สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

การเพิ่มคุณค่าทางโภชนะของลูกไก่คัดทิ้งด้วยวิธีการหมักด้วยกรด

Nutritive Value Improvement of Culling Chick by Acid Fermentation

โดย

ดร. กนกรัตน์ ศรีกิจเกษมวัฒน์

ผศ. อนุชา แสงโสภณ

RCH
SF
99
.A37
ก125ร
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 64424
วัน,เดือน,ปี 11 ก.ย. 2549

b. 11648570
i.

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การศึกษาการนำของเสียที่ได้จากโรงฟักไข่ไปผ่านกระบวนการหมักโดยคาดว่าจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารและทำให้ร่างกายสัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากของเสียได้มากขึ้นนั้นเริ่มจากการนำลูกไก่คัดทิ้งที่ได้จากโรงฟักมาบดและหมักด้วย กรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ผลการทดลองในแง่ของคุณค่าทางโภชนะพบว่าโดยรวมแล้วการหมักลูกไก่ด้วยกรดทั้งสามกลุ่มไม่ได้ส่งผลกระทบทำให้คุณค่าทางโภชนะลดลงแต่อย่างใดทั้งยังสามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสได้อีกด้วยหากเลือกใช้ กรดฟอร์มิกหมักลูกไก่คัดทิ้ง โดยการใช้กรดฟอร์มิก มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในลูกไก่คัดทิ้งสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้หมักด้วยกรดและกลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้เวลาหมักนาน 2 และ 3 สัปดาห์ ส่วนการหมักด้วยกรดกลุ่มอื่นๆ พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่ไม่ได้หมักกรดแม้ว่าเวลาการหมักจะผ่านไปนานถึง 4 สัปดาห์ นั่นหมายถึงความสามารถของกรดที่ทำให้สามารถเก็บลูกไก่คัดทิ้งได้นานถึง 4 สัปดาห์โดยไม่สูญเสียคุณค่าทางโภชนะของฟอสฟอรัส จากการศึกษาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรดในไก่พ่อพันธุ์พบว่าค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก และกรดฟอร์มิกมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการใช้กรดทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีไม่นัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือกลุ่มที่ใช้กรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก ส่วนกลุ่มที่ไม่หมักกรดเป็นกลุ่มที่มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงต่ำที่สุด จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในตัวสัตว์ของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรด พบว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในกลุ่มที่หมักด้วยกรดต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้หมักกรด ยกเว้นกลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ไม่ได้หมัก ส่วนการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนในตัวสัตว์ของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรด พบว่าค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในกลุ่มที่หมักด้วยกรดมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้หมักกรดอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก และกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก ซึ่งทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ไม่หมักกรดจะมีค่าต่ำที่สุด จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าสามารถใช้ประโยชน์จากลูกไก่คัดทิ้งซึ่งเป็นของเสียจากโรงฟักไข่ได้ด้วยการหมักด้วยกรดและสามารถเก็บได้นานถึง 4 สัปดาห์โดยไม่เน่าเสีย ยังคงคุณค่าทางโภชนะ สัตว์สามารถย่อยได้ดีขึ้นมีค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน และค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทำการหมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการทดลอง	27
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเสียในโรงพัก	5
2	ค่าพลังงานของปลาหมัก	14
3	ความต้องการพลังงานในไก่ระยะต่าง ๆ	18
4	เปรียบเทียบชนิดของกรดที่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนะของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรดเมื่อทำการหมักครบ 4 สัปดาห์	28
5	ปฏิกิริยาร่วมระหว่างชนิดของกรดและระยะเวลาการหมักต่อคุณค่าทางโภชนะของลูกไก่คัดทิ้งหมักด้วย กรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิก	29
6	ปฏิกิริยาร่วมระหว่างชนิดของกรดและระยะเวลาการหมักต่อคุณค่าทางโภชนะของลูกไก่คัดทิ้งหมักด้วย กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	30
7	เปรียบเทียบค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่	31
8	เปรียบเทียบค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่างๆเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่	32
9	ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่	33
10	เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่	34
11	เปรียบเทียบค่าการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่างๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

วิกฤตการณ์ในปัจจุบันของการขาดแคลนอาหารสัตว์ เป็นผลให้อาหารสัตว์มีราคาแพง ทำให้มีความจำเป็นต้องหาสิ่งซึ่งเป็นส่วนประกอบของอาหารชนิดอื่นที่มีราคาถูกกว่ามาทดแทน ดังนั้นการมองหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ราคาถูกและเป็นผลพลอยได้จากการผลิตอาหารชนิดอื่นจึงเป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม โดยผลพลอยหรือของเสียที่ได้จากโรงฟักไข่เป็นแหล่งหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากของเสียที่เกิดขึ้นจากการฟักไข่ซึ่งได้แก่ไข่ตายโคม เปลือกไข่ และลูกไก่คัดทิ้งโดยมีมากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไข่ที่เข้าฟัก (อนุวัฒน์, 2534) และมีการผลิตตลอดทั้งปี โดย El Boushy and Van der Poel (1994) รายงานว่าของเสียที่เกิดขึ้นดังกล่าวอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร อันประกอบด้วย โปรตีน 22.2-26.0 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 11.4-18.0 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานการใช้ประโยชน์ 7.09-11.30 MJ/Kg. นอกจากนี้ยังมีแคลเซียมสูงถึง 17.2-24.6 เปอร์เซ็นต์ พร้อมทั้งมีกรดอะมิโนที่จำเป็นได้แก่ เมทไธโอนีน 0.5-3.0 เปอร์เซ็นต์ และไลซีน 1.1-7.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ทดแทนเนื้อป่นหรือกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารไก่ไข่ระยะรุ่นได้ 6 เปอร์เซ็นต์ และใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารไก่ไข่ได้ถึง 16 เปอร์เซ็นต์ (North and Bell, 1990) อย่างไรก็ตามการนำของเสียจากโรงฟักไข่มาแปรรูปเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ยังประสบปัญหาในการเก็บและรวบรวมของเสียเพื่อให้มีปริมาณเพียงพอต่อการแปรรูปเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์และมีความคุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ ดังนั้นถ้าหากใช้วิธีการหมักเหมือนกับการหมักเศษปลาหรือของเสียจากปลาจะสามารถยืดระยะเวลาการเก็บรักษาให้นานขึ้นและยังสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนะในของเสียให้เป็นประโยชน์ต่อสัตว์ได้มากขึ้น โดยในการทำปลาหมักจะทำการบดพวกเศษปลาหรือของเสียจากปลาก่อนที่จะผสมด้วยกรดอินทรีย์หรือกรดอนินทรีย์เป็นผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างลดลง เป็นผลให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและเพิ่มอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบให้นานขึ้น (Winsor and Barlow, 1981) นอกจากนี้พบว่าพวกเศษปลาหรือของเสียจากปลาที่ผ่านกระบวนการหมักแล้วจะเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนชั้นเลิศโดยมีกรดอะมิโนต่างๆได้แก่ ไลซีน ทรีโอนีน และพวกที่มีองค์ประกอบซัลเฟอร์อยู่ในระดับที่สูงกว่าปลาป่น และเมื่อนำไปใช้เลี้ยงสุกรพบว่าสุกรมีการย่อยได้ของพลังงานและไนโตรเจนสูงกกว่าปลาป่น ดังนั้นหากนำของเสียที่ได้จากโรงฟักไข่ไปผ่านกระบวนการหมักคาดว่าจะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารและทำให้ร่างกายสัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากของเสียได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1 เพื่อศึกษาถึงคุณค่าทางโภชนะของลูกไก่คัดทิ้งโดยวิธีการหมักด้วยกรดอินทรีย์บางชนิด

2 เพื่อศึกษาถึงปริมาณการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและพลังงานของลูกไก่คัดทิ้งหมักในสัตว์ปีก

3 ช่วยลดมลภาวะแวดล้อมเป็นพิษจากการที่วัสดุเหลือใช้ซึ่งมีปริมาณมากเน่าเสียในธรรมชาติ

4 เป็นแนวทางการผลิตอาหารสัตว์หมักในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ในปัจจุบันกิจการโรงฟักมีความสำคัญอย่างมากกับทุก ๆ กิจการที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงไก่ เนื่องจากโรงฟักไข่เป็นแหล่งผลิตลูกไก่ที่สำคัญเพื่อป้อนลูกไก่เข้าสู่ฟาร์มต่าง ๆ สำหรับใช้ในการเลี้ยงเพื่อดำเนินธุรกิจต่อไป โดยโรงฟักไข่ภายในประเทศมีปริมาณการผลิตลูกไก่เนื้อออกสู่ตลาดประมาณ 13.52 ล้านตัว/สัปดาห์ (สำนักงานวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2540) และมีอัตราการฟักออกเป็นตัวลูกไก่เฉลี่ย 86.00 เปอร์เซ็นต์ (อนุวัฒน์, 2534) แต่ถึงอย่างไรก็ตามโรงฟักต่าง ๆ ก็ยังคงประสบปัญหาเกี่ยวกับขยะและของเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งได้แก่ ไข่ไม่มีเชื้อ ไข่เชื้อตาย ไข่ที่ฟักไม่ออก ลูกไก่ที่ตายหรือคัดทิ้ง เปลือกไข่และไข่คัดทิ้ง (อาวุธ, 2539) ซึ่งทางโรงฟักจะมีวิธีในการกำจัดของเสียต่าง ๆ เหล่านี้โดย

1. การเผา โดยเตาที่ใช้เผามีอยู่หลายขนาดขึ้นอยู่กับปริมาณขยะเปียกที่นำมาเผาต่อชั่วโมง โดยเผาที่อุณหภูมิสูงกว่า 1600 องศาฟาเรนไฮต์ (180 องศาเซลเซียส) ทำให้เหลือปริมาณเถ้าน้อยกว่า 91 กรัมต่อขยะที่นำเข้าเผา 4534 กิโลกรัม

2. การฝัง โดยให้ดินที่กลบหลุมขยะสูงจากกองขยะอย่างน้อย 6 นิ้ว (15 เซนติเมตร)

3. การบำบัดน้ำเสีย โดยการบดย่อยของเสียให้มีขนาดเล็กลงแล้วผ่านขบวนการเป่าลมและเติมอากาศ แล้วจึงส่งไปยังบ่อตกตะกอน ซึ่งระบบนี้ต้องการน้ำประมาณ 0.3 แกลอน (1.25 ลิตร) ต่อไข่แต่ละฟองที่ฟักไม่ออก เครื่องเติมอากาศจะลอยอยู่เหนือสระน้ำและของเหลว ส่วนที่ใสจากบ่อตกตะกอนถูกปั๊มไปใช้รดน้ำ

4. การระเหยน้ำ โดยการนำของเสียที่มีความชื้นอยู่สูงมาระเหยเอาน้ำออกเพื่อให้มีปริมาตรลดลงและนำกากของเสียไปทำลายโดยการเผาหรือฝัง การระเหยน้ำจากขยะในโรงฟักไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้โดยตรง ซึ่งอาจดัดแปลงโดยใช้พัดลมเป่าหรือทำเป็นอุโมงค์ลม

สำหรับลูกไก่ที่ตายในเปลือก ลูกไก่ที่เกิดช้ากว่าปกติ ลูกไก่ที่มีคุณภาพต่ำ ของเสียจำพวกไข่ไม่มีเชื้อ ไข่เชื้อตาย ไข่ตายโคม เศษขนไก่ และเศษเปลือกไข่สามารถนำมาแปรรูปเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ ซึ่งเป็นการช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิด โดยของเสียเมื่อนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปแล้วจะมีความปลอดภัยปราศจากจุลินทรีย์และนำไปใช้เป็นอาหารได้โดยไม่มีผลต่อคุณภาพไข่ (วรวิทย์, 2531) ซึ่งจากรายงานของ North and Bell (1990) กล่าวว่า ส่วนประกอบต่าง ๆ ของผลพลอยได้จากโรงฟักที่ผ่านการอบแห้งที่ได้จากโรงฟักลูกไก่เนื้อ โรงฟักลูกไก่ไข่ และเปลือกไข่ป่น มีโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 22.2, 32.2 และ 7.61 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 24.6, 17.25 และ 36.40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.3, 0.6 และ 0.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และปริมาณไขมันเท่ากับ 9.9, 18.0 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์

อนุชาและวิชัย (2541) รายงานว่าไข่ที่นำเข้าฟักมีเปอร์เซ็นต์การฟักออกเป็นตัวลูกไก่ 87.55 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณของเสียต่อปริมาณของไข่ที่นำเข้าฟัก ได้แก่ ไข่ที่ไม่มีเชื้อและไข่เชื้อตาย 8.31 เปอร์เซ็นต์ ไข่ตายโคม 3.73 เปอร์เซ็นต์ ไข่ระเบิด 0.41 เปอร์เซ็นต์ และลูกไก่คัดทิ้ง 0.36 เปอร์เซ็นต์ EI Boushy and vander Poel (1994) กล่าวว่า ไข่ตายโคมประกอบด้วย โปรตีน 22 – 26% และไขมัน 11.4 - 18% มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 7.09 – 11.30 MJ.kg. มีแคลเซียมในระดับสูงถึง 17.2 – 24.6% พร้อมทั้งกรดอะมิโนที่จำเป็น ได้แก่ เมธไธโอนีน 0.5 – 3.0% และไลซีน 1.1 – 7.5% โดยการนำไข่ตายมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ยังมีปริมาณไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงใช้วิธีการหมักเหมือนกับการหมักเศษปลาก็ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น และยังสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนะในของเสียให้เป็นประโยชน์ต่อสัตว์ได้มากขึ้น

Rosool *et al.* (1992) รายงานว่าของเสียที่ได้จากโรงฟักประกอบด้วยไข่ที่ไม่สมบูรณ์ ไข่ตายโคม ลูกไก่ตายและลูกไก่คัดทิ้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำของเสียที่ได้จากโรงฟักมาบดผสมรวมกันจะทำให้มีโปรตีน 44.25% ไขมัน 30% เยื่อใย 1.9% ถ้า 14% NFE 9.8% และพลังงานทั้งหมด 4573 kcal/kg

ลักษณะของลูกไก่คัดทิ้ง คือ ไม่ได้มาตรฐานของบริษัทหรือโรงฟัก คือมีน้ำหนักที่จำแนกตามเกรดของน้ำหนักลูกไก่ ถ้าหากน้ำหนักตัวต่ำกว่ามาตรฐานต้องคัดทิ้ง เพราะเมื่อนำลูกไก่ไปเลี้ยงจะมีอัตราการเลี้ยงรอดต่ำ และลักษณะของลูกไก่คัดทิ้งที่เห็นได้ทั่วไป ได้แก่ ศีรษะเล็กกว่าปกติ ลูกไก่ไม่มีปีก สะดือปิดไม่สนิท ลูกไก่แคระแกรน ตาผิดปกติ เช่น ตาโปน มีตาข้างเดียว ปากผิดปกติ เช่น ปากสั้น ปากบิด ลักษณะปากนกแก้ว ลูกไก่คอบิด สันหลังบิดงอ ข้อเข่าบวม มีขาเกิน ขาถ่าง และมีนิ้วเท้าที่หงิกงอ (นิรนาม, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเสียในโรงฟัก

ชนิดของเสีย	องค์ประกอบทางเคมี						
	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	NFE (%)	แคลเซียม (%)	ฟอสฟอรัส (%)	พลังงาน (%)
ไข่ตายโคม	38.782	18.421	0.156	3.861	2.627	0.577	3603.72
เศษขนลูกไก่	5.094	8.115	0.020	1.230	1.142	0.037	5938.69
ลูกไก่คัดทิ้ง	7.287	18.610	0.080	4.671	0.464	0.988	5336.80

ที่มา : ชัชว์พล (2543)

Dhaliwal *et al.* (1998) กล่าวว่า การใช้ประโยชน์จากของเสียที่ได้จากโรงฟักไข่โดยใช้เป็นอาหารไก่กระทง สามารถนำมาแทนที่ปลาป่นในสูตรอาหารได้อย่างสมบูรณ์ในอาหารไก่กระทงแต่ละอายุโดยที่น้ำหนักตัวเฉลี่ยและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่มีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับ Appelbaurn *et al.* (1996) รายงานการทดลองใช้ลูกไก่นำมาใส่สูตรอาหารเพื่อทดแทนการใช้ปลาป่นในการเลี้ยงลูกปลาไหล ได้ผลว่าไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักเฉลี่ยและอัตราการเลี้ยงรอด สามารถยืนยันว่าลูกไก่ป่นสามารถทดแทนปลาป่นในการเลี้ยงลูกปลาไหลได้

Dhaliwal and Shingariand (1999) รายงานว่า ของเสียที่ได้จากโรงฟักไข่ประกอบด้วย ไข่ที่ไม่สมบูรณ์ ไข่ที่ร้าวระหว่างการฟัก เศษเปลือกไข่และลูกไก่ตัวผู้ มีโปรตีนรวมประมาณ 35.49 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปผสมกับกากถั่วเหลืองในอัตรา 40 : 60 จะทำให้มีโปรตีนรวมประมาณ 45.49 เปอร์เซ็นต์

Deshmukh and Patterson (1997) รายงานว่า มีการใช้ลูกไก่ตัวผู้และใช้ลูกไก่ต่อเปลือกไข่ที่เป็นของเสียจากโรงฟัก ในอัตราส่วน 60 : 40 มาทำการหมักที่ 21 วัน ลูกไก่และลูกไก่ต่อเปลือกไข่ที่หมักกรดมีโปรตีน 47.4 และ 33.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยใส่ในอาหารไก่กระทงโดยใช้ลูกไก่หมัก (5 และ 10 เปอร์เซ็นต์) และลูกไก่ต่อเปลือกไข่หมัก (2.5 และ 5 เปอร์เซ็นต์) ในสูตรอาหารกับข้าวโพดและถั่วเหลืองป่นจาก 6 สัปดาห์จนถึงส่งขาย สรุปว่า การหมักผลพลอยได้จากโรงฟักสามารถใส่ในสูตรอาหารไก่กระทงได้โดยที่การกินอาหารและผลผลิตซากมากกว่าหรือเท่ากับการใช้ข้าวโพดหรือถั่วเหลืองป่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dhaliwal *et al.* (1998) ศึกษาของเสียจากโรงฟักโดยเก็บจากไก่ไข่และไก่เนื้อ ซึ่งได้แก่ ไข่ที่ไม่สมบูรณ์ ไข่ตายโคม และลูกไก่ตัวผู้คัดทิ้ง และวิเคราะห์หาค่าโปรตีนและแคลเซียม ซึ่งได้เท่ากับ 35.5 และ 20.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นำของเสียที่ได้จากโรงฟักดังกล่าวไปผสมกับกากถั่วเหลืองในอัตราส่วน 40 : 60 นำไปอัดเม็ดและวิเคราะห์หาค่าโปรตีนและแคลเซียมอีกครั้ง ซึ่งได้เท่ากับ 45.5 และ 8.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำของเสียจากโรงฟักดังกล่าวไปแทน ปลาป่นได้

Kompiang *et al.* (1994) ได้นำไข่คัดทิ้งจากโรงฟักไปหมักกับกรดฟอร์มิกและกรดโพรพิโอนิก (1 :1) ซึ่งมีระดับความเข้มข้นของกรด 4, 5, 6, 7 และ 8 เปอร์เซ็นต์ หมักเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปวิเคราะห์ทางเคมี พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของกรดที่ 7 เปอร์เซ็นต์ จะให้ค่า pH (4.71) และความเข้มข้นของแอมโมเนียต่ำที่สุด(0.06 เปอร์เซ็นต์)

Sharara *et al.* (1992) ได้ศึกษาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนแล้ว ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนแล้ว โดยศึกษาจากอาหาร 5 ชนิด ได้แก่ มูลไก่แห้ง ผลพลอยได้จากโรงฟัก มูลกระต่าย เมล็ดปาล์มป่นและผลพลอยได้จากการทำมันเส้นมักกะโรนี พบว่าค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนแล้ว ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริง และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนแล้วของมูลไก่แห้งในไก่เท่ากับ 1047, 1.74, 2.41 และ 2.37 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ค่าพลังงานของผลพลอยได้จากโรงฟักไก่ไข่เท่ากับ 5.71, 5.55, 6.56 และ 6.61 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ค่าพลังงานของมูลกระต่ายในไก่เท่ากับ 1.69, 1.50, 2.33 และ 1.85 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ค่าพลังงานของเมล็ดปาล์มป่นในไก่เท่ากับ 1.61, 2.06, 2.62 และ 2.74 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม และค่าพลังงานของผลพลอยได้จากการทำเส้นมักกะโรนีในไก่เท่ากับ 4.86, 5.00, 5.79 และ 5.61 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงต่อหน่วยของอาหาร แต่ละชนิดมีความแตกต่างทางสถิติกับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏต่อหน่วยของอาหารแต่ละชนิด ในทำนองเดียวกันค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนแล้วต่อหน่วยของอาหารแต่ละชนิดมีความแตกต่างทางสถิติกับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนแล้วต่อหน่วยของอาหารแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดอินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก

การหมักโดยใช้กรดนั้นเป็นวิธีที่ทำกันมานานแล้ว โดยได้แนวคิดมาจาก A. I. Virtanen ที่ได้นำเอาส่วนผสมของกรดซัลฟูริกกับกรดไฮโดรคลอริกมาหมักหญ้าสด โดยได้เริ่มมีการใช้กรดหมักปลาในสวีเดนเมื่อ ค.ศ. 1936 โดยใช้ AIV acid (กรดซัลฟูริกร่วมกับกรดไฮโดรคลอริก) กรดซัลฟูริกกับกากน้ำตาล และกรดฟอร์มิก ในการหมักปลา (Tatterson and Windsor, 1974) ในปี ค.ศ. 1940 Edin ได้ใช้ AIV acid หมักปลา ในขณะที่ Olsson แนะนำให้ใช้กรดฟอร์มิกเป็นตัวป้องกันการเน่า โดย pH ของปลาหมักไม่เกิน 4.5 (Eremeeva, 1958)

กรดอนินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก ได้แก่ กรดซัลฟูริก กรดไฮโดรคลอริก ส่วนกรดอินทรีย์ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ กรดฟอร์มิก กรดแลคติก กรดโพรพิโอนิก Hanson and Lovern (1951) แนะนำให้ใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียวในการหมักปลา เพราะกรดฟอร์มิกกัดภาชนะน้อยกว่ากรดอนินทรีย์และกรดฟอร์มิกซึ่งจะมี pH4 – 4.5 (Lagunov *et al.*, 1958; Whittemore and Taylor, 1976;สุภาพร, 2520) หรือ 4.5 – 5 (Jacob, 1974) pH ในระดับนี้พอเพียงสำหรับยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ (Whittemore and Taylor, 1976) Jayawardena *et al.* (1980) ได้รายงานเกี่ยวกับการเก็บรักษาปลา โดยใช้วิธีการหมักไว้ว่าปลาหมักที่ทำจากปลาคุณภาพต่ำ โดยการเติมกรดไฮโดรคลอริกมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 2.5 กรดฟอร์มิกกับกรดไฮโดรคลอริก 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 3.0 กรดฟอร์มิกร่วมกับกรดไฮโดรคลอริก 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 3.5 และการใช้กรดฟอร์มิก 2.5 เปอร์เซ็นต์ ทุกกลุ่มจะสามารถเก็บไว้ได้ในสภาพดีอย่างน้อยที่สุด 1 เดือน

สุภาพร (2520) แนะนำให้ใช้กรดฟอร์มิก (เข้มข้น 98 เปอร์เซ็นต์) ในอัตรา 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักก็เป็นการเพียงพอต่อการเก็บรักษาปลา แต่ถ้าความเข้มข้นของกรดฟอร์มิกน้อยลง เช่น เหลือ 85 เปอร์เซ็นต์ ก็ต้องใช้กรดให้มากขึ้น ในขณะที่ Jacob (1974) พบว่าการใช้กรดฟอร์มิก (เข้มข้น 85 เปอร์เซ็นต์) ในอัตรา 3.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสามารถเก็บรักษาปลาได้

กรดอนินทรีย์บางตัว เช่น กรดซัลฟูริก หรือกรดเกลือ แม้ว่ามีราคาไม่แพงมีข้อเสียที่ปลาหมักที่ได้จะต้องทำเป็นกลางก่อนนำไปให้สัตว์กิน แต่ถ้าใช้กรดอินทรีย์ เช่น กรดฟอร์มิกปลาหมักที่ได้จะสามารถนำไปให้สัตว์กินได้โดยไม่ต้องทำให้เป็นกลางก่อน (Tatterson and Windsor, 1974) กรดฟอร์มิกยังมีคุณสมบัติเป็นตัวถนอมอาหารที่ดี เมื่อใช้กรดฟอร์มิกในการทำปลาหมักจะได้ปลาหมักมี pH 4 ทำให้มีสภาพพอเหมาะสำหรับการทำงานของเอนไซม์ และพอเพียงสำหรับการยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การใช้กรดฟอร์มิกสามารถรักษาสภาพของปลาไว้ได้ดีกว่าการใช้กรดซัลฟูริกแต่ข้อเสียของกรดฟอร์มิกก็คือมีราคแพง (Whittemore and Taylor, 1976) และในขณะเดียวกันไก่ไม่ชอบกลิ่นของกรดฟอร์มิกที่ใช้ในการเตรียมปลาหมักจึงน่าจะเป็นปัญหาอย่างหนึ่งในเรื่องปริมาณอาหารที่ไก่จะกินได้ในแต่ละวัน (Hoffman *et al.*, 1976)

Schellner *et al.* (1961) รายงานว่าสุกรที่ใช้ปลาหมักซึ่งหมักด้วยกรดซัลฟูริกจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้อาหารเปรียบเทียบ ในเรื่องการย่อยได้ได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน พลังงานนั้น Whittemore and Taylor (1976) รายงานว่าการเลี้ยงสุกรในระยะเจริญเติบโตด้วยปลาหมักโดยใช้ปลาเฮอริ่งหมักด้วยกรดฟอร์มิกในอัตราส่วน 3.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก และสกัดเอาไขมันออก การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงานในปลาหมักที่สกัดเอาไขมันออกจะดีกว่าในปลาป่นเล็กน้อย ทำนองเดียวกัน Lewicki and Wojciak (1962) ก็มีรายงานว่าสุกรในระยะเจริญเติบโตที่ได้รับปลาหมักซึ่งหมักด้วยกรดซัลฟูริกและกรดฟอร์มิกเป็นอาหารเสริมโปรตีนจะมี เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ดีกว่าพวกที่ได้รับปลาป่น Seidler (1964) รายงานว่าการย่อยได้ของไขมัน โปรตีน ของสุกรในสูตรอาหารที่ใช้ปลาหมักจะดีกว่าในสูตรอาหารที่ใช้เลือดป่นสอดคล้องกับ Braunschweig and Gorlitz (1961) ที่รายงานว่า การย่อยได้ของโปรตีนในปลาหมักมีค่าสูง นอกจากนี้ยังมีการทดลองในหนูโดย Alvarez (1972) รายงานว่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในปลาหมักและปลาป่นไม่แตกต่างกันในเรื่องคุณภาพซากและกลิ่นในเนื้อนั้น และผลการทดลองของCameron (1962) ได้สนับสนุนว่าการเลี้ยงสุกรด้วยปลาหมักเปรียบเทียบกับปลาป่นคุณภาพซากจะไม่แตกต่างกัน

การทำปลาหมักโดยใช้เศษปลาหรือของเสียจากปลาสามารถยืดระยะเวลาการเก็บได้นานขึ้นทั้งยังเพิ่มคุณค่าทางโภชนะในของเสีย สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เพื่อทดแทนปลาป่นได้เป็นอย่างดี ทั้งยังกระทำได้ด้วยวิธีการง่ายๆ และมีราคาถูก โดยการสับหรือบดวัตถุดิบก่อนที่จะผสมด้วยกรดอินทรีย์หรือกรด อนินทรีย์ เป็นผลให้ความเป็นกรด-ด่าง ลดลง ซึ่งจะไปยับยั้งการเจริญเติบโต ของแบคทีเรียและเพิ่มอายุการเก็บรักษานานขึ้น เรียกวิธีการนี้ว่า acid silage (Winsor and Barlow,1981) ในระหว่างการหมักโปรตีโอไลติกเอนไซม์ (proteolytic enzymes) จะย่อยสลายเนื้อเยื่อโปรตีนไปเป็นเปปไทด์ และกรดอะมิโนที่มีความคงตัวและสามารถละลายได้ (Green *et. al.*,1983)

Wiseman *et.al.* (1982) และ Rattagool *et.al.*(1980). ได้ใช้กรดฟอร์มิค (formic acid) และกรดโพรพิโอนิค (propionic acid) ในการทำปลาหมัก โดยสับปลาให้เป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 45 มม. ก่อนที่จะเติมกรดแต่ละชนิดเข้มข้น 85 % ในปริมาณ 3.5 % หรือสารละลายของกรดฟอร์มิกและโพรพิโอนิก 85% ในอัตราส่วน 1: 1 ในปริมาณ 3.5,% ของน้ำหนักวัตถุดิบ ซึ่งกรดอินทรีย์เหล่านี้สามารถเก็บรักษาวัตถุดิบไว้ในสภาพที่มีความเป็นกรดสูงได้ และเมื่อนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่จำเป็นต้องทำให้เป็นกลางก่อน (Green *et. al.*,1983) ปลาหมักจะเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนชั้นเลิศ โดยมีกรดอะมิโนต่างๆ ได้แก่ไลซีน ทรีโอนีน และพวกที่มีองค์ประกอบซัลเฟอร์อยู่ในระดับที่สูงกว่าปลาป่น เมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์พบว่าสุกรมีการย่อยได้ของโปรตีนและพลังงานสูงกว่าปลาป่น (Green *et. al.*,1983 และ Whittemore and Taylor ,1976)

Raj *et. al.*(1996) ทำการหมักเครื่องในปลาและไส้ไก่แล้วนำไปเลี้ยงไก่เนื้อ พบว่า ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อดีกว่ากลุ่มที่ใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนในอาหาร สำหรับของเสียจากโรงฟักจะมีคุณค่าทางอาหารสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนจึงสามารถใช้ทดแทนเนื้อป่นหรือกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารไก่ไข่ระยะรุ่นได้ 6 % และสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารไก่ไข่ได้ถึง 16 % (North and Bell, 1990) ดังนั้นหากนำไปผ่านกระบวนการหมักก็จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารและทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากของเสียได้มากขึ้น

Comb (1962) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์จากปลามีความสำคัญสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์โดยจะให้ไวตามินต่าง ๆ และแร่ธาตุซึ่งธัญพืชและโปรตีนจากพืชจะให้ไม่เพียงพอ ผลิตภัณฑ์จากปลาใช้กันอย่างกว้างขวางในอาหารลูกไก่ สุกร และในอาหารไก่พันธุ์ เพราะในปลามี "สารช่วยการเจริญเติบโต" (unidentified growth factor) อยู่ในน้ำปลาข้นและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ทำจากปลามีสารช่วยการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นคนละตัวกับไวตามิน B_{12} แต่มีปัญหาในเรื่องกรดอะมิโนที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในโปรตีนจากสัตว์ เพราะมีปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างเมทไธโอนีนกับไวตามิน B_{12} ถ้าในอาหารมีเมทไธโอนีนมาก (กรณีนี้จะเกิดน้อยมาก) จะพบไวตามิน B_{12} ในปริมาณน้อยมาก (Baelum, 1962) ในปลาสดมีโปรตีนโดยเฉลี่ยประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแตกต่างกันตั้งแต่ 6 – 28 เปอร์เซ็นต์ เถ้ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.4 ถึง 1.5 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นจาก 28 – 30 เปอร์เซ็นต์ (Comb, 1962) Sripathy (1975) พบว่าโปรตีนจากปลามีไลซีนอยู่สูง ดำริห์ (2505) รวบรวมไว้ว่า ปลาที่ใช้เป็นอาหารเป็ดหรือที่เรียกว่า "ปลาเป็ด" (duck fish) ในจังหวัดสมุทรสาครมีทั้งปลาน้ำเค็มและปลาน้ำจืด ปลาน้ำเค็มมีอยู่ 32 ชนิด แตกต่างจากงานของ ถาวร (2511) ซึ่งรายงานว่าปลาที่ใช้เป็นอาหารเป็ดมีอยู่ 10 ชนิด ปลาเป็ดนั้นเป็นปลาที่ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ แม้อาจมีปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจแต่มีขนาดเล็กเกินไปติดมาด้วย และมักอยู่ในสภาพที่เสียหายหรือแทบใช้บริโภคไม่ได้ ปลาเหล่านี้จึงมีราคาถูกเนื่องจากเป็นผลพลอยได้จากการจับปลาที่จะนำไปเป็นอาหารของมนุษย์ ชาวประมงไม่ได้หวังผลโดยตรงที่จะจับปลาเพื่อใช้เป็นอาหารเป็ด ฉะนั้น การนำปลาเหล่านี้ไปจำหน่ายเพื่อใช้เป็นอาหารเป็ด จึงไม่มีผลต่อปริมาณที่คนใช้บริโภคเป็ดที่ได้รับอาหารพวกหอยสด ปลาสด จะให้ไข่ดกกว่าและมีราคาดีกว่าไข่จากเป็ดที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม (ถาวร, 2511) ในประเทศอินโดนีเซียบางครั้งก็ใช้ปลาเป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์เพียงอย่างเดียวสำหรับเป็นอาหารสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีก (Apandi *et al.*, 1974) ซึ่งขัดแย้งกับรายงานของ Opstvedt and Giefsen (1975) ที่พบว่า ปลาป่นไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อน้ำหนักตัว

ปลาและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปลาเป็นอาหารที่เน่าเสียได้ง่าย ไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ภายใต้สภาวะปกติ ถ้าปลาเน่าเสียจะทำให้ไวตามิน B_1 ในปลาลดลง (Mori *et al.*, 1954) การเน่าสลายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบและคุณสมบัติของส่วนประกอบที่เป็นอินทรีย์สาร ความซับซ้อนทางสรีระวิทยา และขบวนการทางเคมีซึ่งเกิดขึ้นโดยการทำงานของเอนไซม์ และจุลินทรีย์ แต่ Jayawardena *et al.* (1980) ได้รายงานเกี่ยวกับการเก็บรักษาปลา โดยใช้วิธีการหมักไว้ว่า ปลาหมักที่ทำจากปลาคุณภาพต่ำ โดยการเติมกรดไฮโดรคลอริกมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 2.5 กรดฟอร์มิกร่วมกับกรดไฮโดรคลอริก 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 3.0 กรดฟอร์มิกร่วมกับกรดไฮโดรคลอริก 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 3.5 และการใช้กรดฟอร์มิก 2.5 เปอร์เซ็นต์ ทุกกลุ่มจะสามารถเก็บไว้ได้ในสภาพดีอย่างน้อยที่สุด 1 เดือน

ปลาหมักที่ทำด้วยกรดซัลฟูริกก่อนนำไปให้สัตว์กินจะต้องลดความเป็นกรดลงบ้าง โดยใช้ผงชอล์ค (Chalk) 37 กรัมต่อปลาหมัก 1 กิโลกรัม ทำให้ได้ปลาหมักที่มี pH 4 เมื่อผสมแล้วต้องทิ้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง จึงจะนำไปให้สัตว์กิน (Olsson, 1942 อ้างโดย Petersen, 1953) เช่นเดียวกับรายงานของ Petersen (1953) ที่ให้ใช้ปริมาณของผงชอล์ค อยู่ในช่วง 20 – 50 กรัมต่อปลาหมัก 1 กิโลกรัม อาจใช้หินปูนป่นหรือผงปูนขาว (Freeman and Hoogland, 1956; Lagunov *et al.*, 1958a; และ Borgsrtom, 1962) ในอัตราส่วน 2 ½ ปอนด์ต่อปลาหมัก 100 ปอนด์ เวลาเติมต้องค่อย ๆ เติมพร้อมกับการกวนให้เข้ากัน (Freeman and Hoogland, 1956) การใช้หินปูนจะช่วยในการเก็บรักษาได้ดีกว่าผงปูนขาวและควรทำให้เป็นกลางก่อนให้สัตว์กิน 1 วัน (Lagunov *et al.*, 1958a) ถ้าปลาหมักทำจากกรดซัลฟูริกซึ่งมี pH 1.7 ถึง 3.2 นั้น การเติมปูนขาวเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ก็พอเพียงสำหรับการนำมาใช้เลี้ยงโค กระบือ (Lagunov *et al.*, 1958a) การแก้ ความเป็นกรดของปลาหมักก่อนที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์โดยเติมหินปูนป่นหรือปูนขาว ความเป็นกรดก็จะลดน้อยลงโดยไม่มีผลเสียหายแก่ไวตามิน A และ ไวตามิน D จากปฏิกิริยาของกรด (Brogstrom, 1962) ดังนั้น ปลาหมักที่ใช้พวกกรดอนินทรีย์ เช่น กรดซัลฟูริกนั้น ก่อนนำไปให้สัตว์กินจะต้องทำให้เป็นกลางหรือลดความเป็นกรดลงเสียก่อน (Lovern, 1965 และ Windsor, 1974) แต่ปลาหมักที่ทำจากส่วนผสมระหว่างกรดซัลฟูริกกับกรดฟอร์มิกนั้นสามารถนำไปให้สัตว์กินได้โดยตรง (Lovern, 1965) ปลาหมักที่ถูกทำให้เป็นกลางโดยลดความเป็นกรดลงจะเก็บรักษาไว้โดยคุณภาพไม่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 48 ชั่วโมง (Petersen, 1953)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบพลังงานสำหรับสัตว์ปีกนิยมใช้ระบบพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable Energy, ME) **เพราะสัตว์ปีกขับมูลและปัสสาวะออกมาร่วมกัน การหาค่าพลังงานย่อยได้** (Digestible Energy, DE) **แต่หาได้ลำบาก จึงนิยมหาค่า ME มากกว่า (บุญล้อม, 2541) โดยค่าพลังงานในอาหารสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้**

1. พลังงานทั้งหมด (Gross energy, GE)

คือพลังงานที่ได้เมื่อสารถูกเผาผลาญอย่างสมบูรณ์ได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ พลังงานนี้จะถูกปล่อยออกมาในรูปของความร้อน ในทางโภชนศาสตร์ถือว่าพลังงานเผาผลาญคือพลังงานทั้งหมดที่มีในอาหารหรือสิ่งอื่น ๆ เช่น มูล ปัสสาวะ หรือผลิตผลโดยมิได้คำนึงถึงการสูญเสีย ค่านี้ได้จากการนำอาหารหรือตัวอย่างเหล่านั้นมาเผาในเครื่องมือวัดพลังงานเรียกว่าบอมบ์แคลอริมิเตอร์ (Bomb calorimeter) แล้ววัดความร้อนที่เกิดขึ้น (Heat of combustion) (บุญล้อม, 2541)

2. พลังงานย่อยได้ (Digestible energy, DE)

เป็นพลังงานที่หาได้จากพลังงานในอาหารที่กิน (GE) ลบด้วยพลังงานในมูล (FE) ในสัตว์ปีกมูลและปัสสาวะขับออกมาทางเดียวกันในการหาพลังงานย่อยได้ต้องมีการแยกส่วนนี้ออกจากกัน ค่าพลังงานย่อยได้ไม่สามารถบอกถึงค่าพลังงานในการคำนวณสูตรอาหารได้เพราะพลังงานย่อยได้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด (เดชา, 2537)

$$DE = GE - FE$$

3. พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME)

นอกจากพลังงานที่สูญเสียไปในมูลแล้วสัตว์จะสูญเสียพลังงานไปในปัสสาวะ (UE) พลังงานใช้ประโยชน์ได้นิยมใช้มากในสัตว์กระเพาะเดี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์ปีกเพราะมันจะขับมูลและปัสสาวะออกมาร่วมกันจึงสะดวกในการศึกษา (บุญล้อม, 2541) สำหรับพลังงานที่สูญเสียไปในรูปแก๊สในสัตว์จะไม่ทำให้พลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างไป (เดชา, 2537)

$$ME = DE - UE$$

หรือ $$ME = GE - FE - UE$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พลังงานสุทธิ (Net energy, NE)

พลังงานสุทธิเป็นพลังงานที่สัตว์สามารถนำไปใช้เพื่อกิจการต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น เพื่อการดำรงชีพ (Maintenance), การเจริญเติบโต (Growth) และการให้ผลผลิต (Production) ได้อย่างแท้จริง เมื่อหักค่า heat increment (HI) ของอาหารออกจากพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) จะได้พลังงานสุทธิ (Net energy) ดังสูตร

$$NE = GE - FE - UE - HI$$

พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในสัตว์ปีก แบ่งออกเป็น 4 ประเภท (เดชา, 2537)

1. พลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ (Apprant Metabolizable Energy, AME)

เป็นค่าพลังงานในอาหารทั้งหมดนำมาลบออกด้วยค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปของมูล ปัสสาวะและแก๊สที่ได้จากการย่อยอาหารนั้นถือว่าเป็นเพียงค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏว่า เพราะว่าพลังงานในสิ่งขับถ่ายที่ได้เป็นส่วนของพลังงานจากอาหารที่ไม่ถูกย่อยและส่วนที่เหลือจากอาหาร ซึ่งไม่ได้นำไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม นอกจากนี้ยังมีส่วนของ Endogenous Energy loss (EEL) ซึ่งเป็นพลังงานที่ไม่ได้จากอาหารแต่เป็นส่วนที่ขับออกมาจากภายในร่างกาย เช่น มาจากผนังลำไส้ น้ำดี แต่ค่า AME ก็ได้มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยคำนวณหาค่า AME จากสูตรดังนี้

$$\text{AME/กรัมอาหาร} = \frac{(FI \times GEf) - (E \times GEe)}{FI}$$

FI = ปริมาณอาหารที่สัตว์กิน (กรัม)

E = ปริมาณมูลที่ขับออกมา (กรัม)

GEf = พลังงานทั้งหมด (gross energy) ในอาหารต่อกรัม

Gee = พลังงานทั้งหมดในมูลสัตว์ต่อกรัม

2. ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ปรากฏเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนแล้ว

(Nitrogen corrected apparent metabolizable energy, AME_n)

คล้ายกับการหา AME แต่นำความแตกต่างของไนโตรเจนในอาหารและมูล (สมมูลไนไตรเจน) มาพิจารณาด้วย ซึ่งสมดุลไนโตรเจนเป็นไปได้ทั้งบวกและลบ ถ้าเป็นลบแสดงว่า สัตว์ขับไนโตรเจนออกมามากกว่าไนโตรเจนที่กิน อาจเนื่องจากอาหารมีคุณภาพต่ำหรือสัตว์ผ่านการอด

เอกสารนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารมาก่อน จึงมีการสลายโปรตีนเพื่อเป็นพลังงาน นั่นคือไนโตรเจนในปัสสาวะส่วนหนึ่งไม่ได้มาจากอาหารโดยตรง เมื่อนำมาคิดพลังงานนี้ไปลบออกจากพลังงานที่กิน ทำให้ค่าพลังงานที่ได้ต่ำกว่าค่าความเป็นจริงในทางตรงกันข้าม ถ้าสมดุลไนโตรเจนเป็นบวกแสดงว่าสัตว์ขับไนโตรเจนออกมาน้อยกว่าไนโตรเจนที่กิน ฉะนั้นต้องปรับสมดุลไนโตรเจนเป็นศูนย์ (Zero nitrogenbalance) (บุญล้อม, 2532)

3. ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จริง (Tru Metabolizable Energy, TME)

จากค่าของ AME ซึ่งยังเป็นค่าที่ไม่ถูกต้องของการใช้ประโยชน์ได้จริง เนื่องจากในสิ่งที่ขับถ่ายออกมาของสัตว์ยังมีส่วนของน้ำดี น้ำย่อยและเยื่อบุผนังลำไส้ปนมาด้วย จึงจะต้องคำนึงถึง Endogenous Energy Loss นี้ด้วย (บุญล้อม, 2541) จึงต้องทำการศึกษาในสัตว์ที่อดอาหารเพื่อนำค่าพลังงานในมูลที่ไม่ได้จากอาหารมาลบออกไปด้วย จึงคำนวณได้ตามสูตร

$$\text{TME/กรัมอาหาร} = \frac{(FI \times GEf) - ((E \times GEe) - (FEm + UEe))}{FI}$$

Fem + UEe = พลังงานในมูลไก่ที่อดอาหาร

4. พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แท้จริงเมื่อปรับสมดุลไนโตรเจนแล้ว (Nitrogen corrected Tru metabolizable energy, TME_n)

มีวิธีการหาค่าพลังงานคล้ายกับหาค่า TME แต่นำค่าไนโตรเจนจากไก่ที่อดอาหารมาคิดด้วย เพราะเป็นไนโตรเจนที่ไม่ได้มาจากอาหารโดยตรงจึงต้องปรับให้มีค่าสมดุลไนโตรเจนเป็นศูนย์เสียก่อน ซึ่งเป็นในทำนองเดียวกับการปรับค่า TME เป็น TME_n

การหมักลูกไก่คัดทิ้งมีกรรมวิธีคล้ายกับการทำปลาหมัก ซึ่งค่าพลังงานของปลาหมักแต่ละวิธีก็ไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าพลังงานของปลาหมัก

วิธีการหมัก	Energy (Cal/Kg)
Trash fish	86.47
Fish silage (wet)	69.27
Boiled fish silage (wet)	78.14
Dried fish silage	299.02

ที่มา : Rattagool *et al.*, (1980)

Borgstrom (1962) รายงานว่าการใช้กรดฟอร์มิกหมักปลามีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพดีกว่ากรดชนิดอื่น ๆ คือมีความสามารถในการทำให้เกิดเมแทโบไลท์ในลำไส้ของปลาได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้กรดฟอร์มิกยังกัดภาชนะน้อยกว่ากรดอินทรีย์และยังมีคุณสมบัติเป็นตัวหยุดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ดี

Sperling *et al.* (1959) ใช้ปลาหมักที่ทำจากปลาเฮอริ่งสกัดเอาไขมันออกแล้วเลี้ยงสุกร ปรากฏว่าสุกรที่ได้รับปลาหมักมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่าสุกรที่ได้รับปลาป่น Whittemore and Taylor (1976) รายงานว่าการเลี้ยงสุกรระยะเจริญเติบโตด้วยปลาหมักโดยใช้ปลาเฮอริ่งหมักด้วยกรดฟอร์มิกในอัตราส่วน 3.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักและสกัดเอาไขมันออก การย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีนและพลังงานในปลาหมักที่สกัดเอาไขมันออกจะดีกว่าในปลาป่นเล็กน้อย

Luscombe (1973) รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและคุณภาพซากของสุกรไม่แตกต่างกันเมื่อใช้ปลาหมัก (ใช้เศษของปลาขาวหมักด้วยกรดฟอร์มิก 3.5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตัว) เป็นอาหารเสริมโปรตีนแทนการใช้ปลาป่นในสูตรอาหารสุกร

อุทัยและคณะ (2518) ศึกษาความเข้มของโภชนะ 6 ระดับ โดยเฉพาะโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารไก่กระทงช่วงอายุ 0 – 8 สัปดาห์ โดยใช้ความเข้มข้นของโภชนะ 95, 100, 105, 110, 115 และ 120 เปอร์เซ็นต์ของระดับที่แนะนำโดย NRC (National research Council) คือมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,613, 2,776, 2,900, 3,000, 3,180 และ 3,320 Kcal/Kg และโปรตีน 20.9, 22.0, 23.1, 24.2, 25.3 และ 26.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปรากฏว่าไก่กระทงมี การเจริญเติบโตดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อความเข้มข้นของอาหารสูงขึ้นแต่ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนอาหารไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Rattagool *et al.* (1980) รายงานว่า ปลาหมักเปียก ปลาหมักต้ม และปลาหมักแห้ง ซึ่งหมักด้วยกรดฟอร์มิก 2.5 เปอร์เซ็นต์ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30±3 องศาเซลเซียส มีโปรตีนเท่ากับ 14.1, 15.1 และ 52.6 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นเท่ากับ 75.7, 75.3 และ 11.0 เปอร์เซ็นต์ มีไขมันเท่ากับ 1.0, 1.5 และ 8.2 เปอร์เซ็นต์ มีเถ้าเท่ากับ 7.3, 7.3 และ 28.6 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานเท่ากับ 69.27, 78.14 และ 299.02 แคลอรี่/กิโลกรัม

Albrecht and Gebhardt (1996) รายงานว่า มีการใช้ปลาหมักด้วยกรดโพรพิโอนิก 1 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงสุกรน้ำหนัก 35 กิโลกรัม อายุ 119 วัน อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกับการใช้ปลาป่น

Kornegay and Graber (1968) รายงานว่า สุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารเปียก (น้ำต่ออาหารเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก) มีการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารด้อยกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารแห้ง ส่วนการย่อยได้ของโปรตีนและพลังงานไม่แตกต่างกัน

Waldo *et al.* (1969) ศึกษาการใช้กรดฟอร์มิกเติมลงในพืชหมักในอัตรา 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักพืชสดที่ไม่ได้ลดความชื้น พืชหมักมีค่า pH ต่ำ และมีกรดบิวทีริกน้อยแต่มีกรดแอซิติก และกรดแลคติกมากกว่าพืชที่ไม่ได้เติมกรดฟอร์มิก เมื่อใช้พืชหมักที่เติมกรดเลี้ยงโคนมพบว่าได้รับพลังงานย่อยได้มากกว่าที่ให้กินพืชที่ไม่ได้เติมกรดฟอร์มิกและโคมีการเจริญเติบโตดีกว่า

Rangkuti (1980) ทดสอบการยอมรับปลาหมักของสุกรโดยหมักปลา 3 เปอร์เซ็นต์ โดยดน้ำหนัก ซึ่งสีส่วนผสม 1 : 1 ของกรดฟอร์มิก 90 เปอร์เซ็นต์ และกรดโพรพิโอนิก 98 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการหมัก 14 วัน ซึ่งส่วนประกอบของอาหารแต่ละหน่วยทดลองมีระดับปลาหมัก 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ อาหารควบคุทำจากรำข้าว, ถั่วเหลือง และข้าวโพด พบว่า การกินอาหารของสุกรอยู่ในระดับต่ำ อาหารที่มีส่วนผสมของปลาหมัก 40 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างของน้ำหนักแห้งที่กินเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของสุกรที่ให้กินอาหารที่มีส่วนผสมของปลาหมัก 30 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มควบคุม อัตราการเปลี่ยนอาหารของสุกรที่ให้กินอาหารที่มีส่วนผสมของปลาหมัก 20 และ 0 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย่อยได้

คุณค่าทางโภชนาการต่าง ๆ ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน กรดอะมิโน หรือพลังงานก็ตามที่มักนำไปใช้ในการประกอบสูตรอาหารสัตว์นั้น โดยทั่วไปมักใช้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีการทางเคมี ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกว่าในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดนั้น ๆ มีปริมาณโภชนะต่าง ๆ อยู่เท่าใด แต่ไม่ได้บอกถึงค่าที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แท้จริง ๆ จึงทำให้เมื่อนำไปใช้ประกอบสูตรอาหารสัตว์แล้วมักเกิดปัญหาสัตว์ได้โภชนะต่าง ๆ ไม่เพียงพอตามที่คำนวณไว้ ทั้งนี้เพราะวัตถุดิบอาหารสัตว์ต่าง ๆ เมื่อนำเข้าไปในระบบทางเดินอาหารของสัตว์แล้วจะมีเพียงบางส่วนที่สัตว์สามารถย่อยแล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้ และมีอีกบางส่วนที่จะถูกขับออกมาทางมูล ซึ่งเป็นส่วนที่สูญเสีย ใช้ประโยชน์ไม่ได้แล้ว ดังนั้นในทางปฏิบัติแล้วการคำนวณสูตรอาหารจึงควรใช้ค่าการใช้ประโยชน์ได้ในตัวสัตว์มากกว่ายึดค่าที่มีอยู่ในวัตถุดิบชนิดนั้น (สุวิทย์, 2532)

โปรตีนที่ย่อยได้ (digestible protein)

โปรตีนที่ย่อยได้ หมายถึง ปริมาณโปรตีนที่หายไปจากทางเดินอาหาร ซึ่งสามารถคำนวณได้จากความแตกต่างของปริมาณโปรตีนที่กินเข้าไปทั้งหมด แล้วหักโปรตีนส่วนที่พบในมูลออกไป ส่วนที่หายไปคือ โปรตีนที่ย่อยได้เรียกว่า Apparent digestible protein (ADP)

ADP = Protein intake – Protein in feces

(โปรตีนที่ย่อยได้ = โปรตีนที่กินเข้าไป – โปรตีนในมูล)

$$\therefore ADP = I_p - F_p$$

(I_p = Protine intake, F_p = fecal protein)

จะเห็นได้ว่า ค่าของ ADP เป็นค่าความแตกต่างระหว่างโปรตีนในอาหารและในมูล ซึ่งค่าโปรตีนในมูลก็คือ ค่าโปรตีนที่ไม่ถูกดูดซึมและโปรตีนที่ได้จาก metabolic fecal nitrogen หรือ endogenous nitrogen สำหรับค่า metabolic fecal nitrogen นี้ได้มาจากกระบวนการ metabolism ของ tissue protein ซึ่งจะรวมถึง N ได้จาก cell ของผนังลำไส้ ทางเดินอาหารที่หลุดติดมากับอาหารจาก digestive enzyme และสารอื่น ๆ ที่ถูกขับเข้าสู่ทางเดินอาหารหลังจากถูกดูดซึมแล้ว กรดอะมิโนจะถูกนำไปใช้ประโยชน์โดยผ่านกระบวนการ metabolism ในตับและในเนื้อเยื่ออื่น ๆ สำหรับ N ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เหลือใช้หรือใช้ประโยชน์ไม่ได้ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะถูกขับออกโดยเปลี่ยนไปให้เป็น urea แล้วขับออกทางปัสสาวะ ในนกหรือสัตว์เล็กและสัตว์เลื้อยคลานอื่น ๆ จะถูกขับออกในรูปของ uric acid เพราะว่าการใช้ประโยชน์ของอาหารไม่ได้ขึ้นอยู่เฉพาะค่าความย่อยได้ ค่าถูกดูดซึมได้ แต่ยังต้องขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ได้ของกรดอะมิโนที่ประกอบอยู่ในอาหารด้วยหลังผ่านการดูดซึมแล้ว ดังนั้นแหล่งโปรตีนนับว่ามีความสำคัญต่อคุณภาพของสูตรอาหารเป็นอันมาก (พันทิพา, 2535)

การขับถ่ายไนโตรเจนในสัตว์ปีก

ศรีสกุล และรณชัย (2539) กล่าวว่า ไก่จะขับไนโตรเจนที่มากเกินไป ออกมาอยู่ในรูปกรดยูริก (uric acid) ซึ่งต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ขับออกมาในรูปยูเรีย (urea) กรดยูริกจัดเป็น พิวรีน (purine) ชนิดหนึ่ง มีการสังเคราะห์โดยวิธีเดียวกับการสังเคราะห์พิวรีนอื่น ๆ แหล่งของสารที่ต้องนำมาใช้สังเคราะห์เป็นกรดยูริกได้มาจาก แอสปาแตส (aspartate) ไกลซีน (glycine) และ กลูตามีน (glutamine) ดังนั้น การที่ไก่ขับถ่ายออกมาทำให้กรดอะมิโนเหล่านี้สูญเสียไปด้วยโดยเฉพาะไกลซีน นักวิชาการอาหารสัตว์จึงจัดให้กรดอะมิโนไกลซีนเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นในอาหารสัตว์ปีก ถึงแม้ว่าในร่างกายไก่สามารถสังเคราะห์ได้แต่ปริมาณที่สังเคราะห์ได้ไม่ทันต่อการขับออก นอกจากนี้ในสัตว์ปีกจะไม่มีวัฏจักรยูเรีย (urea cycle) จึงทำให้ไม่สามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนอาร์จินีน (arginine) จากกระบวนการนี้ได้จึงต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น จึงจัดกรดอะมิโนจินีน เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นอีกชนิดหนึ่งในอาหารสัตว์ปีก

บุญล้อม (2541) กล่าวว่า ในสัตว์ปีกการหาการย่อยได้เป็นเรื่องที่ยุ่งยาก เพราะมูลและปัสสาวะถูกขับออกมาทางเดียวกันคือ cloaca การแยกมูลและปัสสาวะออกจากกันอาจทำได้โดยการวิเคราะห์ทางเคมีโดยอาศัยหลักที่ว่า ไนโตรเจนในปัสสาวะส่วนใหญ่อยู่ในรูปกรดยูริก ส่วนไนโตรเจนในมูลส่วนใหญ่อยู่ในรูป True protein หรืออาจจะทำได้โดยการผ่าตัดแยกท่อมูลกับท่อปัสสาวะออกจากกัน

Smith and Wheeler (1979) กล่าวว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อส่วนประกอบในสิ่งขับถ่าย (excreta) ของสัตว์ปีกขั้นต้น คือ ปริมาณอาหารที่กิน วิธีการให้อาหาร (plant of nutrition) และอื่น ๆ สิ่งขับถ่ายแห้งของไก่ไข่ที่เลี้ยงในกรงตับปกติจะมีปริมาณ 4.5 – 5.6 เปอร์เซ็นต์ (หรือโปรตีนรวม 28 – 36 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้ วิธีการเก็บมูล และขบวนการแปรรูปสิ่งขับถ่าย ในขณะที่ Biely *et al.* (1980) กล่าวว่า สิ่งขับถ่ายของไก่ไข่ที่เลี้ยงในกรงตับ ซึ่งถูกทำให้แห้งด้วยอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

64424

(Dehydrated poultry waste หรือ DPW) อาจมีส่วนประกอบทางเคมีแปรปรวนไป สาเหตุสำคัญคือ ระยะการเก็บรักษามูลเปียกก่อนจะนำไปแปรรูป รวมทั้งกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งจะทำให้ปริมาณโภชนะเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างรวดเร็วหลังการขับถ่ายออก นอกจากนี้ในสิ่งขับถ่ายแห้งอาจมีการปะปนของเศษอาหารตกหล่น หรืออาจมีเศษขนและเปลือกไข่ที่แตกรวมอยู่

ความต้องการพลังงานของลูกไก่ก็เพื่อการดำรงชีพ, เพื่อการเจริญเติบโตและเพื่อการให้ผลผลิต (อาวุธ, 2540) ซึ่งความต้องการพลังงานของไก่ แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความต้องการพลังงานในไก่ระยะต่าง ๆ

ชนิดของไก่	ME (Kcal/Kg)
ไก่เนื้อ	
ระยะ 0 – 3 สัปดาห์	3,200
ระยะ 3 – 6 สัปดาห์	3,200
ระยะ 6 – 8 สัปดาห์	3,200
ไก่ไข่	
ระยะ 0 – 6 สัปดาห์	2,900
ระยะ 3 – 14 สัปดาห์	2,900
ระยะ 14 – 20 สัปดาห์	2,900
ระยะวางไข่และไก่พันธุ์	2,900
ไก่พันธุ์เนื้อ	2,850

ที่มา : NRC (1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการหมัก

1. ขวดแก้ว 200 ขวด
2. แท่งแก้วคน
3. บีกเกอร์ขนาด 1000 มล.
4. ปิเปตขนาด 5 มล.
5. ปิเปตขนาด 1 มล.
6. เครื่องชั่งดิจิตอล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงไก่

1. ไก่พ่อพันธุ์จำนวน 24 ตัว
2. กรงตับจำนวน 24 กรง
3. อุปกรณ์ให้อาหารไก่ 24 ชุด
4. ถาดสำหรับรองมูล 24 ถาด
5. อาหารทดสอบคือลูกไก่หมัก 4 treatment
6. ตู้อบมูล
7. ถุงสำหรับเก็บมูล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แคลเซียม
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เถ้า
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์พลังงาน
5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์โปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. การศึกษาคุณค่าทางโภชนะ

การวางแผนการทดลอง

ในการวิจัยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 6 ซ้ำดังนี้

กลุ่มที่ 1 หมักด้วยสารละลาย propionic acid 85 % ในปริมาณ3.5 % ของน้ำหนักลูกไก่

กลุ่มที่ 2 หมักด้วยสารละลาย formic acid 85 % ในปริมาณ3.5 % ของน้ำหนักลูกไก่

กลุ่มที่ 3 หมักด้วยสารละลาย propionic acid 85 % ร่วมกับ formic acid 85 % ในปริมาณ3.5 % ของน้ำหนักลูกไก่

กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุมไม่ได้เติมกรด

วิธีการหมัก

นำลูกไก่คัดทิ้งมาบดด้วยตะแกรงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. โดยแบ่งตามกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ทำการผสมด้วยสารละลายกรดและคลุกเคล้าให้ทั่วภายในขวดที่ปิดสนิท ทำการกวนคลุกเคล้าวัตถุดิบวันละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 5 วัน ทำการบันทึกข้อมูลในระหว่างการทดลองทุกสัปดาห์ และตรวจสอบระยะเวลาการเก็บรักษาลูกไก่คัดทิ้งหมักโดยการเก็บตัวอย่างทั้งหมดไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์แคลเซียม

1.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 2 กรัม ลงใน crucible นำไปเผาบน hot plate จนแห้ง

1.2 แล้วนำไปเผาต่อในเตาเผา โดยค่อยเร่งอุณหภูมิให้สูงขึ้นถึง 550 องศาเซลเซียส ทำการเผาที่อุณหภูมิระดับนี้เป็นเวลา 3 – 4 ชั่วโมง

1.3 นำออกจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็นและทำให้ชื้นด้วยกรดไนตริก โดยใช้แท่งแก้วค่อย ๆ หยดพอชื้น ตั้งบน hot plate จนแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 นำกลับไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส อีกเป็นเวลาครึ่งชั่วโมง ถ้าหากเถ้าที่ได้ยังไม่ขาวให้เติมกรดไนตริกอีก ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วเผาซ้ำอีกครั้ง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว

1.5 เติมกรดเกลือ 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 มิลลิลิตร (เพื่อเปลี่ยน CaO ให้เป็น $CaCl_2$) ลงในเถ้าใน crucible

1.6 นำไปตั้งบน hot plate ต้มเพื่อให้เถ้าละลายให้หมด ใช้แท่งแก้วคน

1.7 ถ่ายสารละลายที่ได้ลงใน volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ชะล้างเถ้าใน crucible ด้วยน้ำกลั่น แล้วเทใส่ให้ได้ปริมาณครบ 250 มิลลิลิตร

1.8 ใช้ pipette ดูดสารละลายมา 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วหยด methyl red ลงไป 1 – 2 หยด (จะเป็นสีส้มออกแดง) ทำให้เป็นกลางด้วยแอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์อย่างเข้มข้นจนสารละลายมีสีเหลืองอ่อน ๆ

1.9 เติมกรดเกลือ 6N ลงไปจำนวน 1.5 มิลลิลิตร ยูเรีย 5 รัม และ ammonium oxalate 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์

1.10 ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา นำไปต้มให้เดือดน้อย ๆ จนกระทั่งสารละลายในบีกเกอร์เปลี่ยนเป็นสีส้มหรือสีขาว แล้วยกลงทิ้งไว้ให้เย็น

1.11 กรองตะกอนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 40 ล้างตะกอนด้วยแอมโมเนียเจือจางไปเรื่อย ๆ จนหมด oxalate (ทดสอบ โดยหยด $CaCl_2$ ในน้ำล้าง ถ้ายังเกิดตะกอนแสดงว่า oxalate ยังไม่หมด) ที่เหลือบนกระดาษกรองคือตะกอน $CaCl_2O_4$ (Calcium oxalate)

1.12 เอาบีกเกอร์ใบเดิมที่ใช้ตกตะกอน รองใต้กระดาษกรองเจาะกระดาษกรองให้เป็นรู ล้างด้วยน้ำกลั่นจนหมดตะกอนแล้วเติมกรดกำมะถันเข้มข้น จำนวน 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปอุ่นบน hot plate ที่ 85 องศาเซลเซียส

1.13 นำไปไตเตรทกับโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.05 N จนได้สารละลายมีสีชมพูจาง ๆ ปรากฏอยู่ได้นานไม่ต่ำกว่า 30 วินาที แสดงว่าถึงจุด end point

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์แคลเซียม} = \frac{ml \times 0.001 \times 100 \times 5}{w}$$

ml = จำนวนของโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้ไตเตรทเป็นมิลลิลิตร

w = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

2.1 เตรียมตัวอย่างที่ได้จากการเผา

2.2 ถ่ายเถ้าจากถ้วย crucible ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำร้อนช่วยในการถ่ายล้างถ้วย crucible ด้วยกรดเจือจาง (50 เปอร์เซ็นต์) แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนอีกครั้ง การล้างทุกครั้งให้เทน้ำล้างลงในบีกเกอร์

2.3 เติมน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ ประมาณ 27 มิลลิลิตรของบีกเกอร์

2.4 ต้มให้เดือดช้า ๆ โดยใช้ไฟอ่อนจากเตาไฟฟ้า ระเหยน้ำให้เหลือประมาณ 50 มิลลิลิตร ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง

2.5 กรองสารละลายใส่ฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร โดยใช้กระดาษกรองที่ไม่มีเถ้าใส่น้ำกลั่นร้อนล้างตะกอนจากบีกเกอร์ลงบนกระดาษกรอง โดยใช้แท่งแก้วคนที่มียางหุ้มช่วยในการเขี่ยตะกอนที่ติดข้างบีกเกอร์

2.6 ทิ้งไว้ให้เย็นก่อน เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร เก็บน้ำตัวอย่างไว้สำหรับวิเคราะห์แคลเซียมและฟอสฟอรัส โดยเก็บไว้ในตู้เย็นหรือในที่มืดและเย็น

2.7 เตรียมกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส (Standard curve for phosphorus) ดังต่อไปนี้

Vol. Number	Standard solu. ml.	Molybdovadate Reagent, ml.	Final vol. ml. (dis.water)	ความเข้มข้น (mg/ml.)
1	0	10	50	Blank (0)
2	1.0	10	50	0.002
3	2.0	10	50	0.004
4	3.0	10	50	0.006
5	4.0	10	50	0.008
6	5.0	10	50	0.01

2.8 เขย่าหลอดแก้วทุกหลอดให้เข้ากันดีตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อให้เกิดสีเหลืองแล้วรีบนำไปอ่านค่า % transmittance จากเครื่อง Spectrophotometer ที่ 400 มิลลิลิตร โดยใช้ blank เป็นตัวเปรียบเทียบมาตรฐาน

2.9 ตัวอย่างอาหารถ้ามีฟอสฟอรัสสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป (จะต้องอยู่ในช่วงของ standard curve) เราก็สามารถปรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่างให้เหมาะสมได้ โดยทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เจือจางลงหรือเข้มข้นก็ได้

2.10 อ่านค่าฟอสฟอรัสในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน

การคำนวณฟอสฟอรัส

$$\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (มิลลิลิตรกรัม/มิลลิลิตร)} = \frac{A \times B \times 1000}{2500} \text{ มิลลิกรัม}$$

โดยที่

A = น้ำหนักตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการวิเคราะห์เถ้าที่ไม่ละลายในกรดและที่ละลายในกรดหรือที่ใช้ในการวิเคราะห์แคลเซียม

B = จำนวน (มิลลิลิตร) ของตัวอย่างที่ปิเปตมาจากตัวอย่างที่ถูกเผาจนเป็นเถ้า แล้วเจือจางจนมีปริมาตร 250 มิลลิลิตร ซึ่งจะถูกนำมาเจือจางจนมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ค่าฟอสฟอรัสในตัวอย่างจากเส้นกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส = C × D

โดยที่ C = ค่าจากกราฟ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม

D = มาจากสารละลายที่ใช้ในการอ่านค่า % transmittance

$$\text{เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในตัวอย่างอาหารแห้ง} = \frac{C}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)}} \times 100$$

3. การวิเคราะห์เถ้า

3.1 เผาถ้วยกระเบื้องที่สะอาดและแห้งในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นย้ายถ้วยกระเบื้องจากเตาเผาไปไว้ในโหลดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักที่แน่นอน

3.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนักแล้ว

3.3 นำตัวอย่างอาหารไปเผาในตู้ดูดควันให้หมดควันเสียก่อนแล้วจึงนำเข้าไปเผาในเตาเผาที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 600 องศาเซลเซียส เผาจนกระทั่งได้ถ้าเป็นสีขาวหรือสีเทาใช้เวลา 4 ชั่วโมง

3.4 ใช้คีมคีบถ้วยกระเบื้องจากเตาเผา ทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} = \frac{(a-b)}{w} \times 100$$

โดยที่

a = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง

b = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องกับน้ำหนักเถ้าหลังการเผา

w = น้ำหนักตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการวิเคราะห์

การหาค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรด ชนิดต่าง ๆ

ขั้นตอนการเตรียมอาหาร

เติมกรดลงในตัวอย่างอาหารแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยใช้แท่งแก้วคนเป็นเวลา 3 นาที หลังจากนั้นปฏิบัติเช่นเดิมทุกวันเป็นเวลา 5 วัน หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างอาหารที่ทำการหมักไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นลดอุณหภูมิลงเหลือ 60 องศาเซลเซียส อบต่อเป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำอาหารที่อบแล้วไปบดในเครื่องบด คลุกเคล้าอาหารที่บดแล้วให้เข้ากันแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำไปเลี้ยงไก่

ขั้นตอนการเลี้ยงไก่ (Sibbald, 1976a.; Sibbald, 1989)

นำไก่มาเลี้ยงในกรงที่ออกแบบสำหรับเก็บมูล ก่อนทำการทดสอบอาหารจะมีการอดอาหารไก่เป็นเวลา 3 วัน แต่ก็มีการให้น้ำและกลูโคสอยู่ตลอดวันที่ 1 ของการอดอาหารจะมีการเก็บมูลที่อดอาหาร (Endogenous) และอดอาหารต่อไปอีก 2 วัน เริ่มวันที่ 4 ทางเดินอาหารของไก่ก็จะไม่มีมูลจากอาหารชนิดอื่นหลงเหลืออยู่พร้อมที่จะทำการทดสอบอาหารคือทำการป้อนอาหารทดสอบให้กับไก่ โดยให้ปริมาณ 90 กรัมต่อตัว ซึ่งป้อน 1 treatment ต่อไก่ 6 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูลและการคำนวณ (บุญล้อม, 2541)

1. บันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้ไก่ทดลองกินและอาหารที่เหลือหลังกินภายใน 1 ชั่วโมง เพื่อหาปริมาณอาหารที่ไก่ทดลองกิน

2. เก็บมูลของไก่ทดลองและบันทึกน้ำหนักของมูลไก่ทดลองเป็นรายตัว

3. ชั่งน้ำหนักถาดและมูลก่อนอบและหลังอบ

4. บันทึกความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละวันที่ให้อาหารไก่

5. บันทึกเปอร์เซ็นต์โปรตีนและความชื้นในแต่ละซ้ำของอาหารทดสอบและสิ่งขับถ่ายที่ได้จากการกินอาหารทดสอบ

6. นำข้อมูลในข้อ 1, 2 และ 5 มาคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME)

นำมูลอบแห้งมาบดละเอียดและหาค่า Galvanometer ที่ได้จากการวัดค่าพลังงานทั้งหมด (GE) ด้วย Bomb calorimeter ของ Benzoic acid และตัวอย่างมูลทุก ๆ ซ้ำเพื่อคำนวณหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้

การคำนวณหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME)

$$\text{พลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร} = \frac{\text{พลังงานของอาหารที่กิน} - \text{พลังงานที่ขับออกมา}}{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}$$

คำนวณหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ (AME) มีสูตรดังนี้

$$\text{AME/กรัมอาหาร} = \frac{(FI \times GEf) - (E \times GEe)}{FI}$$

โดยที่

FI = ปริมาณอาหารที่สัตว์กิน (กรัม)

E = ปริมาณมูลที่ขับออกมา (กรัม)

GEf = พลังงานทั้งหมด (gross energy) ในอาหารต่อกรัม

GEe = พลังงานทั้งหมดในมูลสัตว์ต่อกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริง (TME)

มีสูตรดังนี้

$$TME/กรัมอาหาร = \frac{(FI \times GEf) - ((E \times GEe) - (FEm + UEe))}{FI}$$

Fem + UEe = พลังงานในมูลไก่ที่อดอาหาร

การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (Dry matter)

Apparent digestibility = $100 \times (I - F) / I$

True digestibility = $100 \times \{I - (F - e)\} / I$

เมื่อ I = ปริมาณอาหารทดสอบที่กินได้

F = ปริมาณสิ่งขับถ่าย

e = ปริมาณสิ่งขับถ่ายจากไก่ทดลองที่อดอาหาร

การคำนวณค่านี้จะคิดจากสิ่งขับถ่ายรวมซึ่งถือว่าปัสสาวะเมื่อคิดเป็นวัตถุแห้งแล้วมีปริมาณน้อย (Krodahl and Dalsgard, 1981)

การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน

Apparent digestibility = $100 \times (I.CP_i - F.CP_f) / I.CP_j$

True digestibility = $100 \times [(I.CPi - (F.CP_f - e.\ CP_e)] / I.CP_j$

เมื่อ I = ปริมาณอาหารทดสอบที่กินได้

CP_i = เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมในวัตถุดิบทดสอบ

F = ปริมาณสิ่งขับถ่าย

CP_f = เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมในสิ่งขับถ่าย

e = ปริมาณสิ่งขับถ่ายจากไก่ทดลองที่อดอาหาร

CP_e = เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมในสิ่งขับถ่ายจากไก่ที่กินอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ผลการทดลองคุณค่าทางโภชนะ

ผลการเปรียบเทียบชนิดของกรดที่ใช้หมักลูกไก่คัดทิ้งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ได้แก่ กรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 พบว่า ชนิดของกรดมีผลต่อปริมาณเถ้า และปริมาณฟอสฟอรัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยที่ลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกรดฟอร์มิกและกรดโพรพิโอนิกโดยมีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.87 ตามลำดับ ส่วนในด้านปริมาณเถ้าพบว่าการหมักด้วยกรดฟอร์มิกจะให้ปริมาณเถ้าสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิกและ กรดโพรพิโอนิก โดยในกลุ่มดังกล่าวมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามชนิดของกรดจะส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมทำให้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ผลการเปรียบเทียบปฏิกริยาร่วมระหว่างชนิดของกรดและระยะเวลาของการหมักกรด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 และ 6 พบว่า ปฏิกริยาร่วมระหว่างชนิดของกรดและระยะเวลาของการหมักกรดจะทำให้ปริมาณแคลเซียม และเถ้า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ผลการทดลองค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้

ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏในกลุ่มที่ทำการหมักกรดมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้หมักกรด โดยกลุ่มที่หมักกรดฟอร์มิกและกลุ่มที่หมักกรดโพรพิโอนิกมีค่าพลังงาน 3402.05$\pm$52.28 และ 3420$\pm$147.29 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่หมักกรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิกและกลุ่มที่ไม่หมักกรดที่มีค่าพลังงาน 3142.35$\pm$185.72 และ 2966.55$\pm$72.96 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยในกลุ่มที่หมักกรดฟอร์มิกและกลุ่มที่หมักกรดโพรพิโอนิก มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ สำหรับค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงในกลุ่มที่หมักกรดฟอร์มิก และกลุ่มที่หมักกรดโพรพิโอนิกและกลุ่มที่ไม่หมักกรดที่มีค่าพลังงาน 3226.25$\pm$177.05 และ 3031.93$\pm$77.49 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยในกลุ่มที่หมักกรดฟอร์มิกและกลุ่มที่หมักกรดโพรพิโอนิกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่หมัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบชนิดของกรดที่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนะของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรดเมื่อทำการหมักครบ 4 สัปดาห์[1/]

ชนิดของกรด	ส่วนประกอบทางเคมี (%)								
	ความชื้น**	ไขมัน	เยื่อใย	โปรตีน	ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก*	เถ้า**	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส**	พลังงานทั้งหมด (Kcal/kg)
กรดโพรพิโอนิก	8.10[ก]	29.57	0.00	48.67	7.84[ข]	6.07[ก]	1.22	0.87[ก]	6388.00
กรดฟอร์มิก	8.05[ก]	29.33	0.00	48.46	7.61[ข]	6.33[ข]	1.23	0.90[ข]	6396.50
กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	8.17[ข]	29.74	0.00	48.37	6.54[ก]	6.16[ก]	1.22	0.93[ก]	6283.90
ค่าเฉลี่ย	8.44±2.04	29.55±0.67	0.00	48.50±1.13	7.33±2.47	6.19±0.30	1.22±0.05	0.90±0.05	6356.14±0.17
CV (%)	8.64	2.15	0.00	2.31	18.61	3.83	3.40	3.05	2.83

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ (* $P < 0.05$ และ ** $P < 0.01$)

ตารางที่ 5 ปฏิกิริยาร่วมระหว่างชนิดของกรดและระยะเวลาการหมักต่อคุณค่าทางโภชนะของลูกไก่คัดทิ้งหมักด้วย กรดโพรพิโอนิกและกรดฟอร์มิก[1/]

ชนิดของกรด		ส่วนประกอบทางเคมี (%)								
		ความชื้น**	ไขมัน	เยื่อใย	โปรตีน	ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก	เถ้า	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส**	พลังงานทั้งหมด (Kcal/kg)
กรดโพรพิโอนิก	ก่อนหมักกรด	10.41^{ฌ}	29.62	0.00	48.75	4.63	6.56	1.28	0.90^{ขคง}	6381.86
	เริ่มหมักกรด	10.08^{ฌ}	30.28	0.00	49.62	5.74	5.93	1.21	0.85^{ข}	6470.50
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 1	7.96^{ฉช}	29.23	0.00	49.31	7.42	6.05	1.20	0.87^{ข}	6325.30
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 2	7.72^{งจ}	28.82	0.00	47.63	9.81	5.99	1.18	0.88^{ข}	6270.10
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 3	8.27^{ฉช}	29.45	0.00	47.63	8.62	6.00	1.21	0.86^{ข}	6229.40
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 4	4.13^{ก}	30.04	0.00	49.06	10.83	5.91	1.25	0.88^{ขค}	6650.76
กรดฟอร์มิก	ก่อนหมักกรด	10.41^{ฌ}	29.62	0.00	48.75	4.63	6.56	1.28	0.90^{ขคง}	6381.86
	เริ่มหมักกรด	10.59^{ฌ}	28.61	0.00	48.09	4.30	6.20	1.21	0.80^{ก}	6500.43
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 1	7.16^{คง}	29.91	0.00	48.55	7.91	6.44	1.20	0.85^{ข}	6365.46
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 2	7.15^{คง}	29.23	0.00	47.06	10.39	6.15	1.21	0.95^{จ}	6323.13
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 3	6.39^{ค}	29.48	0.00	48.29	9.52	6.29	1.24	0.95^{จ}	6367.80
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 4	6.62^{ขคง}	29.10	0.00	49.01	8.90	6.35	1.21	0.93^{งจ}	6440.46

ตารางที่ 6 ปฏิกิริยาร่วมระหว่างชนิดของกรดและระยะเวลาการหมักต่อคุณค่าทางโภชนะของลูกไก่คัดทิ้งหมักด้วย กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก[1/]

ชนิดของกรด		ส่วนประกอบทางเคมี (%)								
		ความชื้น**	ไขมัน	เยื่อใย	โปรตีน	ไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก	เถ้า	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส**	พลังงานทั้งหมด (Kcal/kg)
กรดโพรพิโอนิก	ก่อนหมักกรด	10.41^{ฌ}	29.62	0.00	48.75	4.63	6.56	1.28	0.90^{ขคง}	6381.86
ร่วมกับ	เริ่มหมักกรด	12.20^{ญ}	29.80	0.00	47.91	4.08	5.98	1.14	0.96^{จ}	6256.60
กรดฟอร์มิก	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 1	9.05^{ชช}	29.39	0.00	48.44	6.94	6.15	1.28	0.94^{งจ}	6260.80
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 2	7.38^{ฌง}	29.59	0.00	48.25	8.78	5.97	1.18	0.94^{งจ}	6238.23
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 3	7.99^{จฉช}	29.91	0.00	47.65	8.41	6.02	1.20	0.94^{งจ}	6189.83
	หลังหมักกรดสัปดาห์ที่ 4	7.99^{จฉช}	30.12	0.00	49.20	6.36	6.30	1.24	0.94^{งจ}	6376.13
	ค่าเฉลี่ย	8.44±2.04	29.55±0.67	0.00	48.50±1.13	7.33±2.47	6.19±0.30	1.22±0.05	0.90±0.05	6356.14±0.17
-	CV (%)	8.64	2.15	0.00	2.31	18.61	3.83	3.40	3.05	2.83

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติ (* $P < 0.05$ และ ** $P < 0.01$)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่[1/]

กลุ่มการทดลอง	ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/Kg)	
	ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏ	ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริง
กลุ่มที่ไม่หมักกรด	2966.55±72.93[ก]	3031.93±77.49[ก]
หมักด้วยกรดฟอร์มิก	2402.05±52.28[ค]	3495.72±54.57[ก]
หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก	3420.48±147.29[ก]	3517.50±136.60[ก]
หมักด้วยกรดฟอร์มิกร่วมกับโพรพิโอนิก	3142.35±185.72[ข]	3226.25±177.05[ข]
ค่าเฉลี่ย	3232.85±226.39	3317.85±234.49
ค่า CV. (%)	3.92	3.66

[1/] ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

กรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิกมีค่าพลังงานสูงกว่ากลุ่มที่ไม่หมักกรดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเช่นกัน

ตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ค่าการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่มีค่าสูงกว่าทุกกลุ่ม ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันและลูกไก่คัดทิ้งที่ไม่หมักกรดมีค่าการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนและค่าพลังงานใช้โปรตีนได้แท้จริงต่ำที่สุด ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันเช่นกัน

ผลการทดลองประสิทธิภาพการย่อยได้

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการย่อยได้ของวัตถุแห้งของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่ พบว่า การย่อยได้ปรากฏของวัตถุแห้งและการย่อยได้แท้จริงของวัตถุแห้งของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยที่ลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก มีค่าการย่อยได้ปรากฏของวัตถุแห้งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่ไม่หมักกรด โดยมีค่าเท่ากับ 43.900 ± 0.946 และ 43.502

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่[1/]

กลุ่มการทดลอง	ค่าการใช้ประโยชน์ได้แท้จริง	
	โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	พลังงาน (Kcal/Kg)
กลุ่มที่ไม่หมักกรด	1.56±0.27[ก]	3031.93±77.49[ก]
หมักด้วยกรดฟอร์มิก	4.33±0.50[ข]	3495.72±54.57[ก]
หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก	5.56±0.34[ก]	3517.50±136.60[ก]
หมักด้วยกรดฟอร์มิกร่วมกับโพรพิโอนิก	4.40±1.00[ข]	3226.25±177.05[ข]
ค่าเฉลี่ย	15.38±1.65	3317.85±234.49
ค่า CV. (%)	3.85	3.66

[1/] ค่าเฉลี่ยแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

± 1.252 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนลูกไก่คัดทิ้งกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิกและลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่หมักกรดฟอร์มิกมีค่าการย่อยได้ปรากฏต่ำกว่ากลุ่มดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 41.269 ± 2.481 และ 39.647 ± 1.153 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ สำหรับค่าการย่อยได้แท้จริงของวัตถุแห้งที่พบมีทิศทางเดียวกับค่าการย่อยได้ปรากฏ กล่าวคือลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกและลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่ไม่หมักกรดมีค่าการย่อยได้แท้จริงของวัตถุแห้งความแตกต่างอย่างกันไม่มีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 47.431 ± 0.416 และ 46.191 ± 1.427 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนลูกไก่คัดทิ้งกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิกและลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่หมักกรดฟอร์มิกมีค่าการย่อยได้แท้จริงต่ำกว่ากลุ่มดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 42.481 ± 1.776 และ 41.080 ± 1.179 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 9

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า การใช้ประโยชน์ได้ปรากฏของโปรตีนของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยที่ค่าการใช้ประโยชน์ได้ปรากฏของโปรตีนของลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่หมักด้วยกรดมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทำการหมักกรดอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญ โดยในกลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก กลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก กลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก กลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก และกลุ่มที่ไม่หมักกรดมีค่าเท่ากับ -0.544 ± 0.314, -0.784 ± 0.813, -0.840 ± 0.395 และ -2.336 ± 0.979 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยที่ค่าการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนของลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่หมักด้วยกรดมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่หมักกรดอย่างมีนัยสำคัญ โดยกรดโพรพิโอนิกมีค่าสูงสุด คือ 5.558 ± 0.343 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือลูกไก่คัดทิ้งกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกร่วมกับ กรดโพรพิโอนิก และลูกไก่คัดทิ้งกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยมีค่าเท่ากับ 4.4401 ± 1.008 และ 4.329 ± 0.500 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่ไม่หมักกรดมีค่าเท่ากับ 1.558 ± 0.277 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 10

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างในการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ลูกไก่คัดทิ้งในกลุ่มที่หมักด้วยกรดมีค่าการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนและมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้หมักกรดอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11) โดยมีทิศทางไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ การหมักด้วยกรดโพรพิโอนิกมีค่าการใช้ประโยชน์ได้สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยการย่อยได้ของวัตถุแห้งของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่[1/]

กลุ่มทดลอง	การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (%)	
	การย่อยได้ปรากฏ	การย่อยได้แท้จริง
กลุ่มที่ไม่หมักกรด	43.502 ± 1.252[ข]	16.191 ± 1.427[ข]
หมักด้วยกรดฟอร์มิก	39.678 ± 1.153[ก]	41.080 ± 1.179[ก]
หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก	43.902 ± 0.946[ข]	47.431 ± 0.416[ข]
หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	41.269 ± 2.481[ก]	42.481 ± 1.776[ก]
ค่าเฉลี่ย	42.266 ± 2.224	44.222 ± 2.928

[1/]ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่

กลุ่มทดลอง	การใช้ประโยชน์ของโปรตีน (%)	
	การย่อยได้ปรากฏ	การย่อยได้แท้จริง
กลุ่มที่ไม่หมักกรด	-2.336 ± 0.979[ก]	1.558 ± 0.277[ก]
หมักด้วยกรดฟอร์มิก	-0.784 ± 0.813[ข]	4.329 ± 0.500[ข]
หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก	-0.544 ± 0.314[ข]	5.558 ± 0.343[ก]
หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	-0.840 ± 0.395[ข]	4.401 ± 1.008[ข]
ค่าเฉลี่ย	-1.126 ± 0.953	3.847 ± 1.654

*ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

**ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$)

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบค่าการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนและพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ในไก่[1/]

กลุ่มทดลอง	การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (%)	
	การย่อยได้ปรากฏ	การย่อยได้แท้จริง
กลุ่มที่ไม่หมักกรด	1.558 ± 0.277[ก]	3031.93 ± 77.49[ก]
หมักด้วยกรดฟอร์มิก	4.329 ± 0.500[ข]	3495.72 ± 54.57[ก]
หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก	5.558 ± 0.343[ก]	3517.50 ± 136.60[ก]
หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดฟอร์มิก	4.401 ± 1.008[ข]	3226.25 ± 177.05[ข]
ค่าเฉลี่ย	3.847 ± 1.654	3317.85 ± 234.49
ค่า CV. (%)	15.351	3.32

[1/]ค่าเฉลี่ยในแถวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

คุณค่าทางโภชนะของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรด

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของ ลูกไก่คัดทิ้ง ที่หมักด้วย กรดโพรพิโอนิก กรดฟอร์มิก และ กรดโพรพิโอนิก ร่วมกับ กรดฟอร์มิก โดยรวมแล้วการหมักลูกไก่ด้วยกรดทั้งสามกลุ่มไม่ได้ส่งผลกระทบทำให้คุณค่าทางโภชนะลดลงแต่อย่างใดทั้งยังสามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสได้อีกด้วยหากเลือกใช้ กรดฟอร์มิกหมักลูกไก่คัดทิ้ง โดย การใช้กรดฟอร์มิก มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในลูกไก่คัดทิ้งสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้หมักด้วยกรดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้เวลาหมักนาน 2 และ 3 สัปดาห์ ส่วนการหมักด้วยกรดกลุ่มอื่นๆ พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มที่ไม่ได้หมักกรดแม้ว่าเวลาการหมักจะผ่านไปนานถึง 4 สัปดาห์ นั่นหมายถึงความสามารถของกรดที่ทำให้สามารถเก็บลูกไก่คัดทิ้งได้นานถึง 4 สัปดาห์โดยไม่สูญเสียคุณค่าทางโภชนะของฟอสฟอรัส

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

จากการศึกษาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรดในไก่พ่อพันธุ์ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของลูกไก่คัดทิ้งที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก และกรดฟอร์มิกมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยการใช้กรดทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีไม่นัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือกลุ่มที่ใช้กรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก และกลุ่มที่ไม่หมักกรดเป็นกลุ่มที่มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ปรากฏและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้แท้จริงต่ำที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้กรดหมักสามารถเพิ่มคุณค่าทางพลังงานในลูกไก่คัดทิ้งได้ Sibbald (1976a., 1989) รายงานว่าค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของไก่แต่ละตัวมีความแตกต่างกัน ซึ่งในการหาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) ต้องระวังในเรื่องต่อไปนี้

1. ปริมาณอาหารที่กรอกต้องแน่นอนและต้องเก็บมูลทั้งหมด
2. การปนเปื้อนของขนไก่ซึ่งทำให้ค่าพลังงานและไนโตรเจนในมูลคลาดเคลื่อน
3. ในวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดที่มีสารขัดขวางโภชนะหรือสารพิษควรจะให้ร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่น ในระดับที่สารพิษนั้นไม่มีผลต่อค่า TME
4. การหาค่า TME ตามวิธีนี้ไก่ต้องอดอาหารก่อน ฉะนั้นไก่ที่นำมาศึกษาต้องเป็นไก่ที่แข็งแรงสมบูรณ์และโตเต็มที่

นอกจากนี้ เดชา (2537) ได้รายงานว่าค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ยังขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาในการเก็บมูล อายุของไก่ เป็นต้น

การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในตัวสัตว์ของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรด โดยแบ่งวัตถุดิบอาหารออกเป็น 4 ชนิด คือ กลุ่มที่ไม่หมักกรด กลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก กลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก และกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก พบว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในกลุ่มที่หมักด้วยกรดต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้หมักกรด ยกเว้นกลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิก ซึ่งมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ไม่ได้หมัก ซึ่งขัดแย้งกับรายงานของ Whittemore and Taylor (1976) ที่รายงานว่าการเลี้ยงสุกรระยะเจริญเติบโตด้วยปลาหมักโดยใช้ปลาเฮอริ่งหมักด้วยกรดฟอร์มิกในอัตราส่วน 3.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก และสกัดเอาไขมันออก การย่อยได้ของวัตถุแห้ง ในปลาหมักที่สกัดเอาไขมันออกจะดีกว่าในปลาป่นเล็กน้อย

ส่วนการใช้ประโยชน์ได้แท้จริงของโปรตีนในตัวสัตว์ของลูกไก่คัดทิ้งหมักกรด พบว่าค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในกลุ่มที่หมักด้วยกรดมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้หมักกรดอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่หมักด้วยกรดโพรพิโอนิกมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิกร่วมกับกรดโพรพิโอนิก และกลุ่มที่หมักด้วยกรดฟอร์มิก ซึ่งทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ไม่หมักกรดจะมีค่าต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lewick (1962) ที่รายงานว่าสุกรระยะเจริญเติบโตที่ได้รับปลาหมักซึ่งหมักด้วยกรดฟอร์มิกเป็นอาหารเสริมโปรตีนจะมีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ดีกว่าพวกที่ได้รับปลาป่น และ Seidler (1964) รายงานว่าการย่อยได้ของไขมันโปรตีน ของสุกรในสูตรอาหารที่ใช้ปลาหมักจะดีกว่าในสูตรอาหารที่ใช้เลือดปน

สำหรับค่าการย่อยได้ปรากฏของโปรตีนที่มีค่าติดลบ มีรายงานของ พันทิพา (2539) ที่รายงานว่า ในกรณีที่สัตว์ขับถ่ายไนโตรเจนออกมามากกว่าไนโตรเจนอกมามากกว่าที่ได้รับสภาวะเช่นนี้จะเกิดในกรณีที่สัตว์เจ็บป่วย จำศีล ขาดอาหาร หรือได้รับอาหารไม่เพียงพอ หรืออาจเกิดจาก enzyme ในทางเดินอาหาร และโปรตีนจากเซลล์บุผนังลำไส้ที่หลุดลอก (สาโรช, 2523) และในส่วนประกอบของลูกไก่คัดทิ้งยังประกอบด้วยเศษขนลูกไก่ ซึ่งยังไม่ได้ผ่านกรรมวิธีการแปรรูปให้เป็นขนไก่ป่น ซึ่งอาจจะทำให้การคำนวณหาการย่อยได้ปรากฏในอาหารโปรตีนสูงมีค่าผิดพลาดได้

ลูกไก่คัดทิ้งที่ทำการหมักด้วยกรดแล้วสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ แต่ควรนำไปผสมกับแหล่งวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ ซึ่ง Deshmukh and Patterson (1997) รายงานถึงใช้ลูกไก่ตัวผู้และใช้ลูกไก่ต่อเปลือกไข่ที่เป็นของเสียจากโรงฟัก ในอัตราส่วน 60 : 40 มาทำการหมักที่ 21 วัน ลูกไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และลูกไก่ต่อเปลือกไข่ที่หมักกรดมีโปรตีน 47.4 และ 33.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยใส่ในอาหารไก่กระทงโดยใช้ลูกไก่หมัก (5 และ 10 เปอร์เซ็นต์) และลูกไก่ต่อเปลือกไข่หมัก (2.5 และ 5 เปอร์เซ็นต์) ในสูตรอาหารกับข้าวโพดและถั่วเหลืองป่นจาก 6 สัปดาห์ จนถึงส่งขาย สรุปว่าการหมัก ผลพลอยได้จากโรงฟักสามารถใส่ในสูตรอาหารไก่กระทงได้โดยที่การกินอาหารและผลผลิตซากมากกว่าหรือเท่ากับการใช้ข้าวโพดหรือถั่วเหลืองป่น ในขณะที่ Lewicki and Wojciak (1962) รายงานว่าสุกรระยะเจริญเติบโตที่ได้รับปลาหมักซึ่งหมักด้วยกรดฟอร์มิกเป็นอาหารเสริมโปรตีนจะมีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ดีกว่าพวกที่ได้รับปลาป่น Seidler (1964) รายว่าการย่อยได้ของไขมัน โปรตีน ของสุกรในสูตรอาหารที่ใช้ปลาหมักจะดีกว่าในสูตรอาหารที่ใช้เลือดป่น และ Braunchweig and Gorlitz (1961) ก็รายงานว่าการย่อยได้ของโปรตีนในปลาหมักมีค่าสูงเช่นกัน

กรรมวิธีในการทำการหมักนั้นง่าย ต้นทุนค่าใช้จ่ายสำหรับค่าเครื่องมือต่ำ ใช้ความรู้เทคนิคแบบง่าย ๆ และสามารถขยายขนาดการผลิตได้ไม่ยาก ดังเช่นในประเทศเดนมาร์คการผลิตปลาหมักที่ทำจากกรดฟอร์มิกและส่วนผสมระหว่างกรดฟอร์มิกกับ กรดซัลฟูริกเพิ่มขึ้นจาก 16,000 ตัน เป็น 25,000 ตัน ในระหว่างปี 1969 ถึง 1972 (Disney *et al.*, 1976) ส่วนในประเทศโปแลนด์ใช้ส่วนผสมระหว่างกรดซัลฟูริกกับกรดเกลือและกรดฟอร์มิกหรือ กรดซัลฟูริกกับไพโรซัลไฟท์ (Phyrousulphite) ซึ่งสามารถผลิตปลาหมักได้ในปัจจุบันถึง 7,000 ตันต่อปี (Silorski *et al.*, 1969; Disney *et al.*, 1976; Whittemore and Taylor, 1976)

การทำ ลูกไก่คัดทิ้ง หมักนั้นอาจทำในพื้นที่แคบ ๆ ได้ เป็นการรักษาคุณค่าของโปรตีนในอาหารสัตว์ให้อยู่ในสภาพที่มีโปรตีนดีที่สุดโดยปราศจากกลิ่นเหม็น และสามารถส่งไปยังท้องที่ใกล้เคียงได้อีกด้วย แต่ถ้าเราเก็บ ลูกไก่คัดทิ้ง ในรูปสด ลูกไก่คัดทิ้งสดจะเน่าสลายตัวได้ง่ายในสภาพอุณหภูมิธรรมดา การเน่าสลายเกิดจากการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีโดยเอนไซม์และจุลินทรีย์ที่พบในลูกไก่คัดทิ้ง ความชื้นที่อยู่รอบ ๆ ลูกไก่คัดทิ้งที่ตายเป็นตัวส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทำให้ลูกไก่คัดทิ้งอยู่ในสภาพไม่เหมาะจะใช้บริโภค (Hanson and Olley, 1965) ลูกไก่คัดทิ้งหมักมีข้อดีตรงที่ว่าเป็นแหล่งของโปรตีนที่มีคุณภาพและมีสารอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ ดังเช่นในปลาหมักที่พบว่า ปลาหมักแห้ง 1 กิโลกรัม ให้โปรตีนเท่ากับหางนมผง 4 กิโลกรัม (Petersen, 1953) ปลาหมักในรูปของเหลวมีโปรตีนประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นคุณค่าอาหารจึงมีค่าประมาณ 1/4 ถึง 1/5 ของปลาป่น เนื่องจากปลาป่นมีโปรตีนประมาณ 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ (Tatterson andWindsor, 1974)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาในส่วนของปลาหมักนั้นพบว่ายังมีข้อเสียตรงที่ว่าต้องใช้ระยะเวลาอันยาวนานในการย่อยสลายและจะมีการสูญเสียคุณค่าทางอาหารบางชนิดลง เช่น อาจีนีนถูกทำลายไปบ้าง (Almquist, 1956) กรด อะมิโนเมทไธโอนีน กับ กรดกลูตามิค (glutamic acid) สูญเสียไปเล็กน้อยในระหว่างการหมัก (Tatterson and Windsor, 1974) กรดอะมิโนที่มี OH group อยู่ อันได้แก่ ซีรีน (Serine) และ ทรีโอนีน (treonine) ถูกทำลายไปบ้าง (Sripathy, 1975) แต่กรดอะมิโนพวกทริฟโตเฟน (tryptophan) จะถูกย่อยสลายหมด (Miller, 1967 และ Sripathy, 1975) กรดอะมิโนชนิดนี้เมื่อถูกย่อยสลายด้วยกรดจะเปลี่ยนเป็นสารที่มีสีน้ำตาลดำที่เรียกว่า "humin" บางทีอาจอัดกันแน่นโดยการอัดตัวกันของนิวเคลียสแต่ละตัวของกรดอะมิโนทริฟโตเฟน และมี aldehyde เกิดขึ้นเล็กน้อยในระหว่างปฏิกริยาย่อยสลายตัว (Sripethy, 1975) และถ้ามีการออกซิไดซ์ไขมันในปลาไลซีนจะอยู่ในรูปที่ร่างกายนำไปใช้ไม่ได้ (March and Walker, 1970 อ้างโดย Hoffman *et al.*, 1976) ดังนั้น สัตว์ที่กินเข้าไปในร่างกายอาจขาดไลซีนได้ ซึ่งสัตว์แสดงอาการออกโดยกินอาหารน้อยลง ดังนั้นในการเลือกใช้ปลาหมัก และลูกไก่คัดทิ้งหมักในสูตรอาหารอาจต้องมีการเพิ่มกรดอะมิโนดังกล่าวลงไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชัชวัลพล สุวรรณรัตน์. 2543. องค์ประกอบทางเคมีในไข่ตายโคม ลูกไก่คัดทิ้ง เศษขนลูกไก่ และเศษเปลือกไข่. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

เดชา สายชู. 2537. การศึกษาค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริงของวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสำเร็จรูปในไก่เนื้อลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ดำริห์ สมใจวงษ์. 2505. สัตว์น้ำที่จับได้ด้วยรั้วไซมานในอ่าวจังหวัดสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ถาวร ธรรมเศวต. 2511. การสำรวจพันธุ์ปลาที่ใช้เป็นอาหารเป็ดในจังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

นิรนาม. 2542. เทคนิคการฟักไข่ในเขตร้อนชื้น. วารสารสัตวบาล 9(48):23-25.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2532. โภชนศาสตร์สัตว์. ครั้งที่ 4. ดาวคอมพิวกราฟฟิค. เชียงใหม่. 562 น.

บุญล้อม ชีวอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์ เล่ม 1. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 170 น.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2535. หลักการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 207 น.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2539. หลักการโภชนศาสตร์และการประยุกต์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 576 น.

วรวิทย์ วัฒิชาภิชาติ. 2531. ไข่และการฟักไข่. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 240 น.

ศรีสกุล วรจันทรา และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539. โภชนศาสตร์สัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 216 น.

สุภาพร อิสระโยดม. 2520. การใช้ปลาเป็ดเป็นอาหารโปรตีนจากสัตว์สำหรับนกกระทาญี่ปุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุวิทย์ ธีรพันธุวัฒน์. 2532. การย่อยได้ของโปรตีน กรดอะมิโน และพลังงาน. สุกรสาส์น 16 (62):5-15.

สำนักงานวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2540. สถิติการผลิตและการค้าปศุสัตว์ปี 2539. เอกสารสถิติการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 140 น.

อนุชา แสงโสภณ และ วิชัย ศุภลักษณ์. 2541. ปริมาณของเสียจากโรงฟัก. วารสารสัตวบาล 8(44):21-26.

อนุวัฒน์ สุขานนท์สวัสดิ์. 2534. การตรวจสอบปัญหาการฟักไข่เพื่อประสิทธิภาพที่ดีกว่า. AHTSO Revival 8(11): 1-5.

อาวุธ ตันโช. 2539. การฟักไข่และการจัดการโรงฟัก. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 204 น.

อาวุธ ตันโช. 2540. การผลิตสัตว์ปีก. ครั้งที่ 2. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 562 น.

อาวุธ ตันโช. 2542. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 347 น.

อุทัย พิสณฑ์, สวัสดิ์ ธรรมบุตร และเสริมชาติ ฉายปราสาท. 2518. ความเข้มข้นของอาหารไก่กระทงในหน้าร้อน. รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ครั้งที่ 14 สาขาสัตว์. กรุงเทพมหานคร.

Albrecht, A. and G. Gebhardt. 1996. Cod and Preserved cod as feeds. 5. Comparison of the effects of codmeal and cod silage on fattening yield of pig and the quality of the carcass products. Nutrition abstr. and Rev. 40 : 4060.

Alvarez, R. J. 1972. A comparative study of the nutrition value of the protein form ensiled fish. Nutrition Abstr. And Rev. 41:6590.

Alwan, S.R., D.J. Buckley and T.P. Connor. 1993. Silage form fish waste : Chemical and microbiological as Pects. Iris Journal of Agricultural and Food Research., 32 : 1, 75 – 81.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Amquist, H. J. 1956. Changes in fat extractability and protine digestibility in fish meal during storge. J. Agric. Fd. Chem. 4:638-639.

Apandi, M., D. Atmadilaga and H. R. Bird. 1974. Indonesian fish meals as poultry feed ingredients. Effects of Species and Spoilage. World's Poutry Sci. 30 (3): 176-181.

Appelbarun, S., V. Birkan and A. Prilutzky. 1996. Use of chicken meal as a substitute for fish meal in the diet of young eels. Archiwum – Polskiego. 4(2):141-145.

Baelum, S. 1962. Fish and Fishery products in poultry ration. Poultry Nutrition in Heen, E. and R. Kreuzer. 1962. Fish in Nutrition. London:Fish New (Book) Ltd.

Biely, J. W., D. Kitts and N. R. Bulley. 1980. Dried poultry waste as a feed ingredient. Wld. Anim. Rev. 34:35-42.

Borgstrom, G. 1962. Fish Silage:Fish as Food. Vol 2, Nutrition, Sanitition, and Utelization. New York and London : Acadimic Press.

Brande, R. 1962. Fish Silage. Fish and fishery products in pig nutrition. In heen, E. and R. Kreuzer. 1962. Fish in Nutrition. London : Fishing New (Book) Ltd.

Braunschweig, L.V. and Gorlitz, H. 1961. Fish silage as a protein feed for fattening pigs. Nutrition abstr. And Rev. 32:2922.

Cameron, C. T. D. 1962. Acid fish offal silage as a source of protein in growing and finishing rations for bacon pigs. Canadian Journal of Animal Science. 42:41-48.

Combs, G. F. 1962. The role of fish in animal feeding. In Heen, E. and R. Kreuzer. 1962. fish in Nutrition. London : Fishing New (Book) Ltd.

Deshmukh, A.C. and P.H. Patterson. 1997. Preservation of hatchery waste by lactic acid fermentation 2.Large-scale fermentation and feeding trial to evaluate feeding value. Poultry Sci. 76(9):1220-1226.

Dhaliwal, A.P.S. and B.K. Shingariand. 1999. Chemical composition of hatchery waste. Annuals of Agri Bio Research. 4(1):107-110.

Dhaliwal, A.P.S. and B.K. Shingariand and K.L. Sapra. 1998. Feeding value of extrude hatchery waste mixture in poultry-performance of commercial broiers. Pakistan Veterinary Journal. 18(3):116-119.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Disney, J. G., R.C. Cole., B. Francis and R. Rice. 1976. Development of fish silage/carbohydrate feed for use in the tropics. I. Method of preparation. Tropical Product Institute. 56-62. Gray's Inn. Road, London.

El Boushy , A.R.Y. and A.F.B. Van der Poel. 1994. Poultry Feed from Waste. Processing and Use. Chapman & Hall,London, UK.438 p.

Eremeeva, H. N. 1958. Investigation of the acid preservation of fish and fish offal. J. Fish Res. Bd. Can. 65:24-26.

Freeman, H. C. and P. L. Hoogland. 1956. Acid ensilage from cod and handdock offal. J. Fish. Rds. Bd. Can. No. 65, 24-26.

Green, S.,J. Wiseman and D.J.A. Cole. 1983. Fish silage in pig diets. Pig News Info. 4(3):269- 273.

Hanson, S. W. F. and J. A. Lovern. 1951. The liquid ensilage of fish for animal feedstuffs. Fishing News. 198:11.

Hanson, S. W. F. and J. Olley. 1965. Ensilage of fish by microbial fermentation. Fish Hews Int. 4(3) : 283-286.

Hoffman, A.; J. Olley, A. Barranco and I. Clucas (REF). 1976. Development of a fish silage/carbohydrate animal feed for use in the tropics. II. Animal feeding trials. Tropical Products Institute, 52-56 Gray's Inn. Road, London. W.C. I X 8 LU. 23 p.

Jacop, P. G. 1974. Fish silage-valuable product form fish waste and trash fish. Seafood : Export Journal. 6(8):39-41.

Jayawardena, K.M., Q. Guneratne, A. Villadsen and R.G. Poulter. 1980. Studies on the preparation of fish silagr : Dried silage products, pp. 36. In FAO Fisheries Report No. 230. FAO, Rome.

Kompaing, S., A. Djajanegara. and A. Sukmawiti. 1994. Ensiling of hatchery waste using a mixture of formic and propionic acid. Sustainable animal production and the environment. Proceeding of the 7th AAAP Animal Science Congress, Bali, Indonesia. Volume 2:179-180.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kornegay, E. T. and G. Graber. 1968. Effect of food intake and moisture content on weight gain, digestibility of diet constituents and N-retention of swine. J. Anim. Sci. 27:1591.

Krogdal A. and B. Dalsgard, 1981. Estimation of nitrogen digestibility in poultry : content and distribution of major urinary nitrogen compound in excreta. J. Poult. Sci. 60:2371-2557.

Lagunov, L. L., L. N. Egorova, N T. Rekhina and M. N. Evemeeva. 1958a. Investigation of the acid preservation of fish and fis offal. Technology of fish processing. Moscow : Pishchepromizdat, Food Industry Publishing House.

Lagunov, L. L., L. N. Egorova; N. T. Rekhina and M. N. Eremeeva. 1958b. Preservation (by acidification) of fish waste products and poor quality fish. Chem. Abstr. 52:12263.

Lewicki, C. and M. Wojciak. 1962. Fish water for feeding pigs. 2. Comparision of digestibility and utilization of nutrients of fishmeal and fish silage. Nutrition Abstr. and Rev. 32:6430.

Lovern, S. A. 1965. Trash fish – is there money in int? World Fishing. 14(7):85-88.

Luscombe, J. 1973. Feeding fish silage. Pig Farming. 21(2):61-63.

Mc Bride, Jr., D. R. Idler and R. A. Mc lead. 1961. The Liquefaction of British Columbia Herring by Ensilage, Preteolytic Enzyme and Acid Hydrolysis. J. Fish. Res. Bd. Can. 18(1):93-112.

Miller, E. L. 1967. Determination of the tryptophan content of feeding stuffs with particular reference to cercals. J. Sci. Fd. Agric. 18:381.

Miller W. and L. A. Moor. 1969. Growth intake and digestibility from formic acid silage versus hay. J. Dairy Sci. 52:1609-1619.Mori, T., Y. Hashimoto and Y. Maeda. 1954. Animal Protein Factor (APF) and Vitamin B_{12} in Marine Products. iV. Variations in the Vitamin B_{12} Content of Marine Animal in the Sppoilage. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 19(10):991-996.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mori, T., Y. Hashimoto and Y. Maeda. 1954. Animal Protein Factor (APF) and Vitamin B_{12} in Marine Products. IV. Variations in Vitamin B_{12} Content of Marine Animal in Spoilage. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 19(10):991-996.

North, M.O. and D.D. Bell.1990. Hatchery waste disposal , p.p. 133-134. In Commercial Chicken Production Manual. 4th ed.,Van Nostrand Reinhold Publishing,New York,U.S.A.

NRC. 1984. Nutrient Requirement of Poultry. 8 th ed, National Acadimy Press, Washington D.C.

Opstvedt, J. and T. Gjefsen. 1975. Unidentified growth factor in fish meal : Effects of low levels of fish meal in diet for breeder broiler hen. Poultry Sci. 54(6): 2054- 2063.

Peterson, H. 1953. Acid preservation of fish and fish offal. FAO. Fishei ies Bull. 6(1-2): 18-25.

Raj, K.A., R.J. Roa and N.S. Mahendrakar. 1996. Effect of feeding extruded diets containing fermented fish and poultry offal on growth and meat quality of broiler chickens. Int. J. of Anim. Sci. 11(2):277-282.

Rangkuti, M., L. Batubara. and Agus. 1980. Fish silage for pig production. Animal Husbandry Research Institute. Bogar, Indonesia.Waldo, D. R., L. W. Smith., R.

Rattagool, P.,S. Surachtmrongratane and N. Wonchinde. 1980. Fish silage in Thailand. Further trial on boiler chicken,pp.59-63. In FAO Fishery Report No. 230. FAO, Rome.

Reasool, S., M. Rehan., A. Haq. And M.Z. Alam. 1999. Preparation and nutritional evaluation of hatchery waste meal for broilers. Asian Australasian Journal of Animal sciences. 12(4):554-5570

Schellner, G., H. Trautmann, and G. Linke. 1961. Fish silage a valuable animal protein feed. Nutrition Abstr. and Rev. 32:6431.

Seidler, S. 1964. Feeding value of fish silage for pigs. Nutrition Abstr. And Rev. 35:4900.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sharara, H. H., El. H. Y. Hammady and El. H. A. Fattah. 1992. Nutritive value of some non-conventionnal by product as poutry feed ingradients biological determination of metabolizable energy. Department of Animal Production. Assiut University, Assiut. Egypt. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 23:349-363.

Sibbald, I.R. 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. Poultry sci 55:303-308.

Sibbald, I.R. 1989. Metabolizable energy evaluation of poultry diets. Pp. 13-26. In D.J.A. Cole and W. Haresign(eds). Recent Developments in Poultry Nutrition. Anchor press-essex.

Sikorski, Z. E., E. Dunajski and S. Kobylinski. 1969. The reduction of fish in Poland. FAO. Fisheries Technical Paper No. 69. Romes : Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Smith, L.W. and W. E. Wheeler. 1979. Nutritional and economic value of animal excreta. J. Anim. Sci. 48:144-156.

Sperling, L.,A Albrecht, and F. Jahn. 1959. Feeding trial with dried herring silage for fattening pigs. Nutr. Abstr. and Rev. 30:4998.

Sripathy, N. V. 1975. Appications of proteolysis for fish utilization. Seafood : Export Journal. 7(4):11-16.

Tatterson, I. N. and M. L. Windsor. 1974. Fish silage. J. Fd. Agr. 25:369-379.

Waldo, D. R., L. W. Smith., R. W. Miller and L. A. Moor. 1969. Growth intake and digestibility from formic acid silage versus hay. J. Dairy Sci. 52:1609-1619.

Whittemore, C. T. and A. G. Taylor. 1976. Nutritive value to the growing pig of deoiled liquefied herring offal preserved with formic acid (fish silage). J. Sci. Fd. Agric. 27:239-243.

Winsor, M. and S. Barlow. 1981. Introduction to fishery by-products, pp. 84-100. Fishing News Book Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wiseman, J.,S. Green and D.J.A. Cole. 1982. Nutritive value of oily-fish silage when used to replace ingredients of plant origin in growing pig diets. Proc. Bri. Soc. Anim. Prod. 3:356 (Abstr.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้