12.73 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาหารผสมทั้ง 6 สูตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 16.6-18.7 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดตารางที่ 18 และ 19

5.1.2.2 การศึกษาสารพิษตกค้างในหอยเชอรี่บดตากแห้ง กลุ่มออร์แกโนคลอรีน โดยวิธี Gas Chromatrogrphy ปรากฏว่าไม่พบสารพิษกลุ่มดังกล่าว

5.1.2.3 การศึกษาส่วนประกอบทางโภชนะต่างๆ ในไข่ไก่ทดลอง โดยวิธีดัดแปลงมาจาก A.O.A.C (1980) พบว่ามีความชื้นเฉลี่ย 74.15–76.71 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนเฉลี่ย 43.11-48.68

Copyright by Mahidol University

เปอร์เซ็นต์ ไขมันเฉลี่ย 27.92-30.40 เปอร์เซ็นต์ เถ้าเฉลี่ย 4.15-4.68 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเฉลี่ย 0.64-0.88 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.77-0.96 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดตารางที่ 20

5.1.3 การใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36 – 45 สัปดาห์ สรุปได้ดังนี้

5.1.3.1 จากการศึกษาการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์ ในทุกอัตราส่วนของอาหาร 6 สูตรให้ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ปริมาณอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหล น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง สีของไข่แดง และความหนาของเปลือกไข่ไม่แตกต่างไปจากสูตรอาหารเปรียบเทียบที่มีการใช้ปลาป่นเพียงอย่างเดียว

5.1.3.2 การใช้เฉพาะเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งผสมในสูตรอาหารที่มีอัตราสูงขึ้น เนื่องจากเนื้อมีเยื่อใยมากทำให้การเตรียมตามวิธีที่กล่าวข้างต้นไม่ละเอียดพอ ประกอบกับมีไขมันสูง และการให้อาหารเพิ่มตลอดสัปดาห์โดยไม่มีการเก็บอาหารเก่าออก ทำให้อาหารมีกลิ่นหืน ไก่กินอาหารน้อยลง (สูตรที่ 6) จึงทำให้การผลิตไข่น้อยลงด้วย จึงต้องหาทางแก้ไข ดูข้อ 5.2.5

5.1.3.3 สามารถใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ได้ในทุกอัตราส่วน นอกจากนี้ยังมีต้นทุนค่าอาหารในการผลิตไข่ 1 โหลต่ำกว่าไก่ไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีปลาป่นเพียงอย่างเดียว

5.1.3.4 การพิจารณาเลือกใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งผสมเป็นอาหารไก่ไข่เพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนเพียงพอสามารถทำได้ทุกระดับของอัตราส่วน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณหอยที่มีอยู่ในพื้นที่ จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ผสมในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองมีขข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางในการใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งเป็นอาหารสัตว์ดังนี้

5.2.1 การเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งเป็นอาหารสัตว์ควรทำการบดให้ละเอียดและมีขนาดใกล้เคียงกับวัตถุดิบอาหารสัว์ที่ใช้ในสูตรอาหารเพื่อหลีกเลี่ยงการที่สัตว์จะเลือกกินวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่งซึ่งอาจจะทำให้สัตว์ได้รับสารอาหารจากเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งน้อยลง

5.2.2 เนื่องจากหอยเชอรี่บดตากแห้งมีเยื่อใยค่อนข้างสูงจึงควรนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ที่สารถใช้ประโยชน์จากโภชนะต่างๆ ในอาหารที่มีเยื่อใยสูงได้อีก เช่น ไก่เนื้อ เป็ด ห่าน และสุกร จึงน่าจะมีการทดลองเพิ่มเติมเพื่อหาระดับที่เหมาะสมในโอกาสต่อไป

5.2.3 การใช้หอยเชอรี่บดตากแห้งเป็นอาหารสัตว์นับว่าเป็นการวิจัยที่ค่อนข้างใหม่ในประเทศไทย การทดลองครั้งนี้จึงเป็นเพียงแนวทางในการที่จะวิจัยเกี่ยวกับการนำหอยเชอรี่บดตาก

Copyright by Mahidol University

แห้งมาเป็นอาหารสัตว์ในขั้นสูงยิ่งขึ้น ซึ่งการวิจัยขั้นต่อไปน่าจะมีการศึกษาถึงการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของหอยเชอรี่บดตากแห้งในสัตว์ชนิดอื่นในโอกาสต่อไป

5.2.4 หอยเชอรี่บดตากแห้งที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีกรรมวิธีที่ค่อนข้างยุ่งยาก ซับซ้อน มีต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูง ต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญ ขยันอดทนพอสมควรจึงจะได้หอยเชอรี่บดตากแห้งที่มีคุณภาพดี จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิธีการเตรียมเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งที่เหมาะสมต่อไป

5.2.5 การผลิตเนื้อหอยเชอรี่บดตากแห้งควรที่จะมีการต้มให้สุกเสียก่อนเพื่อให้แกะเนื้อออกจากเปลือกและบดได้สะดวกได้ง่ายยิ่งขึ้น หรืออาจจะทำให้แห้งก่อนจึงบดเพื่อลดปัญหาของกลิ่นที่อาจรบกวนผู้ที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงได้อีกทางหนึ่ง

5.2.6 เนื่องจากหอยเชอรี่บดตากแห้งมีคุณค่าอยู่ในตัวของมันเองอยู่แล้วควรมีการศึกษาต่อไปถึงโภชนะต่างๆ ให้ครบถ้วนแล้วศึกษาการใช้เป็นอาหารสัตว์โดยตรงในรูปของวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใหม่ เพื่อที่จะได้ทราบถึงระดับการใช้ที่เหมาะสม

5.2.7 เนื่องจากหอยเชอรี่บดตากแห้งในสูตรอาหารไก่ไข่ในระดับที่สูงขึ้นนั้นมีแนวโน้มทำให้สีของไข่แดงลดลง ควรมีการศึกษาต่อไปเกี่ยวกับการใช้สารเพิ่มสีของไข่แดงโดยเฉพาะสารให้สีที่มีในท้องถิ่นเช่น ใบมันสำปะหลัง สาหร่ายเกลียวทอง ดอกดาวเรือง หรือหญ้าบางชนิดเพื่อลดต้นทุนการใช้สารให้สีที่ต้องนำเข้า

5.2.8 ควรมีการเติมสารกันหืนและสารปฏิชีวนะ ยากันบิด ลงในสูตรอาหารด้วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอาหารและผลผลิตไข่ให้ดียิ่งขึ้น

Copyright by Mahidol University

บรรณานุกรม

1. ชุมพูนุท จรรยาเพศ. อันตรายจากหอยเป๋าฮื้อน้ำจืด. Research Monitor. กรมวิชาการเกษตร 2531 ; ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 : 4-5, 10
2. ชมพูนุท จรรยาเพศ และทักษิณ อาชวาคม. หอยเชอรี่สัตว์ศัตรูข้าว. เอกสารประกอบการบรรยายในการอบรมแมลงสัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัดครั้งที่ 6 กองกีฏ และสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 17 - 18 มิถุนายน 2534 ; 86 - 103.
3. ชมพูนุท จรรยาเพศ และทักษิณ อาชวาคม. ศัตรูพืช. เอกสารวิชาการการอบรมหลักสูตรแมลง - สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 9 2540 ; กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: 1 - 13
4. กรมส่งเสริมการเกษตร. หอยเชอรี่และการป้องกันกำจัด. เอกสารเผยแพร่ คำแนะนำที่ 32 กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2538 ; 1-14
5. สำนักงานเกษตรจังหวัดอุทัยธานี การรณรงค์ป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่. ฝ่ายป้องกันและกำจัดศัตรูพืช 2540 ; 1
6. ชุมพูนุท จรรยาเพศ และทักษิณ อาชวาคม. ทดสอบอัตราการกินต้นข้าวของหอยเชอรี่. รายงานผลงานการค้นคว้าและวิจัยประจำปี 2532 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร 2532 ; 35
7. สุรฤทธ์ ศรีอรุโณทัย , สำรวล ดอกไม้หอม , ประจง สุตโต , อรุณพล พยัคฆพันธ์ และอำนวย พลายแก้ว. ยุทธการป้องกันหอยเชอรี่. กองป้องกันและกำจัดศัตรูพืช กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2536 ; 1-4
8. ไพฑูรย์ พิศุทธ์สินธุ์, บุญส่ง หุตังคบดี, นิยม รัตนพงษ์ และประยูร ศรีเจริญ . การนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช พ.ศ. 2538. ฝ่ายวัตถุมีพิษ กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 2538 ; 72
9. ธาร นวลแก้ว. การพัฒนาเครื่องบดสะเดามาใช้บดหอยเชอรี่. นสพ.เดลินิวส์ ฉบับวันที่ 18 พฤษภาคม 2538 ; 7
10. อังคณา หาญบรรจง, ดวงสมร สินเจิมสิริ และสุรัตน์ นราประเสริฐกุล. การศึกษาคุณภาพปลาป่น วิทยสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2533 ; ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 : 45 – 50

Copyright by Mahidol University

11. กรมปศุสัตว์. ศักยภาพด้านการผลิตปศุสัตว์ของประเทศไทย. งานแสดงเกษตรและอุตสาหกรรมโลกอาหารเพื่อมวลมนุษย์ 4 พฤศจิกายน -16 ธันวาคม 2538 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จ. นครราชสีมา 2538 ; 56 - 58

12. มานิตย์ เทวรักษ์พิทักษ์. การจัดการฟาร์มสัตว์ปีก. พิมพ์ครั้งที่ 2 สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. เชียงใหม่. 2528 ; 313

13. ดวงสมร สินเจิมศิริ และอังคณา หาญบรรจง. การวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ : 2526

14. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. แนวทางการพัฒนาการผลิตและการตลาดไก่ไข่และไข่ไก่. ธุรกิจอาหารสัตว์ 2534 ; ปีที่ 8 ฉบับที่ 27 : 51 - 78

15. ชมพูนุท จรรยาเพศ และทักษิณ อาชวาคม. ชีววิทยาของหอยเชอรี่. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ประจำปี 2534 กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร 2532 ; 46

16. ชุมพูนุท จรรยาเพศ และทักษิณ อาชวาคม. การป้องกันกำจัดหอยเชอรี่. วารสารกสิกร 2533 ; ปีที่ 6 ฉบับที่ 63 : 553 - 555

17. Werner, F. Parasitologie. Vertag Eugenee Ulmer, Stuttgart. Germany 1976; 510 pp.

18. Cheng , E.Y. Control strategy for the introduced snail , *Pomacea lineata* in rice paddy. TOP. Taiwan. 1989:

19. Hirai , Yoshio. Apple snail in japan , The present status and management. JARQ Vol. 22 No.3. 1988: 161-165 pp.

20. Saxena, R.C. Gloden Apple Snail a pest of rice. International Rice Research Newsletters IRRI. 1987; Vol.12 No.1: 24-26 pp

21. ประดิษฐ์ แก้ววิเศษ. น้ำปลาหอยเชอรี่กลุ่มแม่บ้านถาวรวัฒนา รสชาติเยี่ยม คว้ารางวัลชนะเลิศ. วารสารส่งเสริมการเกษตร 2540 ; ปีที่ 28 ฉบับที่ 118 : 13-15

22. รุ่งสุรีย์ เลี้ยงประยูร. หอยเชอรี่....อาหารอร่อยของเป็ด.วารสารกรมส่งเสริมการเกษตร 2539 ; ปีที่ 26 , ฉบับที่ 102 ; 31 – 34

23. สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. การเลี้ยงไก่. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 2523 ; 70-184

24. สุวรรณ เกษตรสุวรรณ , ประทีป ราชแพทยาคม , กระจ่าง วิสุทธารมณ์ , บุญธง ศิริพานิช , วรรณดา สุจริต และสุภาพร อิสริโยดม 2535 การเลี้ยงไก่ ฉบับปรับปรุงแก้ไข พ.ศ. 2535 ; 52 - 99

Copyright by Mahidol University

25. สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. ไข่และเนื้อไก่. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 2519 ; 142 - 179

26. อุทัย คันโธ. อาหารและการให้อาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม เรียบเรียงครั้งที่ 2 พ.ศ. 2529 ; 4-193

27. เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น 2523 ; 163

28. จรัญ จันทลักขณา. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชจำกัด, 2523 ; 290

29. ศรเทพ ธัมวาสร. เทคนิคการวิจัยทางสัตว์. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม 2528 ; 180

30. สุทัศน์ ศิริ. เทคนิคการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1 เชียงใหม่ 2528 ; 1-79

31. กองกีฏและสัตววิทยา. คำแนะนำการใช้สารฆ่าแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2537. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จัดพิมพ์โดยสมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งแห่งประเทศไทย 2537 ; 72

32. กิตติพงษ์ ตันตระรุ่งโรจน์. หอยเทพา สัตว์เศรษฐกิจใหม่ในอนาคต. สัตว์เศรษฐกิจ 2528 ; ปีที่ 3 ฉบับที่ 32 : 8 - 12

33. จรัญ จันทลักขณา และอนันตชัย เขื่อนธรรม. สถิติเบื้องต้นแบบประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชจำกัด 2523 ; 290

34. ชมพูนุท จรรยาเพศ, ทักษิณ อาชวาคม และทรงทัพ แก้วตา. ชีววิทยาหอยเชอรี่. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2534. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร 2534 ; 11 - 20.

35. ชมพูนุท จรรยาเพศ และทักษิณ อาชวาคม. ชีววิทยาหอยเชอรี่. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2535 ; ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 : 10 - 13

36. ไชยา อุ้ยสูงเนิน. คู่มือไก่ไข่. ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม ปากเกร็ด นนทบุรี 2533 ; 90

37. ธนิต บุญถนอม. ชีวิตหอยโข่งนิเวศวิทยาริมทุ่ง. สารคดี 2533 ; ปีที่ 6 ฉบับที่ 68 : 152 - 159

38. นิตยา เลาหะจินดา, สันทนา ดวงสวัสดิ์ และสมทรง สิทธิ. หอยโข่งอเมริกาใต้ศัตรูพืชน้ำชนิดใหม่. รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 26. สาขาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2531 ; 108 - 115.

Copyright by Mahidol University

39. พานิช ทินนิมิตร. โภชนศาสตร์สัตว์ประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 2535 ; 251

40. พันทิพา พงษ์เปียจันทร. หลักอาหารสัตว์ เล่ม 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 2539 ; 270

41. วิเชียร เกตุสิงห์. สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด 2526 ; 150

42. ศรีวัฒนา ชิดช่าง. ปรสิตวิทยา. บริษัทเมดาร์ท จำกัด. กรุงเทพฯ. 2525 ; 51 - 54

43. สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี. งานวันสถานีวันสาธิตการปลูกข้าวพันธุ์ดี 3 ทศวรรษ. สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2538 ; หน้า 27 - 28

44. สาโรช ค้าเจริญ. อาหารและการให้อาหารสัตว์เลี้ยง.ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น 2523 ; 249

45. เสกสม อาตมางกูร, ยุวเรศ สังวราภรณ์ และอรประพันธ์ พุ่มอินทร์. ไข่ไอโอดีน. สาส์นไก่ไข่ 2540 ; ปีที่ 15 ฉบับที่ 4 : 4 - 5

46. สันทนา ดวงสวัสดิ์. หอยเป๋าหื้อน้ำจืด. กสิกร 2530 ; ปีที่ 50 ฉบับที่ 3 : 204 - 207

47. สมชาย สุวรรณประดิษฐ์. แร่ธาตุสำหรับสัตว์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น 2528 ; 142

48. Card , L.E. and M.C. Nesheim. Poultry Production. 11 th

49. James E. Rice , Harold E. Botsford. Practical Poultry Management 5th Edition 1994 :

50. Morley A. Jull. Poultry H usbandry, by the MeGraw-Hill Book Company, Inc. Printed in the United States of America 1951 ;

51. Wilson wo , Vohra P. Poultry Management. In: Animal Agriculture. Edited by Cole HH, Ronning M. W.H. Freman and Company. 1974 ; 622-636

52. ปฐม เลาหะเกษตร การเลี้ยงสัตว์ปีก ภาควิชาการผลิตสัตว์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พิมพ์ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2540 พิมพ์ที่โรงพิมพ์ สหมิตรออฟเซต บางใหญ่ นนทบุรี

Copyright by Mahidol University

53. Mack O. North and Donald D. Bell. Commercial Chicken Prodution Mannal. Thiss edition Published by Chapman & Hall, One Penn Plaza, New York, NY 10119.page 913

54. อาวุธ ตันโช การผลิตสัตว์ปีก ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2538 : 256 น.

55 เสกสม อาตมางกูร ไข่.....อาหารเพื่อสุขภาพ วารสารสัตวบาล 2539 ; ปีที่ 6 ฉบับที่ 33 : ประจำเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2539 : หน้า 43-47

56 กุศล คำเพราะ สารเสริมอาหารสัตว์ปีก วิทยาลัยเกษตรกรรมศรีสะเกษ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2533 : 50 หน้า

57 บริษัท อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ไทย จำกัด คู่มือการเลี้ยงไก่ไข่พันธุ์ Hisex Brown สำนักงาน กรุงเทพฯ 160/813 อาคาร ไอ.พี. เอฟ. สีลมพลาเลส ถนนสีลม กรุงเทพฯ 10500 พ.ศ. 2540 : 24 หน้า

58 วรรณพร คำเพราะ ผลการใช้เศษเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในอาหารไก่ไข่ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีศรีสะเกษ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2540 : 18 หน้า

59 ภิญญา จำรัสคุล บังเอิญ สีมาและสุวิมล เลิศวีระศิริกุล ศึกษาวิจัยสารพิษตกค้างในปลาน้ำจืด บริเวณแหล่งน้ำแถบเกษตรกรรมภาคกลาง วารสารวัตถุมีพิษ 2538 ; ปีที่22 : ฉบับที่ 2 : เม.ย.-มิ.ย. 2538 : หน้า 68-76

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก

Copyright by Mahidol University

ตารางภาคผนวกที่ 1 ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	ราคา (บาท / กิโลกรัม)
หอยเชอรี่บดตากแห้ง(บดทั้งเปลือก) [1/]	4.86
หอยเชอรี่บดตากแห้ง(บดเฉพาะเนื้อ) [1/]	17.52
ข้าวโพดบด [2/]	5.15
รำละเอียด [2/]	6.33
กากถั่วเหลือง [2/]	12.40
ปลาป่น [2/]	22.50
ใบกระถินป่น [2/]	3.80
ไดแคลเซี่ยม [2/]	8.33
เปลือกหอยป่น [2/]	1.80
เกลือ [2/]	3.20
พรีมิกซ์ไก่ไข่ [2/]	78.00

[1/] ราคาที่ได้จากการคำนวณในกระบวนการผลิตหอยเชอรี่บดตากแห้ง รายละเอียดตารางที่ 16

[2/] ราคาวัตถุดิบเฉลี่ยจากโรงอาหารสัตว์ คณะวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี สุพรรณบุรี ระหว่างเดือน ตุลาคม – ธันวาคม 2540

Copyright by Mahidol University

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงสมรรถนะการผลิตไข่ของไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์

รายการ	สูตรที่1	สูตรที่2	สูตรที่3	สูตรที่4	สูตรที่5	สูตรที่6
ไก่ไข่เริ่มการทดลอง(ตัว)	80	80	80	80	80	80
ไก่ไข่หลังการทดลอง(ตัว)	80	76	78	80	79	77
นน.ไก่ไข่เฉลี่ยเริ่มทดลอง(กก.)	1.737	1.811	1.851	1.754	1.793	1.811
นน.ไก่ไข่เฉลี่ยหลังทดลอง(กก.)	1.824	1.826	1.914	1.834	1.822	1.822
ผลผลิตไข่ทั้งหมด (ฟอง)	3,932	3,838	3,927	3,812	4,053	3,688
ผลผลิตไข่เฉลี่ย (ฟอง)	786.40	767.60	785.40	762.40	810.60	737.60
อาหารที่กินทั้งหมด (กก.)	536.13	539.50	557.86	536.66	535.63	522.94
ราคาอาหารต่อกิโลกรัม (บาท)	7.29	7.27	7.24	7.20	7.15	7.30
ราคาอาหารทั้งหมด (บาท)	3908.4	3922.3	4038.9	3864.0	3829.8	3817.5
ความผิดปรกติของไก่ไข่ทดลอง						
- ตาย (ตัว)	-	4	2	-	1	3
- ไก่ผลัดขน (ตัว)	-	-	-	-	-	-
- ไข่เปลือกบาง, บุบ (ฟอง)	138	54	78	99	55	49
- รูปร่างพิการ (ตัว)	-	-	-	-	-	-
- อื่นๆ	-	-	-	-	-	-

Copyright by Mahidol University

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตไข่ (% Hen-day) ของไก่ไข่ ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์

SOV.	Df	SS	MS	F-ratio
Treatment	5	187.89	37.58	1.56 ^{NS}
Error	24	579.65	24.15	
Total	29	767.54		
C.V.(%)	6.156			

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ของไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์

SOV.	Df	SS	MS	F-ratio
Treatment	5	39.58	7.92	0.47 ^{NS}
Error	24	405.08	16.88	
Total	29	444.66		
C.V.(%)	3.687			

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอาหารที่ใช้สร้างไข่ 1 โหล (กิโลกรัม) ของไก่ไข่ ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์

SOV.	Df	SS	MS	F-ratio
Treatment	5	0.05	0.01	2.12 ^{NS}
Error	24	0.11	0.00	
Total	29	0.16		
C.V.(%)	4.106			

Copyright by Mahidol University

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม) ของไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์

SOV.	Df.	SS	MS	F-ratio
Treatment	5	6.02	1.20	0.71 ^{NS}
Error	24	40.65	1.69	
Total	29	46.67		
C.V.(%)	2.157			

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสีไข่แดงที่วัดด้วยพัดสีของโร๊ซ (Roche) ของไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์

SOV.	Df	SS	NS	F-ratio
Treatment	5	0.83	0.17	2.23 ^{NS}
Error	24	1.79	0.07	
Total	29	2.62		
C.V.(%)	5.200			

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนาของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร) ของไก่ไข่ช่วงอายุ 36-45 สัปดาห์

SOV.	Df	SS	NS	F-ratio
Treatment	5	0.00	0.00	2.11 ^{NS}
Error	24	0.01	0.00	
Total	29	0.01		
C.V.(%)	5.792			

Copyright by Mahidol University

วิธีวิเคราะห์แร่ธาตุในอาหารสัตว์

การวิเคราะห์หาโปรตีน (Crude protein)

โดยวิธี Semiautomated Methode (AOAC,1980 น.127 ข้อ 7.026)

หลักการ

ใช้วิธีการของ Kjeldahl Methode ซึ่งหาค่าไนโตรเจนทั้งหมดในอาหารมี 3 ขั้นตอนคือ

1. การย่อยเป็นการสร้างไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของ $(NH_4)_2 SO_4$ โดยการใช้กรดกำมะถันเข้มข้น

2. การกลั่นเป็นการกลั่นเพื่อไล่แอมโมเนีย (NH_4) ออกมาโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และเก็บไว้ในสารละลายมาตรฐานหรือ บอริคแอซิค 4 % (Boric acid 4 %)

3. การไตรเตรต

3.1 ในกรณีใช้สารละลายกรดมาตรฐานเป็นตัวเก็บแอมโมเนีย ให้ไตรเตรตด้วยสารละลายด่างมาตรฐานที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย (ใช้ NaOH 0.1 N)

3.2 ในกรณีใช้สารละลายบอริคแอซิคเป็นตัวเก็บแอมโมเนีย ให้ไตรเตรตด้วยสารละลายกรดมาตรฐาน HCl 0.1 N หรือ H_2SO_4 0.1 N

อุปกรณ์ (วิเคราะห์แบบ Semi Kje)

1. Digestion tube
2. Digestion block
3. Burette
4. เครื่องกลั่นไนโตรเจน

สารเคมี

1. H_2SO_4
2. Catalyst mixture (K_2SO_4 1000 g. + Se black 0.7 g.)
3. NaOH
4. Std. HCl 0.1 N หรือ H_2SO_4 0.1 N
5. Boric acid 4 %
5. Mixture indicator (Methyl red + Brommocresol green)

Copyright by Mahidol University

วิธีการหา Crude Protein

1. ชั่งตัวอย่างอาหารที่บดละเอียดแล้วประมาณ 0.2 – 1 กรัม ขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณโปรตีน ในตัวอย่างนั้นใส่ใน Digestion tube

2. ชั่ง Catalyst mixture 7 g ใส่ลงใน Digestion tube ที่มีตัวอย่างอาหาร

3. ใส่ H_2SO_4 cone ตามลงไปใน Digestion tube โดยใส่ tube ละ 15 – 20 ml. ขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่ใช้

4. นำไปย่อยบน Digestion block ที่เปิดรอไว้ก่อนแล้วและมีอุณหภูมิ 300 – 400 ซ ใช้ฝาครอบดูดไอกรดครอบบน Digestion tube อีกทีหนึ่ง แล้วเปิดน้ำดูดไอกรดพอประมาณ

* หากตัวอย่างที่ใช้ในการย่อยเป็นของเหลว ต้องคอยระวังการฟูล้นออกมาข้างนอก Digestion tube *

5. ย่อยบน Digestion block จนได้สารละลายใน Digestion tube ใส จึงยก Digestion tube ลง และวางบนที่วางให้สารละลายใน Digestion tube เย็นจึงค่อยปิดน้ำดูดไอกรด

* ข้อควรระวัง เวลายก Digestion tube ระวังอย่าให้สายยางดูดไอกรดพับเพราะจะทำให้ไอกรดไม่ถูกดูดออกไป ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ทำได้ *

6. เมื่อสารละลายใน Digestion tube เย็นแล้วจะกลั่นไนโตรเจนออกมาโดยใช้เครื่องกลั่นไนโตรเจนซึ่งจะได้แอมโมเนียออกมา

7. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 75 มล. ลงไปใน Digestion tube

8. นำ Digestion tube ใส่ในเครื่องกลั่นไนโตรเจน

9. นำฟาสต่อกับปลายของเครื่องกลั่นโดยให้ปลาย condenser จุ่มลงในฟาส (ในฟาสจะมี Boric acid 4% จำนวน 25 มล. กับ indicator 3 – 4 หยด) เพื่อเป็นตัวจับแอมโมเนียที่จะออกมาในขณะกลั่น จนได้สารละลายในฟาสที่เป็นสีฟ้าปริมาตร 150 มล.

10. นำสารละลายมาไตรเตรตกับสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.1 N จนหมดด่างคือสารละลายจะเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีชมพู-แดง จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.1 N ที่ใช้

การคำนวณ % N $= \dfrac{(V_2 - V_1) \times N \times 1.4}{W}$

N = ความเข้มข้นของ Std H_2SO_4 0.1 N

V_2 = ปริมาตรของ Std H_2SO_4 0.1 N ที่ใช้ในการทำ Blank

Copyright by Mahidol University

V_1 = ปริมาตรของ Std H_2SO_4 0.1 N ที่ใช้ในการไตรเตรตตัวอย่าง

W = น้ำหนักตัวอย่าง

การคำนวณ % Protein = %Nitrogen x Empirical factor

Empirical factor ค่าทั่วไป = 6.25

โปรตีนจากเมล็ดธัญพืช = 5. 38

โปรตีนจากนม = 6.38

การเตรียม indicator สำหรับ Boric acid 4 %

สารละลาย A ชั่ง Methyl red 0.05 g ละลายใน Alcohol (96%) 100 ml.

สารละลาย B Bromocresol green 0.25 g ละลายใน Alcohol (96%) 125 ml.

สารละลาย A มา สารละลาย B จะได้สารละลายสีเหลืองส้ม หรือสีชมพูออกแดงและจะให้สีฟ้า – เขียวในสภาพที่เป็นด่างคือเมื่อจับตัวกับแอมโมเนียและเมื่อไตรเตรตด้วยกรดมาตรฐานก็จะได้สีชมพู – แดง เหมือนเดิม

การวิเคราะห์หาไขมัน

โดยวิธี Indicator Method (AOAC, 1980 น.132 ข้อ 7.056)

หลักการ

ไขมันเป็นสารอินทรีย์ (Organic matter) ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ (water insoluble) แต่ละลายได้ดีใน organic solvent เช่น Benzene , Ether, Chloroform, Dichloromethane และอื่นๆ ไขมันในอาหารสัตว์ที่ได้จากการสกัดด้วยสาร organic solvent ประกอบด้วยไขมันแท้ (true fat) และสารคล้ายไขมัน (fat like substances) เช่น waxes, volatile acid, alcohol และ pigments ต่างๆ

การหาค่าไขมัน (Ether Extract) อาจทำได้ 2 แบบ

1. คำนวณจากน้ำหนักไขมันที่สกัดออกมาได้
2. คำนวณจากน้ำหนักของอาหารที่ขาดหายไป

Copyright by Mahidol University

การวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือแบบ Soxhlet

อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดไขมัน
2. condenser
3. soxhlet tube
4. extraction flask ก้นแบนขนาด 250 มล.
5. Fat extraction thimble หรือกระดาษกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.12 ซม.
6. ตู้อบ
7. Heating mantle

สารเคมี

Dichloromethane, Anhydrous ether หรือ Petroleum ether

วิธีการ

ก. การคำนวณหาปริมาณไขมันที่สกัดออกมาได้

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ใน thimble อุดด้วยสำลีที่ไม่มีไขมันนำไปอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชม.

2. ใส่ thimble (ที่มีอาหาร) ลงใน soxhlet tube ที่ต่อกับ condenser และ extraction flask ที่สะอาดและทราบน้ำหนักแน่นอน

3. เติม Dichloromethane หรือ Petroleum ether ลงไป ประมาณ 2 ใน 2 ของฟาส

4. ทำการกลั่นโดยควบให้มีอัตราควบแน่นของสารเคมี 5–6 หยดต่อนาที เป็นเวลา10 – 16 ชม.

5. นำฟาสที่มีสารที่สกัดได้ไประเหยจนแห้งด้วย heating mantle แล้วอบในตู้ที่อุณหภูมิ100 ซ นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นน้ำหนักของ Ether extract หรือ crude fat)

$$\text{การคำนวณ \% Ether extract} = \frac{(a - b) \times 100}{W}$$

a = น้ำหนักของฟาส + น้ำหนักไขมัน

b = น้ำหนักของฟาส

W = น้ำหนักตัวอย่าง

Copyright by Mahidol University

การคำนวณปริมาณไขมันจากน้ำหนักอาหารที่หายไป

1. ชั่งอาหารประมาณ 2 กรัม ใส่กระดาษกรอง (ห่อให้แน่นเพื่อไม่ให้อาหารหลุดออกมาในขณะทำการสกัดไขมัน) นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 ซ นาน 2 ชม. ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

2. นำห่ออาหารตัวอย่างใส่ลงใน soxhlet tube แล้วต่อกับ condenser และ extraction flask ที่สะอาดและทราบน้ำหนักแน่นอน

3. เติม Dichloromethane หรือ Petroleum ether ลงไป ประมาณ 2 ใน 2 ของฟาส

4. ทำการกลั่นโดยควบให้มีอัตราควบแน่นของสารเคมี 5-6 หยดต่อนาที เป็นเวลา10 – 16 ชม.

5. นำห่อตัวอย่างอาหารออกจาก soxhlet tube แลนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100 ซ นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเป็นน้ำหนักของ Ether extract หรือ crude fat)

$$\text{การคำนวณ \% Ether extract} = \frac{(X - Y) \times 100}{W}$$

X = น้ำหนักของกระดาษกรอง + ตัวอย่างอาหาร (หลังอบในตู้ 2 ชม.)

Y = น้ำหนักของกระดาษกรอง + ตัวอย่างอาหาร (หลังสกัดไขมันแล้ว)

W = น้ำหนักตัวอย่าง

การวิเคราะห์หาแคลเซี่ยม

โดยวิธี Official Final Action Methode I (30) (AOAC_น. 136 ข้อ 7.096)

หลักการ

เปลี่ยนแคลเซี่ยมที่รวมตัวกับธาตุอื่นๆ ในรูปของ oxide แล้วตกตะกอนแคลเซี่ยมออกมาในรูป oxalate ซึ่งละลายได้ในกรดซัลฟุริก (H_2SO_4) จากนั้นไตรเตรตด้วยสารละลายมาตรฐาน $KMnO_4$ (Std. Potassiumpermanganate)

อุปกรณ์

1. ถ้วยเผา
2. Beaker 250 ml.
3. Volumetric flask 100 ml.
4. กระดาษกรองเบอร์ 40
5. กระจกนาฬิกา
6. เตาเผา

Copyright by Mahidol University

7. pipette ขนาดต่างๆ

8. Hot plate

9. แท่งแก้ง

10. กรวยกรอง

สารเคมี

1. Hydrochloric acid 50 % (HCl 50 ml. + H_2O ml.)

2. Nitric acid cone (HNO_3)

3. Ammonium hydroxide 1:1, 1:50 (NH_4OH 1 ส่วน + H_2O 1 ส่วน , NH_4OH 1 ส่วน + H_2O 50 ส่วน)

4. Ammonium oxalate 4.2 % (ชั่ง Ammonium oxalate 4.2 g + H_2O 100 ml.

5. Sulfuric acid cone(H_2SO_4)

6. Std. Potassium permanganate 0.05 N (ใช้ Std. $KMnO_4$ 0.1 N 1 หลอด เตรียมให้ได้ 1,000 ml. แล้วแบ่งมา 500 ml. ผสม H_2Oให้ได้ 1000 ml. หรือ Std. $KMnO_4$ 0.1 N 1 หลอด ผสมน้ำกลั่นให้ได้ 2000 ml.)

7. Methyl red indicator (Methyl red 0.5 g + ethanol (95%) 100 ml.

8. Urea

9. Hydrochloric acid 1 : 3 (HCl 1 ส่วน + H_2O 3 ส่วน)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดประมาณ 0.5 – 2 g (ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและปริมาณของ แคลเซี่ยมในตัวอย่างนั้น) ใส่ในถ้วยเผา

2. นำไปเผาให้หมดควันในตู้ดูดควันแล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 – 600 ซ นาน 4 ชม. จนได้เถ้าสีขาว-เทา ทิ้งไว้ให้เย็น

3. เติม HCl 50 % ลงไป ในถ้วยเผาถ้วยละ 10 ml. และหยด HNO_3 2 – 3 หยด โดยใช้ dropper นำไปต้มบน hot plate จนเถ้าละลาย ใช้เวลาประมาณ 15 – 20 นาที หรือจนกว่าเถ้าจะละลายหมด (หากกรดแห้งก่อนที่เถ้าจะละลายให้เติมกรดใหม่อีกเท่าเดิม) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

Copyright by Mahidol University

4. ถ่ายสารในถ้วยลงใน Volumetric flask ขนาด 100 ml. โดยใช้น้ำกลั่นล้างและปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml. ด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนหรือข้ามคืน

5. ดูดเอาสารละลายส่วนที่ใสที่เตรียมได้ในข้อ 4 ประมาณ 10 – 50 ml. ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่างและปริมาณแคลเซี่ยมในตัวอย่าง ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml. เติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml. หยด Methyl red 2 – 3 หยด คนให้เข้ากันจะได้สารละลายสีชมพูบานเย็น

6. หยด NH_4OH 1 : 1 ลงไปมากเกิน(ไม่ได้สีส้มให้ใช้ HCl 1 : 3 ปรับลงมาจนได้สีส้ม) จากนั้นใส่ HCl 50 % ลงในบีกเกอร์ 1.5 ml. แล้วชั่ง Urea 5 g ใส่ลงในบีกเกอร์ คนให้ละลายแล้วนำไปต้มบน Hot plate ขณะที่ร้อนเติม Ammonium oxalate 4.2 % 10 ml. ลงไปช้าๆ พร้อมกับใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลาที่เติม แล้วเอากระจกนาฬิกาปิดปากบีกเกอร์

(Std. Potassium permanganate)

การเตรียมตัวอย่าง (Sample Preparation) โดยการย่อยด้วยกรด (Wet Digestion)

ก. พืชอาหารสัตว์ (Roughage)

1. ชั่งตัวอย่างพืชอาหารสัตว์แห้งที่บดละเอียด จำนวน 1 กรัม ใส่ในขวดเออร์เลนเมเยอร์ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร (มล.)

2. เติมกรดไนตริกเข้มข้น (Conc. HNO_3, A.R) 10 มล.

3. เติมกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (conc. $HClO_4$, A.R) 4 มล.

4. เขย่าเบา ๆ ให้เข้ากันทิ้งไว้ค้างคืน

5. ยกขึ้นตั้งบนเตาไฟฟ้า (Hot plate) ตั้งไฟอ่อน ๆ ก่อน จนกระทั่งไม่มีควันสีน้ำตาลเกิดขึ้นจึงค่อย ๆ เพิ่มความร้อนจนของเหลวในขวดเดือดค่อนข้างแรงแต่ไม่ถึงกับกระเด็น (bump) ถ้ากระเด็นให้ลดไฟลง

6. ตั้งไฟไปเรื่อยๆจนกระทั่งของเหลวในขวดใสมีสีขาวปริมาตรเหลือประมาณ5 มล.

7. ยกลงทิ้งไว้ พออุ่น ๆ เติมน้ำกลั่น (demineralized distilled water) ประมาณ 10 มล. เขย่าเบาๆ

8. ทิ้งให้เย็น แล้วถ่ายใส่ขวดวอลลูมเมตริก (Volumetric flask) ขนาด 50 มล. ด้วยน้ำกลั่น เติมน้ำกลั่นถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

Copyright by Mahidol University

9. กรองด้วยกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 42 (whatman no.42) สารละลายที่กรองได้นำมาวิเคราะห์หาแคลเซียม, ฟอสฟอรัส, แมกนีเซียม, แมงกานีส, โปแตสเซียม, โซเดียม, กำมะถัน, โมลิบดินัม, ซีลีเนียม, ทองแดง, เหล็ก และสังกะสีได้

ข.อาหารสัตว์ (Concentrate)

เตรียมตัวอย่างโดยวิธีเดียวกัน ในกรณีที่อาหารมีไขมันมากเช่น หัวอาหาร พืชน้ำมัน ปลาป่น ฯลฯ เวลาย่อยตัวอย่างควรใส่กรดไนตริกเข้มข้นอย่างเดียวก่อน ทิ้งไว้ค้างคืน วันรุ่งขึ้นนำไปตั้งบนเตาไฟฟ้า ตั้งไฟอ่อน ๆ จนกระทั่งไม่มีควันสีน้ำตาล (ประมาณ 1 ชั่วโมง) จึงยกลงทิ้งให้เย็นค่อย ๆ เติมกรดเปอร์คลอริคเข้มข้นแล้วนำไปย่อยต่อตามข้อ ก. (ข้อ 6-9)

ค. ทำ Reagent blank โดยใส่กรดย่อยเหมือนตัวอย่าง แต่ไม่ใส่ตัวอย่าง

หมายเหตุ

1. ถ้าต้องการหาแร่ธาตุหลายตัว ควรชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ในขวดเออร์เลนเมเยอร์ขนาด 125 มล. แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 15 มล. และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 6 มล. เพื่อทำเป็นสารละลาย 100 มล.

2. น้ำกลั่นที่ใช้ในการวิเคราะห์แร่ธาตุทั้งหมดจะเป็น demineralized distilled water

วิธีวิเคราะห์หาแมกนีเซียม (Magnesium) ในอาหารสัตว์

หลักการ

นำสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่างด้วยกรด มาเติมแลนทานัมออกไซด์ ความเข้มข้น 5% เพื่อป้องกันการรบกวนจากฟอสฟอรัสและอลูมิเนียมในตัวอย่าง แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่น นำไปอ่านค่า %absorption โดยใช้เครื่องอะตอมมิคแอบซอฟชัน

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. แลนทานัมออกไซด์ ความเข้มข้น 5 % (5% La_2O_3 in 25% V*N* HCl)

1.1 ชั่งแลนทานัมออกไซด์ (La_2O_3 ,GPR) 58.65 กรัม ใส่ในบีกเกอร์

1.2 เติมน้ำกลั่นประมาณ 20 มล. ค่อย ๆ คนให้เข้ากัน

1.3 เทใส่ในขวดวอลลูมเมตริก 1,000 มล. เติมน้ำกลั่นลงไปล้างบีกเกอร์เล็กน้อยแล้วเทใส่รวมกัน

Copyright by Mahidol University

1.4 ค่อย ๆ เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc. HCI, AR) 250 มล. ลงไปแล้วเขย่า พอร้อนจัดต้องทิ้งไว้ให้เย็นก่อน จึงค่อยเติมกรดต่อจนหมด เขย่าจนละลาย

1.5 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

1.6 กรองด้วยกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 41

2. สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่าง ในข้อ ก. หรือ ข. มาประมาณ 1-2 มล. ใส่ลงในขวดวอลลูมเมตริก 50 มล.

2. เติม 5 % แลนทามันออกไซด์ 10 มล. เขย่า แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

3. ทำ reagent blank โดยใช้สารละลายในข้อ ค. แทนสารละลายตัวอย่างแล้วทำต่อไปตามข้อ 1-2

4. เตรียมสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม

4.1 จากสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ปิเปตสาร 2 มล. ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก 200 มล.

4.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

4.3 จาก ข้อ 4.2 ปิเปตมา 5, 10, 15 และ 20 มล.ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก 100 มล. แต่ละใบ

4.4 เติม 5 % แลนทานัมออกไซด์ 20 มล. ใส่ในขวดแต่ละใบ เขย่า แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมที่มีความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ตามลำดับ

5. นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ (ในข้อ 1-3) มาอ่านค่า % Absorption ด้วยเครื่องอะตอมมิคแอบซอฟชันเทียบกับสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมตามข้อ 4.4

วิธีคำนวณ

1. แปลงค่า % Absrobance เป็นค่า Absorption แล้วนำค่าของ blank ไปลบ

2. นำค่า Absorption ของสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมที่รู้ความเข้มข้นมาทำ Calibration curve ระหว่างค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมกับค่า Absorbance

Copyright by Mahidol University

3. นำค่า Absorbance ของสารละลายตัวอย่างไปเปรียบเทียบกับค่า Absorbance ของสารละลายมาตรฐานที่แสดงใน Calibration curve จะอ่านค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมในสารละลาย ตัวอย่างได้

4. คำนวณค่าความเข้มข้นของแมกนีเซียมออกมาเป็นมิลลิกรัม / ตัวอย่างอาหารสัตว์ 100 กรัม

วิธีวิเคราะห์หาโปแตสเซียมและโซเดียม (Potassium, sodium) ในอาหารสัตว์

หลักการ

นำสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่างด้วยกรด มาทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปอ่านค่าความเข้มข้นของแสง (Emission intensity) ที่เปล่งออกมาจากอะตอมของโปแตสเซียมหรือโซเดียมเมื่อได้รับความร้อนจนกระทั่งอะตอมอยู่ในสภาวะ excited แล้วปล่อยสี (radiation) ออกมาด้วยเครื่องเฟลมโฟโตมิเตอร์ (Flame Photometer)

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียม 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ละลาย 1.907 กรัม โปแตสเซียมคลอไรด์ (KCI, AR) ที่อบแห้ง 100 – 105° ซ. เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เป็น 1 ลิตร ในขวดวอลลูมเมตริก

2. สารละลายมาตรฐานโซเดียม 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ละลาย 2.541 กรัมโซเดียมคลอไรด์ (NaCI, AR) ที่อบแห้ง 100 – 105° ซ. เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในน้ำกลั่นทำให้เป็น 1 ลิตร ในขวดวอลลูมเมตริก

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่างในข้อ ก. หรือ ข. Reagent blank ในข้อ ค. มาประมาณ 2 มล. ใส่ลงในขวดวอลลูมเมตริก 50 มล.

2. เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

3. เตรียมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียม

3.1 จากสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียม 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ปิเปตมา 10 มล. ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก 100 มล.

3.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ตามลำดับ

Copyright by Mahidol University

3.3 จาก 3.2 ปิเปตมา 5, 10, 15 และ 20 มล. ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก 50 มล. แต่ละใบเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรจะได้ละลายมาตรฐานโปแตสเซียมที่มีความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ตามลำดับ

4. เตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียม

4.1 จากสารละลายมาตรฐานโซเดียม 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ปิเปตมา 5 มล. ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก 50 มล.

4.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานโซเดียมที่มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

4.3 จาก 4.2 ปิเปตมา 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก 50 มล. แต่ละใบเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรจะได้สารละลายมาตรฐานโซเดียมที่มีความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ตามลำดับ

5. นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ (ในข้อ 1-2) มาอ่านค่าความเข้มข้นของโปแตสเซียมและโซเดียม ด้วยเครื่องเฟลมโฟโตมิเตอร์ เทียบกับสารละลายมาตรฐาน ตามข้อ 3.3 และ 4.3 ตามลำดับ

วิธีคำนวณ

1. จากค่า Emission intensity ของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมและโซเดียมที่รู้ความเข้มข้นนี้ นำมาทำ Calibration curve ระหว่างค่าความเข้มข้นของโปแตสเซียมและโซเดียมกับค่า Emission intensity

2. นำค่า Emission intensity ของสารละลายตัวอย่างที่วัดได้ลบด้วยค่า blank แล้วนำไปเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานที่แสดงใน Calibration curve จะอ่านค่าความเข้มข้นของโปแตสเซียมและโซเดียมในสารละลายตัวอย่างได้

3. คำนวณค่าความเข้มข้นของโปแตสเซียมและโซเดียม ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์

วิธีวิเคราะห์หากำมะถัน (Sulfur) ในอาหารสัตว์

หลักการ

นำสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่างด้วยกรดมาเติมแบเรี่ยมคลอไรด์ ($RaCl_2$ 2 H_2O) เพื่อให้เกิดตะกอนสีขาวขุ่นของแบเรี่ยมซัลเฟต ($BaSO_4$) ซึ่งไม่ละลายที่เป็นกรดและมีกัมอะเคเซีย (gum acacia) ช่วยพยุงตะกอนให้อยู่ในสภาพที่แขวนลอยได้นานขึ้น แล้วนำไปอ่านค่า % Transmittance โดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. แอมโมเนียมอะซิเตต ความเข้มข้น 2 นอร์มอล (2 N CH_2COONH_4) ละลายแอมโมเนียมอะซิเตต (CH_2COONH_4 AR)144 กรัม ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มล.

2. กัมอะเคเซีย ความเข้มข้น 0.25 % ละลายกัมอะเคเซีย 0.25 กรัม ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล. แล้วกรองด้วยกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 41 เก็บไว้ในตู้เย็น (ใช้น้ำอุ่นจะละลายได้ดีขึ้น)

3. สารละลายอิ่มตัวของแบเรี่ยมคลอไรด์ 66 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 183 มล.

4. สารละลายมาตรฐานกำมะถัน ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ละลายแคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4 - 2H_2O$) 0.537 กรัม ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1000 มล.ในขวดวอลลูมเมตริก จะได้สารละลายมาตรฐานกำมะถันความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่างในข้อ ก. หรือ ข. มาประมาณ 3-10 มล. ใส่ในขวดวอลลูมเมตริก 25 มล.

2. เติม 2 นอร์มอล แอมโมเนียอะซิเตต 5 มล. เขย่าเพื่อปรับให้ตัวอย่างมี พี.เอช (pH) ประมาณ 5

3. เติมสารละลายอิ่มตัวของแบเรี่ยมคลอไรด์ 5 มล. เขย่าประมาณ 1 นาที (อาจใช้ $RnCl_2$ $2H_2O$ ที่เป็นผงขนาด 60 mesh ปริมาณ 1 กรัมแทนก็ได้)

4. เติม 0.25 % กัมอะเคเซีย 1 มล.

5. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 25 มล.

6. เขย่ากลับไปกลับมาหลาย ๆ ครั้ง

7. นำไปวัดค่า % Transmittance ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนมิเตอร์ ภายในเวลา 5-30 นาที

8. ทำ reagent blank โดยใช้สารละลายในข้อ ค.แทนสารละลายตัวอย่าง แล้วทำต่อไปตามข้อ1-7

9. เตรียมสารละลายมาตรฐานกำมะถัน

9.1 จากสารละลายมาตรฐานกำมะถัน ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ปิเปตมา 25 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 50 มล.

9.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรจะได้สารละลายมาตรฐานกำมะถันที่มีความเข้มข้น 50 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

Copyright by Mahidol University

310762

9.3 จาก 9.2 ปิเปตมา 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริกขนาด 25 มล. แล้วทำต่อไปตามข้อ 2-7 จะได้สารละลายมาตรฐานกำมะถันที่มีความเข้มข้น 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ตามลำดับ

วิธีคำนวณ

1. แปลงค่า % Transmittance เป็นค่า Optical density (O.D) แล้วนำค่าของ blank ไปลบ

2. นำค่า O.D. ของสารละลายมาตรฐานกำมะถันที่รู้ความเข้มข้นมาทำ calibration curve ระหว่างค่าความเข้มข้นของกำมะถันกับค่า O.D.

3. นำค่า O.D. ของสารละลายตัวอย่างไปเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานที่แสดงใน calibration curve จะอ่านค่าความเข้มข้นของกำมะถันในสารละลายตัวอย่างได้

4. คำนวณค่าความเข้มข้นของกำมะถันออกมาเป็นมิลลิกรัม / ตัวอย่างอาหารสัตว์ 100 กรัม

วิธีวิเคราะห์หาเหล็ก, ทองแดง, สังกะสี (Iron, Copper, Zine) ในอาหารสัตว์

หลักการ

นำสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่างด้วยกรด ไปวัดค่าความเข้มข้นโดยใช้เครื่องอะตอมมิคแอบซอฟชัน

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานเหล็ก 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

2. สารละลายมาตรฐานทองแดง 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

3. สารละลายมาตรฐานสังกะสี 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

วิธีการ

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานเหล็ก

1.1 สารละลายมาตรฐานเหล็ก 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ปิเปตมา 5 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 50 มล.

1.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรจะได้สารละลายมาตรฐานเหล็ก ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

1.3 จาก 1.2 ปิเปตมา 5, 15 และ 30 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริกขนาด 100 มล.

1.4 เติมน้ำกลั่น จนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานเหล็กความเข้มข้น 5, 15, 30 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ตามลำดับ

Copyright by Mahidol University

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานทองแดง

2.1 จากสารละลายมาตรฐานทองแดง 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ปิเปตมา 5 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 50 มล.

2.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

2.3 จาก 2.2 ปิเปตมา 1, 3 และ 5 มล.ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 100 มล.

2.4 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 1, 3, 5 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ตามลำดับ

3. เตรียมสารละลายมาตรฐานสังกะสี

3.1 จากสารละลายมาตรฐานสังกะสีความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ปิเปตมา 1 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 100 มล.

3.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรสังกะสีความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

3.3 จาก 3.2 ปิเปตมา 5, 15 และ 30 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 100 มล.

3.4 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานสังกะสีความเข้มข้น 0.5, 1.5 และ 3.0 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ตามลำดับ

4. นำสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่างใน ก. หรือ ข. และสารละลาย reagent blank ในข้อ ค. ไปวัดความเข้มข้นของเหล็ก ทองแดง สังกะสี เทียบกับสารละลายมาตรฐานของแต่ละชนิดที่เตียมไว้ด้วยเครื่องอะตอมมิคแอบซอฟชัน

วิธีคำนวณ

1. ค่าความเข้มข้นที่ได้ นำค่า blank ไปลบออก

2. คำนวณค่าความเข้มข้นของเหล็ก ทองแดง สังกะสี ออกมาเป็น มิลลิกรัม / ตัวอย่างอาหารสัตว์ 100 กรัม

วิธีวิเคราะห์หาโมลิบดินัม (Molybdenum) ในอาหารสัตว์

หลักการ

นำสารละลายที่ได้จากการย่อยตัวอย่างด้วยกรด มาทำให้มีฤทธิ์เป็นกรดด้วย กรด ไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6 นอร์มอล (N) แล้วเติมโปตัสเซียมไทโอไซยาเนต (KSCN) ความเข้มข้น 20% กับสาร

Copyright by Mahidol University

ละลายมาตรฐานเหล็ก จากนั้นเอาไปทำปฏิกิริยากับสแตนนัสคลอไรด์ ($SnCl_2$) ความเข้มข้น 20% เพื่อลดวาเลนซี่ (valence) ของโมลิบดิเนตไอออนและเฟอริคไอออนโดยเฟอริคไอออนจะถูกลดวาเลนซี่เป็นเฟอรัสไอออน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสารประกอบสีแดงเฟอริคไทไซยาเนต ส่วนโมลิบเดทไอออนจะถูกรีดิวซ์ (reduce) จากโมลิบดินัมวาเลนซี่ 7 ให้เหลือวาเลนซี่ 5 ในภาวะที่เป็นกรดและมีไทโอไซยาเนตอยู่ด้วยจะได้สีเหลืองอมส้ม ของไทโอไซยาเนตโมลิบดินัมคอมเพล็กซ์ (Thiocyanate-Molybdenum complex) ซึ่งสามารถสกัดออกมาด้วยไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (isoaml alcohol) แล้วนำไปวัดค่า % lransmittance ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 465 นาโมมิเตอร์ เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานโมลิบดินัม

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6 นอร์มอล (6N, HCI)

1.1 ใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCLAR) 50 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 100 มล.

1.2 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร

2. สารละลายโซเดียมฟลูออไรด์ (NaF)

ละลายโซเดียมฟลูออไรด์ 5 กรัม ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 100 มล. แล้วกรอง

3. สารละลายมาตรฐานเหล็ก ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

3.1 ละลายแอมโมเนียมเฟอรัสซัลเฟต (le $(NH_4)_2$ $(SO_4)_2$ $6H_2O$, AR) 0./022 กรัม ด้วยน้ำกลั่น

3.2 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc., H_2SO_4, AR) 1 มล.

3.3 เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1,000 มล. ในขวดวอลลูมเมตริก (หรือใช้น้ำยามาตรฐานเหล็ก ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ปิเปตมา 5 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 50 มล. เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานเหล็กความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

4. โปตัสเซียมไทโอไซยาเนต ความเข้มข้น 20% (20% KSCN) ละลายโปตัสเซียมไทโอยาเนต (KSCN AR) 50 กรัม ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตรเป็น 250 มล.

5. สารละลายสแตนคลอไรด์ ความเข้มข้น 20% และ 0.8%

5.1 ชั่งสแตนนัสคลอไรด์ ($SnCl_2 2H_2O$, AR) 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์

5.2 เติมกรดไฮโดรคลอริค ความเข้มข้น 20% 10 มล.

Copyright by Mahidol University

5.3 ตั้งไฟจนละลายหมดปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นเติมเม็ดดีบุก (granule of metallic Sn) คนจนละลายหมด

5.4 เติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 50 มล. จะได้สารละลายสแตนนัสคลอไรด์ความเข้มข้น 20% เก็บไว้ในขวดแก้วปิดฝามิดชิด

5.5 จาก 5.4 ปิเปตมา 4 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 100 มล.

5.6 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตรจะได้สารละลายสแตนนัสคลอไรด์ความเข้มข้น0.8 %

6. ไอโซเอมิส แอลกอฮอล์ (3 – methyl 1- butancl, reagent grade, b.p 128 – 132° C)

7. เมทธิลออเร้นจ์ (Methyl-orange) ความเข้มข้น 0.1% ละลายเมทธิลออเร้นจ์ 0.1 กรัม ด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 100 มล.

8. กรดไนตริกเข้มข้น (Conc. HNO_3, AR)

9. กรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (Conc. $HClO_4$, AR)

10. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH, AR)

11. สารละลายมาตรฐานโมลิบดินัม ความเข้มข้น 5 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

11.1 ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท $(NH_4)_6 Mo_7 O_{24} 4H_2O$, AR) 0.0920 กรัม ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มล. จะได้สารละลายมาตรฐานโมลิบดินัมความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

11.2 จาก 11.1 ปิเปตมา 5 มล. ใส่ขวดวอลลูมเมตริก ขนาด 100 มล.

11.3 เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานโมลิบดินัม ความเข้มข้น 5 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหารสัตว์ 4 กรัม ใส่ขวดเออร์เลนเมเยอร์ ขนาด 250 มล.

2. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 20 มล. และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 7 มล. เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน

3. ปิดด้วยกรวยแก้ว ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน

4. นำขึ้นตั้งบนเตาไฟฟ้า (hot plate) ทำการย่อย (digest) ด้วยความร้อน 200° - 250° ซ. จนสารละลายเป็นสีขาว ปราศจากควัน (เหลือสารละลายประมาณ 10 มล.)

5. ล้างกรวยและใต้กรวยที่ปิดด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วย่อยต่อไปจนเหลือสารละลายประมาณ 5-10 มล.

6. ล้างกรวยและใต้กรวยด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

Copyright by Mahidol University

7. เติม 0.1% เมทธิลออเร้นจ์ (ข้อ 7) 2 หยด

8. ทำให้สารละลายมีฤทธิ์เป็นกลางด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ข้อ 10)

9. หยดกรดไฮโดรคลอริก 6 นอร์มอล (ข้อ 1) จนสารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด

10. หยดกรดไฮโดรคลอริก 6 นอร์มอล ลงไปอีก 8.2 มล.

11. เติมโซเดียมฟลูออไรด์ 2 มล.

12. เติมสารละลายมาตรฐานหลักความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร 1 มล. (เพื่อทำให้สีของไทโอไซยาเนต-โมลิบดินัมคอมเพลกซ์ที่จะเกิดชัดเจนยิ่งขึ้น และป้องกันไม่ให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

13. เทสารละลายทั้งหมดลงในกรวยแยก (separating funnel) ขนาด 125 มล.

14. เติมน้ำกลั่นจนได้สารละลายเป็น 50 มล.

15. เติม 20% โปแตสเซียมไทโอไซยาเนต 4 มล. เขย่าเบา ๆ ให้เข้ากัน

16. เติม20% สแตนนัสคลอไรด์ 1.5 มล. เขย่าเบาๆจนสีแดงของเฟอริคไทโอไซยาเนตหายไป

17. เติมไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ 15 มล.

18. เขย่าแรงๆประมาณ 1 นาที (200 ครั้ง) ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10-15 นาที เพื่อให้แยกชั้นชัดเจน

19. ไขส่วนล่างทิ้ง

20 เติม 0.5 % สแตนนัสคลอไรด์ 25 มล. เขย่าเบา ๆ ประมาณ 15 วินาที ทิ้งไว้ให้แยกชั้นประมาณ 10 นาที

21. ไขส่วนล่างทิ้ง

22. ไขส่วนที่เป็นไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ลงในหลอดเซนตริฟิวก์ (centntuge tube)

23. นำไปปั่นประมาณ 5 นาที ที่ 2,000 รอบต่อนาที เพื่อแยกชั้นน้ำที่อาจจะเหลืออยู่ออกและทำให้ชั้นไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ใส

24. นำไปวัดหาค่า % Transmittance ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 465 นาโนมิเตอร์

25. ทำ blank ตามข้อ 2-24

26. เตรียมสารละลายมาตรฐานโมลิบดินัม

จากสารละลายมาตรฐานโมลิบดินัมความเข้มข้น 5 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร (ข้อ 11 ในหัวข้อสารเคมีและวิธีเตรียม) ปิเปตมา 1, 2, 3, 4 และ 5 มล. ใส่ขวดเออร์เลนเมเยอร์ ขนาด 250 มล. แล้ว

Copyright by Mahidol University

ดำเนินการตาม ข้อ 2-24 ก็จะได้สารละลายมาตรฐานโมลิบดินัมที่มีความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25 ไมโครกรัมโมลิบดินัม ตามลำดับและนำไปอ่านค่า %Transmittance เช่นเดียวกับตัวอย่าง

วิธีคำนวณ

1. นำค่า %Transmittance ที่วัดได้มาแปลงเป็นค่า Optical density (O.D.) แล้วหักออกด้วยค่า blank

2. นำค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโมลิบดินัมและค่า O.D. มาหาค่าแฟคเตอร์ (Factor)

3. นำค่าแฟคเตอร์ไปคำนวณหาค่าความเข้มข้นของโมลิบดินัมในตัวอย่างออกมาเป็นไมโครกรัม / น้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (ppm.)

$$\text{แฟคเตอร์} = \frac{\text{ผลรวมของความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโมลิบดินัม}}{\text{ผลรวมของ O.D. ของสารละลายมาตรฐานโมลิบดินัม}}$$

$$\text{ความเข้มข้นของโมลิบดินัมในตัวอย่าง} = \frac{\text{O.D.ของสารละลายตัวอย่าง x แฟคเตอร์}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

การวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส

โดยวิธี Photometric Method (41) (AOAC, 1980 น. 139 ข้อ 7.120๗)

อุปกรณ์

1. Volumetric flask ขนาด 50 ml, 2000 ml
2. Spectrophotometer
3. Pipette ขนาดต่าง ๆ

สารเคมี

1. Ammonium molybdate
2. Ammonium metavanadate
3. Perchloric acid
4. Potassium di-Hydrogen phosphate

วิธีเตรียมสาร A. Molybdovanadate reagent

1. ชั่ง Ammonium molybdate 40 g ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 600 ml เติมน้ำกลั่นที่ร้อนปริมาตร 400 ml คนให้ละลายเข้ากัน ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

Copyright by Mahidol University

2. ชั่ง Ammonium metavanadate 2 g ใส่บีกเกอร์ ขนาด 600 ml เติมน้ำกลั่นที่ร้อน ปริมาตร 250 ml คนให้ละลายเข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม Perchloric acid ลงทีละน้อย เป็น ปริมาตร 250 ml คนให้เข้ากัน

3. นำสารละลายที่เตรียมได้ในข้อ 1 เทลงใน Volumetric flask ขนาด 2000 ml จากนั้นเทสาร ละลายในข้อ 2 ลงไป volumetric flask ใบเดิมเขย่าให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 2000 ml ด้วยน้ำ กลั่น

B. เตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส

1. ละลาย Potussium di-Hydrogen phosphate ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 100° C นาน 2-3 ชั่วโมง จำนวน 0.4394 g ด้วยน้ำกลั่นใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml

* สารละลายที่ได้จะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 1 mg / สารละลาย 1 ml

2. ไปเปตเอาสารละลายในข้อ 1 มาปริมาตรดังนี้ 0 ml, 0.1 ml, 0.2 ml, 0.25 ml, 0.4 ml, 0.6 ml, 0.8 ml, 1.0 ml, 1.3 ml, 1.5 ml ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 ml เติมสารละลาย Molybdovanadate ปริมาตร 10 ml ปรับปริมาตรให้ครบ 50 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 10 นาที นำเอาไปอ่านค่า Absorbance หรือ Trans. (%T) ที่ความยาวคลื่นแสง 400-420 nm จดค่า Absorbance ไว้ แล้วทำกราฟ จะได้กราฟในลักษณะเส้นตรง ในแนวตั้งเป็นค่า ABS แนวนอนเป็น mg/P

วิธีการวิเคราะห์

1. ดูดสารละลายเถ้าที่ใช้วิเคราะห์หาแคลเซี่ยมมาปริมตร 0.5-5.0 ml ขึ้นอยู่กับปริมาณของ ฟอสฟอรัสในตัวอย่างอาหาร ดูดมาเฉพาะส่วนใสลงใน Volumetric flask ที่มีสารละลาย Molybdovanadate อยู่ 10 ml (ใช้ Volumetric flask ขนาด 50 ml)

2. ปรับปริมาตรให้ครบ 50 ml เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที นำไปอ่านค่า Absorbance หรือ Trans. (%T) ที่ความยาวคลื่น 400 nm

การคำนวณ

$$\%\ P = \frac{\text{มิลลิกรัม P ที่อ่านได้จากกราฟ x dilution}}{\text{น้ำหนักอาหาร x 10}}$$

$$\text{dilution} = \frac{\text{จำนวนปริมาตรที่เราละลายเถ้าและปรับไว้}}{\text{จำนวนปริมาตรของสารละลายที่ดูดออกมาใช้จากตะกอน}}$$

Copyright by Mahidol University

การวิเคราะห์หาเยื่อใย (Crude fiber)

โดยวิธี Asbestos – Free Method (AOAC, 1980 น.134 –ข้อ 7.068)

หลักการ

ย่อยอาหารด้วยกรดและด่างอย่างเจือจาง เพื่อย่อยสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ถูกย่อยได้ออกไป ส่วนของสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่และไม่ถูกย่อย คือ เยื่อใย

อุปกรณ์

1. เครื่องย่อยเยื่อใย
2. บีกเกอร์ปากกลม ขนาด 600 ml
3. Bunchner funnet และ vacuum pump
4. Filtering flask
5. เตาเผา
6. ตู้อบ
7. ถ้วยเผา
8. ผ้าลินินที่มีเส้นด้าย 45 เส้น / นิ้ว

สารเคมี

1. Acetic acid glacial	500 ml
2. H_2O	450 ml
3. Nitric acid conc (HNO_3)	50 ml
4. Trichlotoacetic acid	20 g

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 1-2 g หรือมากกว่า ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 ml
2. เติมสารละลายที่เตรียมได้ 100 ml ใส่ลงในบีกเกอร์ตัวอย่างอาหาร
3. นำไปต้มให้เดือด เป็นเวลา 40 นาที
4. กรองผ่าน Buchner funnet ที่มีผ้าลินิน ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน
5. ถ่ายตะกอนลงในถ้วยเผา
6. ล้างตะกอนด้วย Ethyl alcohol (95%) จำนวน 15 ml
7. นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 – 110° c นาน 2 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก

Copyright by Mahidol University

8. นำถ้วยเผาไปเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิ 600° c นาน 30 นาที แล้วนำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

การคำนวณ

$$\% \text{ เยื่อใย} = \frac{a - b \times 100}{W}$$

a = น้ำหนักถ้วยเผา + เยื่อใยก่อนเผา

b = น้ำหนักถ้วยเผา + เยื่อใยหลังเผา

W = น้ำหนักตัวอย่าง

การวิเคราะห์หาความชื้น

หลักการ

นำตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 100 – 102° c จนได้น้ำหนักที่คงที่ แล้วนำค่าของน้ำหนักที่หายไปมาคำนวณค่าความชื้น การหาค่าความชื้นด้วยวิธีนี้ไม่เหมาะสมกับตัวอย่างที่มีสารระเหยง่าย เพราะจะระเหยออกได้ในขณะที่อบ

อุปกรณ์

1. ตู้อบ
2. ขวดชั่ง
3. โถดูดความชื้น

วิธีการ

1. หาน้ำหนักที่แน่นอนของขวดชั่ง โดยนำขวดที่สะอาดเข้าอบในตู้ที่อุณหภูมิ 100 – 102° c นาน 30 นาที แล้วเอาใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักทำซ้ำจนได้น้ำหนักขวดชั่งที่คงที่

2. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด 2 – 5 g ใส่ในขวดชั่งที่รู้น้ำหนักแน่นอนแล้ว

3. นำขวดชั่งเข้าในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 – 102° c นานเป็นเวลา 4 – 6 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง (ในกรณีที่ตัวอย่างนั้นไม่มีสารที่สลายตัวในระหว่างการอบ)

4. นำขวดชั่งออกจากตู้อบ แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

5. ทำซ้ำในข้อ 4 และข้อ 5 แต่ใช้เวลาในการอบเพียง 1 ชั่วโมง ทำจนได้น้ำหนักคงที่

การคำนวณ

1. $\% \text{ ความชื้น} = \frac{(A - B) \times 100}{A}$

Copyright by Mahidol University

A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

B = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

2. % วัตถุแห้ง = 100 - % ความชื้น หรือ $\frac{(X - Y) \times 100}{W}$

X = น้ำหนักขวดชั่ง + น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

Y = น้ำหนักขวดชั่ง

W = น้ำหนักตัวอย่าง (ก่อนอบ)

* ชั่งน้ำหนักโดยเร็วเพื่อป้องกันการดูดความชื้นกลับ

การวิเคราะห์หาเถ้า

โดยวิธี Official Final Action Method (AOAC, 1980 น.125 ข้อ 7.009)

หลักการ

เผาตัวอย่างอาหารด้วยความร้อนสูง (ประมาณ 550 – 600° c) สารอินทรีย์จะสลายกลายตัวเป็นน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนที่เหลือคือ เถ้า ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ประกอบด้วยแร่ธาตุหลายชนิด (ค่าของเถ้ามิได้เป็นค่าที่แสดงว่ามีแร่ธาตุทั้งหมดอยู่ตามความเป็นจริง เพราะแร่ธาตุบางตัวอาจสูญหายไปโดยการระเหย หรืออาจเกิด interation กับสารอื่น ๆ)

อุปกรณ์

1. เตาเผา
2. ถ้วยเผา
3. โถดูดความชื้น

วิธีการ

1. หาน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยเผา
2. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียด ประมาณ 2 – 5 g ใส่ลงในถ้วยเผา
3. นำไปเผาให้หมดควัน (ในตู้ดูดควัน)
4. นำถ้วยเผาเข้าเผาต่อ ในเตาเผาที่มีอุณหภูมิ 550 – 600° c นาน ประมาณ 4 – 6 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะได้เถ้าที่สมบูรณ์ ไม่มีส่วนที่มีสีดำเหลืออยู่ (ระยะเวลาที่ใช้เผาขึ้นอยู่กับชนิด และปริมาณของตัวอย่าง)

Copyright by Mahidol University

5. นำถ้วยเผาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{(A - B) \times 100}{W}$$

A = น้ำหนักถ้วยเผา + เถ้า

B = น้ำหนักถ้วยเผา

W = น้ำหนักตัวอย่าง

การหาปริมาณเกลือแอมโมเนียและยูเรีย (ดัดแปลงมาจาก AOAC 1980)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างปลาป่นหนัก 5 g ใส่ลงใน Kjeldahl flask 500 ml หรือ 800 ml
2. เติมน้ำหนัก 100 ml ปิดด้วยจุกยาง เขย่าเป็นเวลา 10 นาที
3. เติมน้ำนมถั่วเหลืองดิบ 5% ปริมาตร 20 ml หรือสารละลายยูรีเอส (เข้มข้น 1 mg / ml)
4. ปิดฟาสด้วยจุกยางให้แน่นเขย่าให้เข้ากัน นำฟาสนี้ไปอินคิวเบทใน water bath ที่อุณหภูมิ 40° c เป็นเวลา 30 นาที เขย่าเป็นครั้งคราวแล้วทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง
5. เติมแมกนีเซียมยมออกไซด์อย่างผงหนัก 2 g
6. หยดซิลิโครออย 3-4 หยด (ถ้าไม่มีไม่ต้องใส่ก็ได้)
7. เติมแคลเซี่ยมคลอไรด์เข้มข้น 25 % ปริมาตร 5 ml
8. ทำการกลั่นโดยรองรับด้วยกรดบอริค เข้มข้น 4 % ปริมาตร 50 ml ซึ่งมีสครีนเมธิลเรดเป็นอินดิเคเตอร์
9. นำสารละลายที่กลั่นได้มาไตรเตรดด้วย Std. H_2SO_4 0.1 N จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีชมพู

* Blank ต้องทำด้วย โดยทำวิธีเดียวกันแต่ไม่มีตัวอย่างปลาป่น

การคำนวณ

$$\% \text{ ไนโตรเจน} = \frac{(A - B) \times 0.14}{W}$$

A = ปริมาตรของ Std. H_2SO_4 0.1 N ที่ใช้ไตรเตรดตัวอย่าง

B = ปริมาตรของ Std. H_2SO_4 0.1 N ที่ใช้ไตรเตรดฟาสที่เป็น Blank

Copyright by Mahidol University

W = น้ำหนักของตัวอย่าง

การวิเคราะห์หาเกลือ

โดยวิธี Titration Method (AOAC, 1980 น. 137 ข้อ 7.094)

หลักการ

ตกตะกอนโซเดียมคลอไรด์ด้วยสารละลาย $AgNO_3$ ที่ปริมาณมากเกินพอในสภาพที่เกินพอ จากนั้นไตรเตรด $AgNO_3$ ที่เหลือด้วย KSCN หรือ NH_4SCN

อุปกรณ์

1. Elenmayer flask ขนาด 50 ml
2. Pipette
3. Burette
4. Hot plate

สารเคมี

1. HNO_3 conc.
2. $AgNO_3$ 0.1 N ($AgNO_3$ 16.987 + H_2O 1000 ml)
3. Std. KSCN หรือ NH_4SCN 0.1 N(ammonium thiocyanate 7.613+H_2O 1000 ml)
4. Ferric indicator

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 – 2 g ใส่ใน Elermayer flask เติมน้ำกลั่น 200 ml
2. .ใส่ NHO_3 20 ml
3. ต้มให้เดือดบน hot plate จน solid salt ละลายใช้เวลาประมาณ 15 – 20 นาที นับตั้งแต่เดือดหรือสังเกตจนหมดควันสีเหลือง
4. หยด Ferric indicator ลงไป 2 – 3 หยด แล้วไตรเตรดด้วย NH_4SCN 0.1 N จนสารละลายมีสีออกส้ม จดปริมาตรของ NH_4SCN ที่ใช้แล้วนำไปคำนวณ

การคำนวณ

$$\% NaCl = \frac{(V1 - V2) \times 0.1 \times 5.844}{W}$$

V1 = ปริมาตร $AgNO_3$

Copyright by Mahidol University

V2 = ปริมาตร NH_4SCN

W = น้ำหนักตัวอย่าง

การเตรียมสารทดสอบความสุก – ดิบของกากถั่วเหลือง

สารเคมี

1. NaOH 0.1 N
2. H_2SO_4 0.1 N
3. PHenol red
4. Urea (Reagent grade)
5. H_2O

วิธีการ

1. ชั่ง PHenol red 0.7 g ละลายกับ alcohol 10 – 20 ml แล้วละลายใน NaOH 0.1 N ปริมาตร 15 –25 ml ขึ้นอยู่กับปริมาณ alcohol ที่ใส่ละลายก่อน เติมน้ำกลั่น 175 ml (เตรียมใส่บีกเกอร์ 500 ml)
2. ชั่ง Urea 105 g ละลายในน้ำกลั่น 1500 ml ใส่บีกเกอร์ 2000 ml
3. นำสารละลายในข้อ 1 และข้อ 2 ผสมให้เข้ากัน
4. ค่อย ๆ เติม H_2SO_4 0.1 N ลงไปช้า ๆ คนให้เข้ากัน ดูสีให้ได้เหลืองอำพันจึงนำไปทดสอบ
6. เก็บไว้ในตู้เย็นช่องธรรมดา หากเกิดการเสื่อมของสารละลายจะเห็นเป็นสีแดง-ส้มให้ปรับด้วย H_2SO_4 0.1 N ก็จะใช้ได้อีกครั้ง

การคาดคะเนเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลาป่น

หลักการ

การคาดคะเนเปอร์เซ็นต์โปรตีนนี้ใช้หลักการที่ว่าปลาป่นที่มีเนื้อมากย่อมมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่สูง ส่วนปลาป่นที่มีเนื้อน้อยย่อมมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต่ำ ดังนั้นเราสามารถแยกเนื้อปลาออกจากกระดูด เกล็ด และสารอินทรีย์อื่น ๆ เช่น ดิน ทราย เปลือกหอย เราสามารถจะคาดคะเนเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลาป่นชุดนั้นได้

การแยกเนื้อปลา กระดูกและเกร็ดปลาป่น เป็นการแยกองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปลาป่น โดยใช้หลักการการแยกสารอินทรีย์ซึ่งได้แก่ ส่วนกระดูก เกล็ดปลา และดินทรายที่อาจป่นมาด้วย แล้ว

Copyright by Mahidol University

นำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ของเนื้อปลา (ส่วนลอย) เปรียบเทียบกับส่วนกระดูก เกล็ดปลา และส่วนอื่น ๆ (ส่วนจม) ซึ่งสามารถนำไปคาดคะเนเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลาป่นนั้นได้

อุปกรณ์ และสารเคมี

1. กระบอกแก้ว ขนาด 100 ml
2. กรวยแก้วสำหรับกรอง
3. flask หรือ ขวดแก้วที่สามารถใช้รองสารละลายได้
4. จานแก้ว
5. ช้อนสแตนเลส ขนาดเล็ก
6. กระดาษกรอง เบอร์ 4
7. เครื่องชั่งซึ่งสามารถอ่านค่าเป็นมิลลิกรัมได้ หรืออย่างน้อยอ่านค่า 1 ใน 10 ได้
8. ตู้อบ หรือ โคมไฟ
9. สารคาร์บอนเตตราคลอไรด์ หรือ คลอโรฟอร์มเกรดการค้า

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างปลาป่นประมาณ 10 g (ชั่งให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ลงในกระบอกแก้ว ซึ่งทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

2. เติมสารคาร์บอนเตตราคลอไรด์ หรือคลอโรฟอร์มลงไปประมาณ 80 – 10 ml แล้วใช้ช้อนสแตนเลส ขนาดเล็กคนให้ปลาป่นกระจายตัวในสารละลาย แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการแยกชั้นและตกตะกอน

3. ใช้ช้อนสแตนเลสตักส่วนที่ลอยอยู่ด้านบน โดยให้สารละลายที่ติดมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ซึ่งชั่งน้ำหนักรวมกับจานแก้วไว้แล้ว พยายามให้ส่วนของเนื้อปลาหรือส่วนลอยติดหรือหลงเหลืออยู่ในกระบอกแก้วน้อยที่สุด เพื่อลดความผิดพลาดในการคำนวณ ส่วนที่จมให้ค้างอยู่ในกระบอกแก้ว

4. นำส่วนลอยบนกระดาษกรองใส่จานแก้วแล้วนำไปอบ หรือผึ่งให้แห้งพร้อมกันกับส่วนจมที่อยู่ในกระบอกแก้ว ถ้าไม่มีตู้อบอาจใช้โคมไฟส่องตัวอย่างที่แยกแล้วจะช่วยให้แห้งเร็วขึ้น

5. ชั่งน้ำหนักส่วนลอย และส่วนจม เพื่อใช้ในการพิจารณาคุณภาพหรือคาดคะเนเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลาป่น

* น้ำหนักส่วนลอย = น้ำหนักส่วนลอยรวมจานแก้วและกระดาษ - น้ำหนักจานแก้วและกระดาษ
* น้ำหนักส่วนจม = น้ำหนักส่วนจมรวมกระบอกแก้ว – น้ำหนักกระบอกแก้ว

Copyright by Mahidol University

การคำนวณ

$$\% \text{ ส่วนลอย หรือ } \% \text{ เนื้อปลา} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนลอย x 100}}{\text{น้ำหนักปลาป่นที่ใช้}}$$

$$\% \text{ ส่วนจม หรือ } \% \text{ กระดูกปลา} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนจม x 100}}{\text{น้ำหนักปลาป่นที่ใช้}}$$

สมการที่ใช้ในการคำนวณเป็น % โปรตีน

$$\% \text{ โปรตีน} = 4.25 + (0.9 \times \% \text{ เนื้อปลาป่นที่แยกได้ หรือ ส่วนลอย})$$

หมายเหตุ

- มีค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานเท่ากับ 1.68
- เปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลาป่นที่ได้จากสมการนี้จะให้ค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาก เมื่อปลาป่นนั้นมีความชื้นและไขมันอยู่ในปริมาณที่ต่ำ และที่สำคัญไม่มีการปนปลอมด้วยวัตถุดิบอื่น
- ปลาป่นที่มีโปรตีน 55 – 60 เปอร์เซ็นต์ควรจะมีส่วนจมหรือกระดูกไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์
- ปลาป่นที่มีโปรตีน 45 – 55 เปอร์เซ็นต์ควรมีจะส่วนจมหรือกระดูดอยู่ระหว่าง 30 – 40 เปอร์เซ็นต์
- ปลาป่นที่มีโปรตีนต่ำกว่า 45 เปอร์เซ็นต์ควรจะมีส่วนจมหรือกระดูกอยู่ระหว่าง 40 – 50 เปอร์เซ็นต์

โดยปกติปลาป่นที่ทำจากปลาทั่วไปจะมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 52 เปอร์เซ็นต์

วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างชนิด Organochlorines

อุปกรณ์

1. วัสดุเครื่องแก้วและเคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ
2. เครื่องชั่งหยาบและละเอียด (Analytical balance)
3. เครื่องสกัดชนิดปั่น (Warring blender)
4. เครื่องสกัดวัตถุมีพิษชนิด Soxhlet extractor
5. เครื่องลดปริมาตร (Rotary evaporator)
6. เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการต่างๆ เช่น ตู้อบความร้อน (air oven), เตาเผาอุณหภูมิสูง (muffle furnace), เครื่องทำสุญญากาศ (vacuum pump) ฯลฯ

Copyright by Mahidol University

7. วัตถุมีพิษมาตรฐาน (insecticide standards) Organochlorines 12 ชนิด

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่าง 25 กรม บดคลุกเคล้ากับ anh.Na_2SO_4 75 กรัม โดยใช้ mortar & pistil นำไปสกัดน้ำมันโดยใช้เครื่อง soxhlet extractor เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง ใช้ Petroleum ether 250 ml. เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำ Petroleum ether ที่มีไขมันละลายอยู่ไประเหยให้เหลือปริมาตร 15 ml. นำไป partition กับ acetonitril sat. With petroleum ether 3x30 ml.ใน separatory funnel นำชั้น acetonitril ไป partition ต่อกับน้ำ 600 ml. petroleum ether 100 ml. และ sat. NaCl sol^n 40 ml. เก็บชั้น Petroleum ether ล้างด้วยน้ำ 2x 100 ml. นำไปลดปริมาตรให้เหลือประมาณ 10 ml. จากนั้นจึงนำไปกำจัดสิ่งเจือปน (clean - up) ใน florisil column ซึ่งบรรจุ florisil, PR ที่ activate แล้ว25 กรัม และ anh.Na_2SO_4 10 กรัม โดยใช้ 6% และ 15% diethyl ether in petroleum ether อย่างละ 200 ml. เป็น elute เก็บ elute ที่ได้ไปลดปริมาตรอีกครั้ง และปรับปริมาตรให้แน่นอนเพื่อตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษโดยวิธี Gas Chromatography ตามรายละเอียดดังนี้

detector : Electron Capture, Ni^{63} (ECD)

column packing : 1. 1.5 % SP 2250 + 1.95% SP 2401 on Supelcoport AW-DMCS 100/120 mesh

2. 3 % SE 30 on CHROMOSORB w 60/80 mesh AW-DMCS

column size : 6 ft. x 4-mm. i.d.

temperature : column 200 °C, injector 230 °C and detector 300°C

carrier : nitrogen 70-80 ml/min.

Inject สารละลายของวัตถุมีพิษมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนเข้าเครื่อง GC แล้วฉีดสารละลายตัวอย่างตาม วิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างโดยการเปรียบเทียบค่า retention time และความสูงของ peak หรือพื้นที่ใต้ peak ระหว่างสารละลายวัตถุมีพิษมาตรฐานกับสารละลายตัวอย่าง

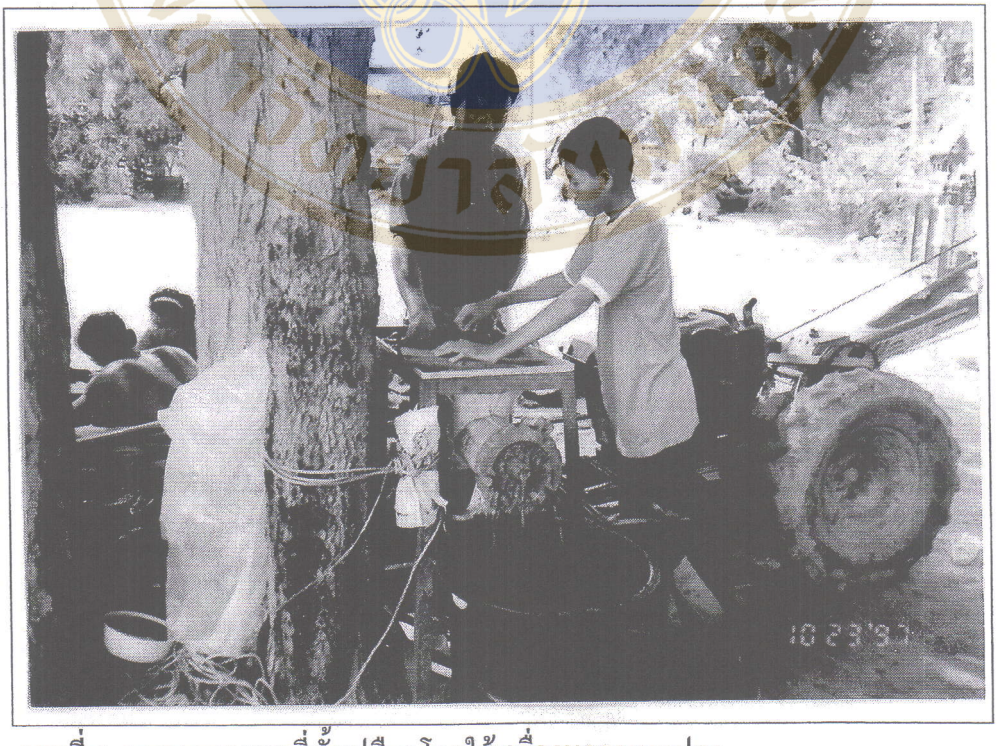
Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 1 หอยเชอรี่ที่รับซื้อมาจากเกษตรกรท้องที่ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (23 ต.ค. 40)

ภาพที่ 2 การคัดแยกสิ่งเจือปน เช่น ฟางข้าว เศษหญ้าและสิ่งต่างๆ ออก ครั้งหนึ่งก่อน

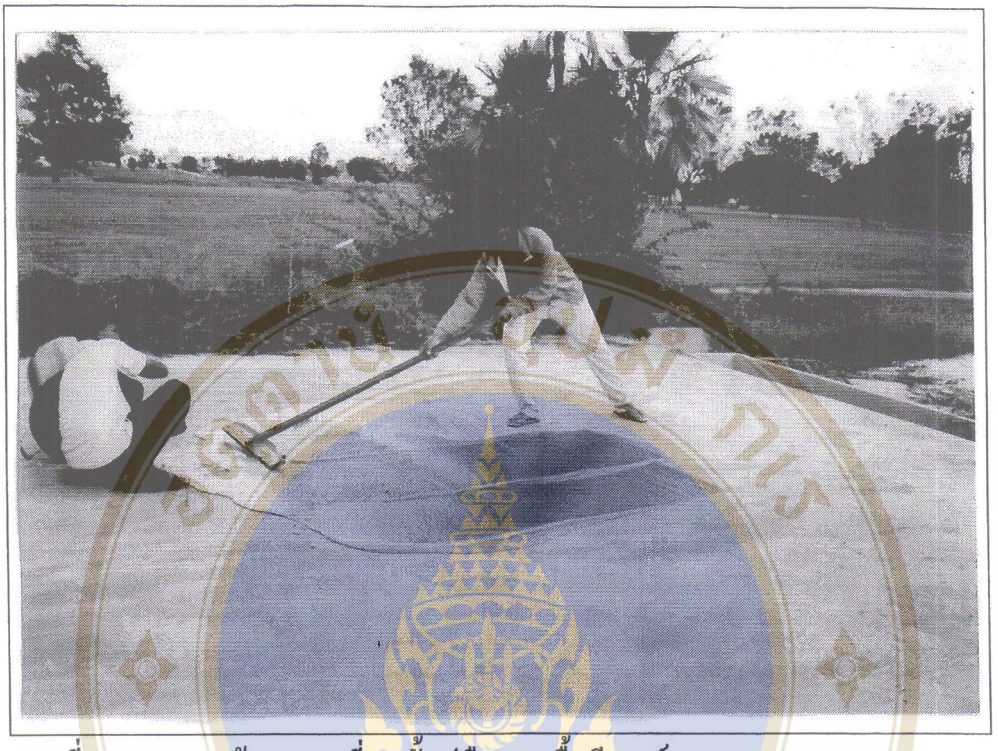
Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการล้างหอยเชอรี่เพื่อทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่ติดมา

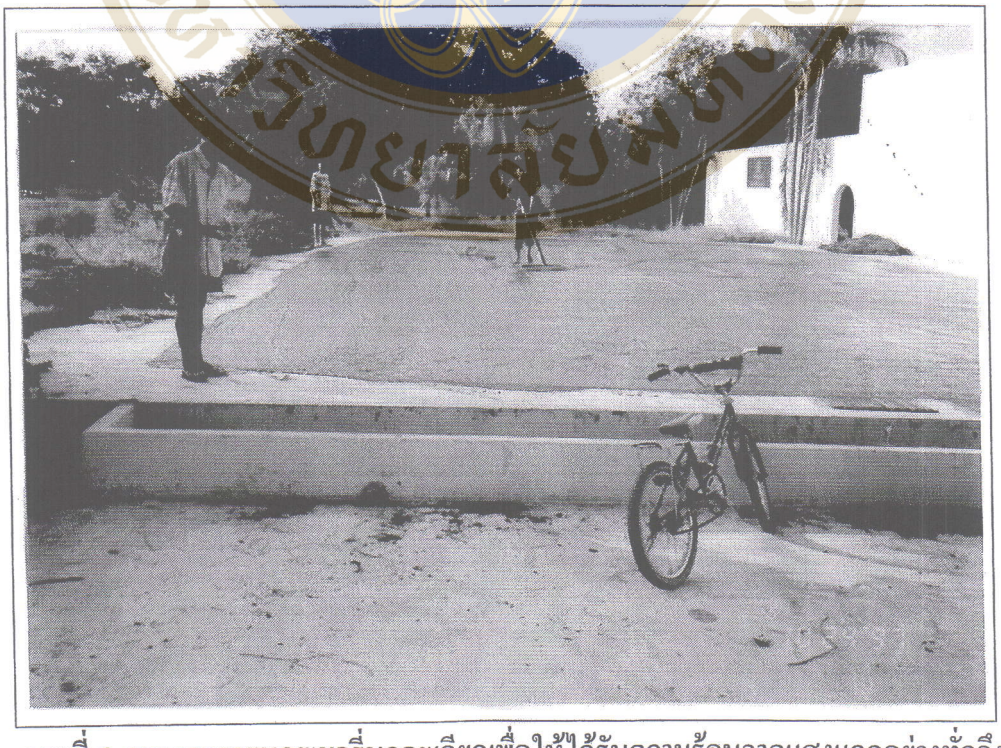


ภาพที่ 4 การบดหอยเชอรี่ทั้งเปลือกโดยใช้เครื่องบดอาหารปลา

Copyright by Mahidol University



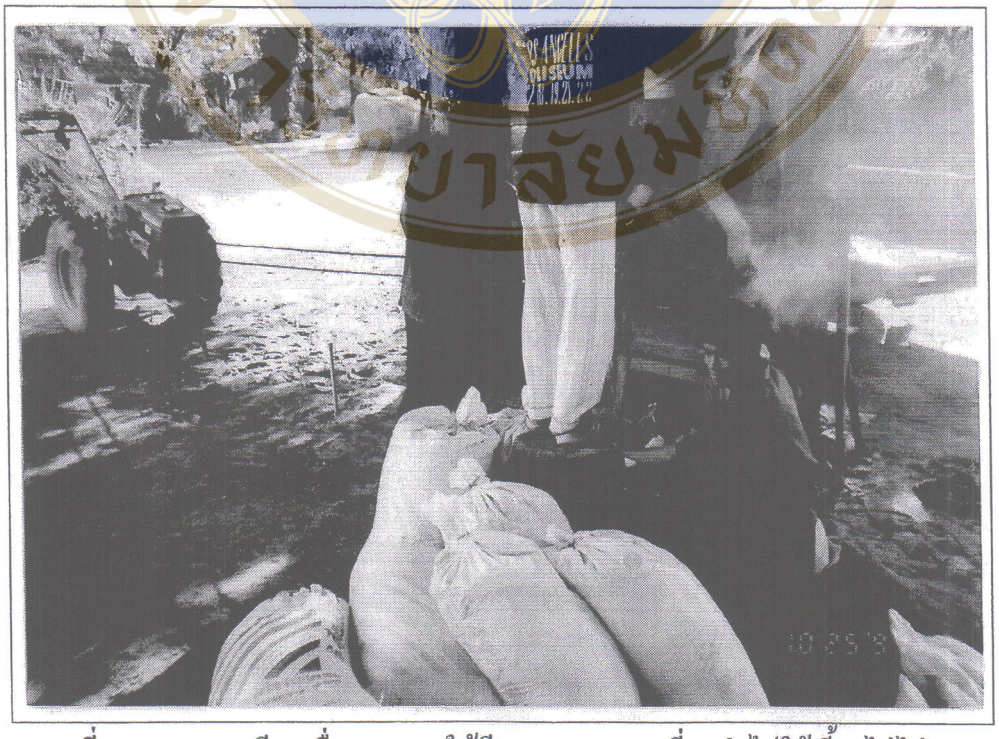
ภาพที่ 5 การตากแห้งหอยเชอรี่บดทั้งเปลือกบนพื้นซีเมนต์



ภาพที่ 6 การกระจายหอยเชอรี่บดละเอียดเพื่อให้ได้รับความร้อนจากแสงแดดอย่างทั่วถึง

Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 7 การเก็บหอยเชอรี่บดละเอียดที่แห้งแล้วไว้ในภาชนะ(ถุงบรรจุอาหารสัตว์)



ภาพที่ 8 การบดละเอียดเพื่อลดขนาดให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เลี้ยงไก่ไข่

Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 9 ขนาดของหอยเชอรี่บดตากแห้งก่อนและหลังการบดละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

ภาพที่ 10 สภาพการระบาดของหอยเชอรี่ในแปลงนาข้าวของเกษตรกร

Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 11 หอยเชอรี่ที่รวบรวมจากแปลงนาข้าวท้องที่ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี

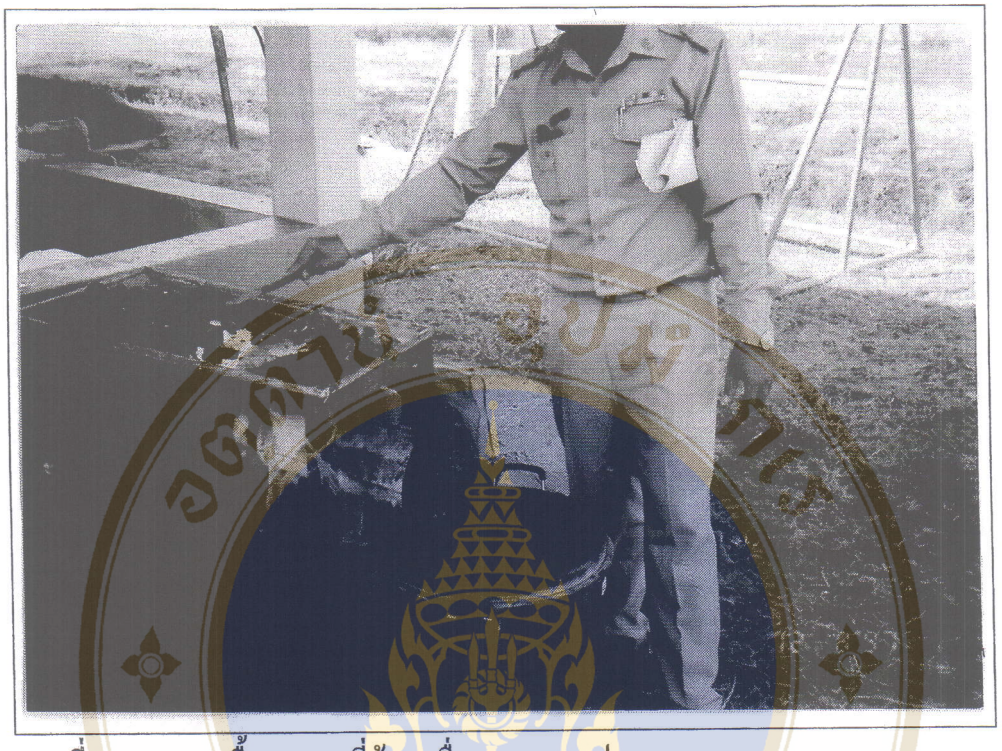
ภาพที่ 12 การรับซื้อหอยเชอรี่จากเกษตรกรกิโลกรัมละ 1.00 บาท

Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 13 หอยเชอรี่ที่รับซื้อมาเพื่อทำการผลิตเป็นหอยเชอรี่บดตากแห้ง

ภาพที่ 14 การทุบแกะเปลือกหอยเชอรี่เพื่อนำเนื้อมาบดตากแห้ง

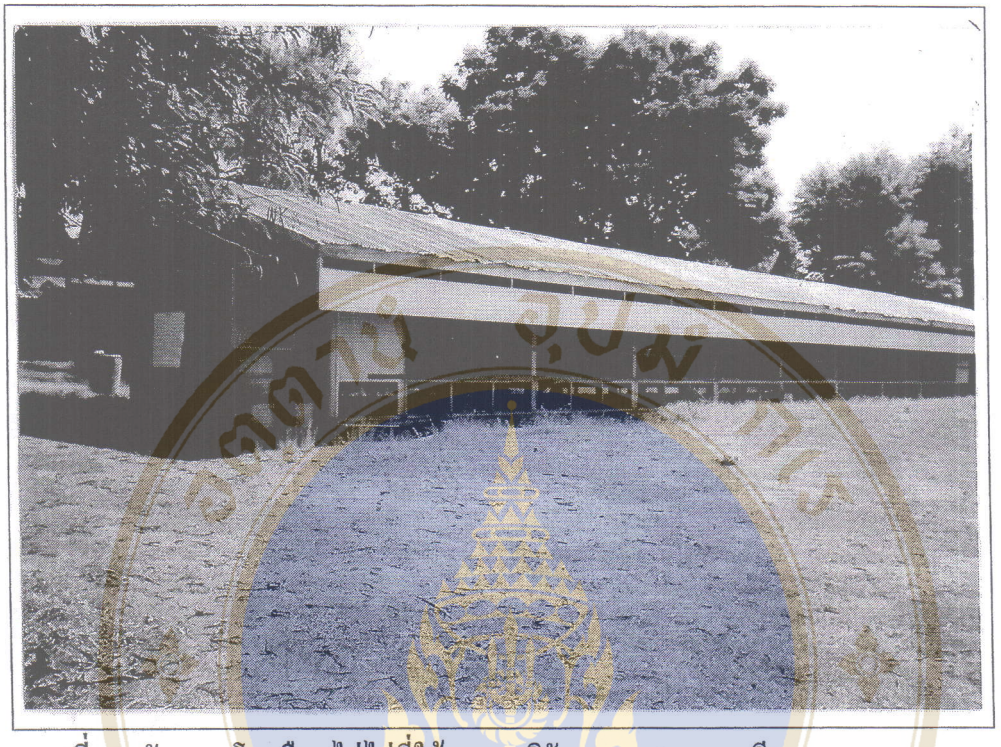
Copyright by Mahidol University



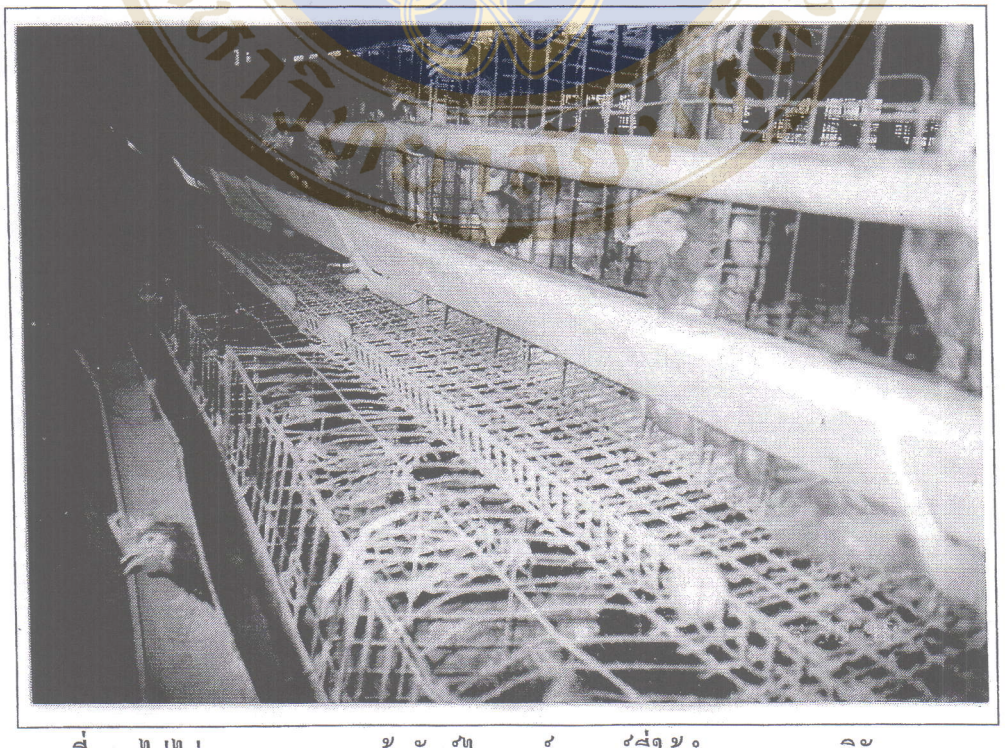
ภาพที่ 15 การบดเนื้อหอยเชอรี่ด้วยเครื่องบดอาหารปลา

ภาพที่ 16 การตากเนื้อหอยเชอรี่บดละเอียดบนพื้นซีเมนต์

Copyright by Mahidol University

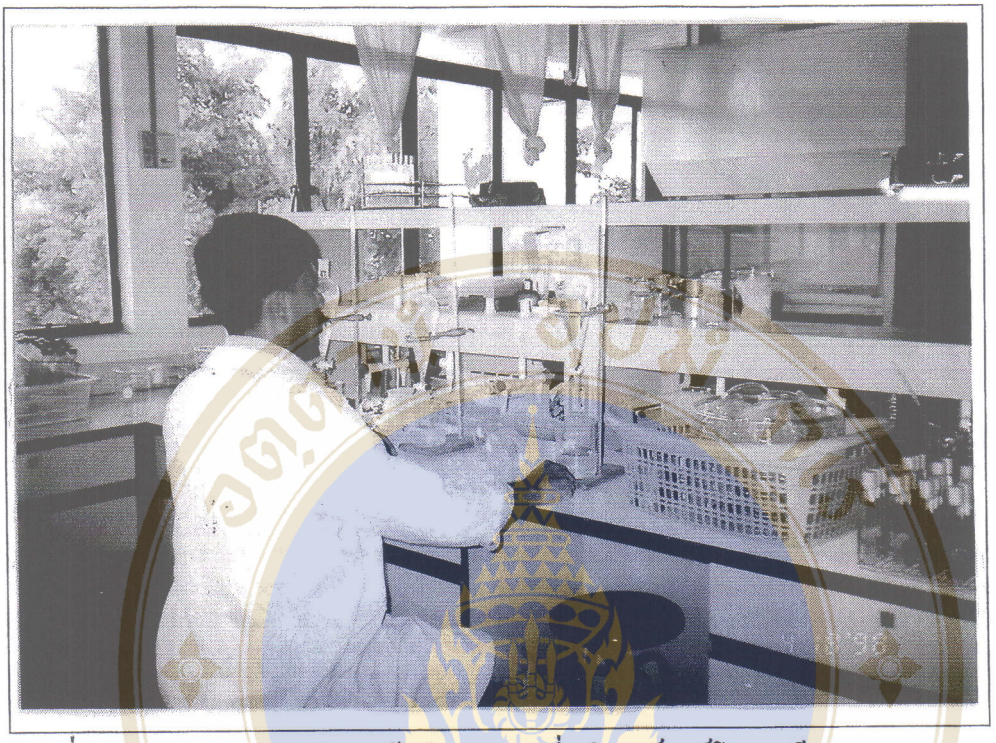


ภาพที่ 17 ลักษณะโรงเรือนไก่ไข่ที่ใช้ทดลองวิจัย วษ.ท.สุพรรณบุรี



ภาพที่ 18 ไก่ไข่ลูกผสมทางการค้าพันธ์ไฮเซกซ์บราวน์ที่ใช้ทำการทดลองวิจัย

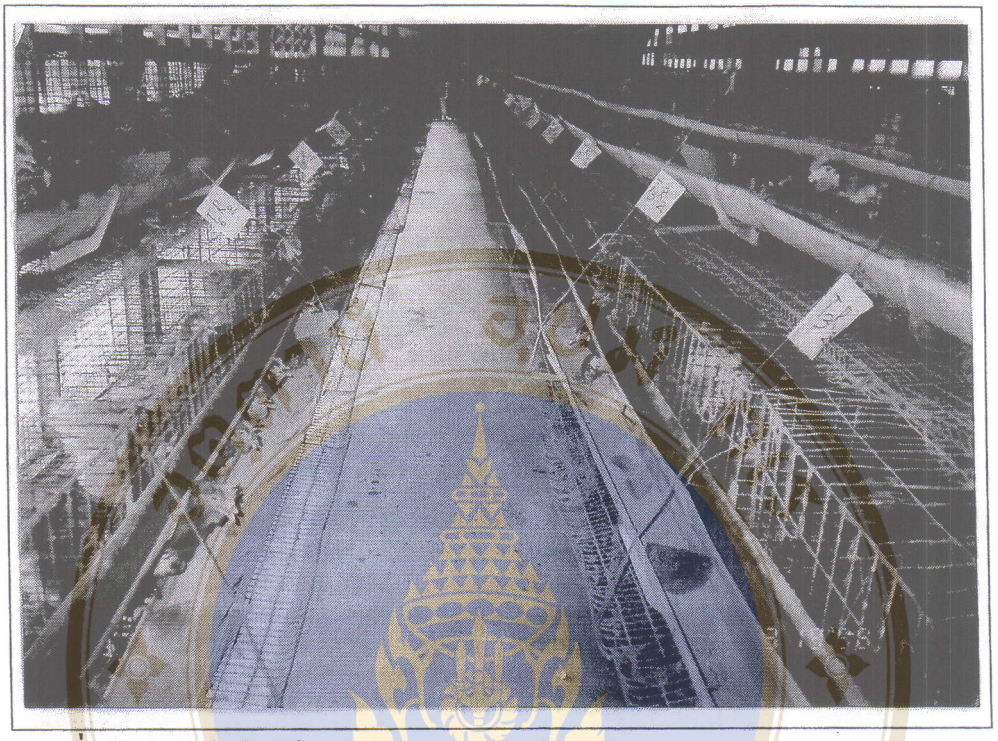
Copyright by Mahidol University



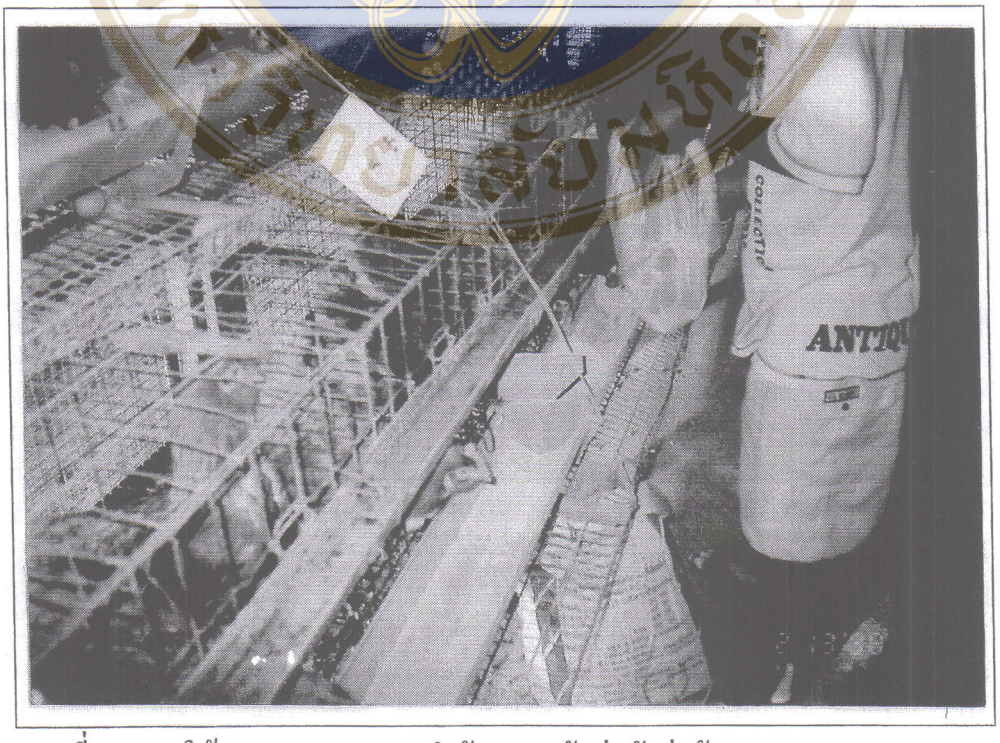
ภาพที่ 19 การตรวจหาสารพิษตกค้างในหอยเชอรี่กลุ่มออร์แกร์โนคลอรีน

ภาพที่ 20 การผสมอาหารไก่ไข่ทดลองด้วยเครื่องผสมอาหารสัตว์ชนิดถังตั้ง

Copyright by Mahidol University



ภาพที่ 21 การจัดไก่ไข่เข้ากับการทดลองโดยวิธีการสุ่มจากตารางเลขสุ่ม



ภาพที่ 22 การให้อาหารทดลองแบบจำกัด 120 กรัมต่อตัวต่อวัน

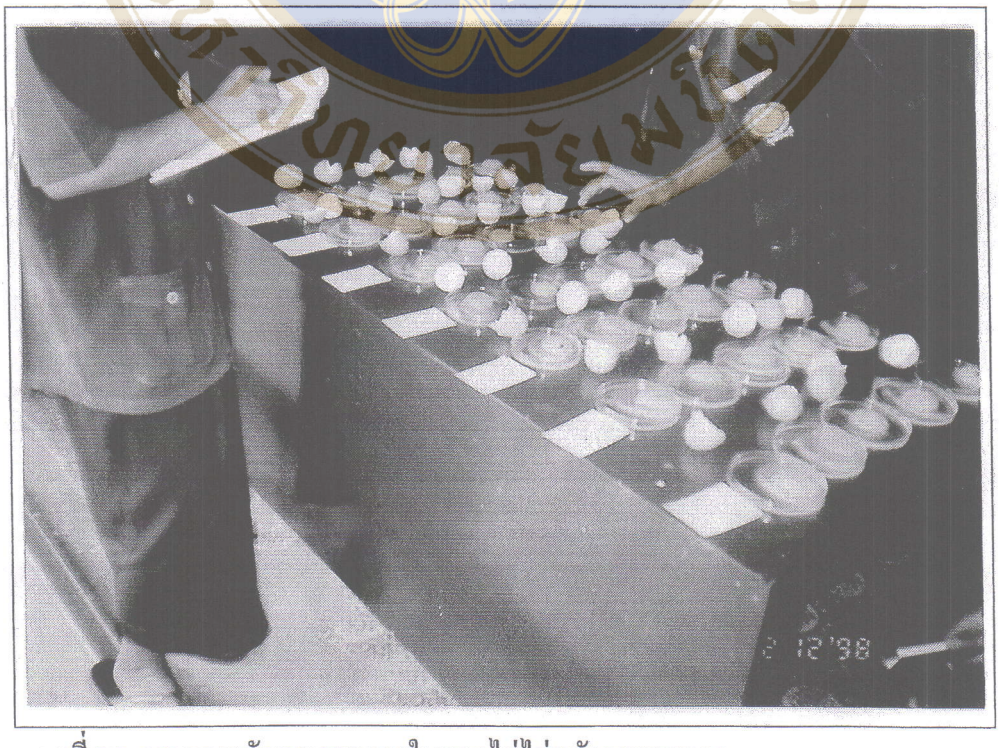
Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 23 การจดบันทึกและเก็บไข่เพื่อทำการคัดแยกขนาดและวัดคุณภาพ

ภาพที่ 24 การชั่งน้ำหนักไข่เพื่อคัดแยกขนาดและวัดน้ำหนักเฉลี่ยต่อฟอง

Copyright by Mahidol University

ภาพที่ 25 การตรวจวัดคุณภาพสีของไข่แดงโดยใช้พัดสีของโร๊ซ (Roche)



ภาพที่ 26 การตรวจวัดคุณภาพภายในของไข่ไก่หลังการทดลอง

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล	นายสมศักดิ์ เพ็ชรปานกัน
วัน เดือน ปีเกิด	25 มีนาคม 2505
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่, พ.ศ. 2530 – 2532 เทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2539 – 2542 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)
ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน	พ.ศ. 2527 - ปัจจุบัน วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ตำแหน่ง : อาจารย์ 2 ระดับ 6

Copyright by Mahidol University

310762