



รายงานการวิจัย

การพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกจากเศษเหลือของการแปรรูปโคเนื้อ

**Residue of Beef Processing in Feed Formula Development
for Hybrid Catfish**

พรทิสรา ทองสนิทกาญจน์ และคณะ

สาขาวิชาเอกเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกจากเศษเหลือของการแปรรูปโคเนื้อ

Residue of Beef Processing in Feed Formula Development for Hybrid Catfish

พรทิตา ทองสนิทกาญจน์

สาขาวิชาเอกเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ธนภัทร วรปัสสุ

สาขาวิชาเอกเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์

สาขาวิชาเอกการจัดการการเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

งบประมาณผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ 2563

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกจากเศษเหลือของการแปรรูปโคเนื้อ
ผู้วิจัย	พรทิตา ทองสนิทกาญจน์
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	ธนภัทร วรปัสสุ, ณัฐรินทร์ ศิริรัตนนันท์
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์ (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโภชนะที่เป็นองค์ประกอบในเลือดปน ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยเลือดปนด้วยเอนไซม์ และเพื่อศึกษาการพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกจากเลือดปนที่ผ่านวิธีการเพิ่มค่าการย่อยได้ที่แตกต่างกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย ๆ คือ 1. การศึกษาโภชนะที่เป็นองค์ประกอบในเลือดปน การทดลองย่อยที่ 2. การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยเลือดปนด้วยเอนไซม์ และการทดลองย่อยที่ 3. การพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกจากเลือดปนที่ผ่านการหมักด้วยเปลือกมะละกอดิบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในระดับปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ในสูตร โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ทำการทดลองเลี้ยงปลาดุกผสมด้วยอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร โดยให้อาหารปลาดุกในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน แบ่งให้วันละ 3 มื้อ ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักเพื่อปรับปริมาณอาหารและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลาดุกผสมที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จเสริมเลือดวัวปนในทุกระดับปริมาณ มีค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ มีค่าเทียบเท่ากับชุดควบคุม ($P > 0.05$) ส่วนการศึกษาต้นทุนค่าอาหารผสมสำเร็จจากเลือดวัวปน พบว่า ต้นทุนของอาหารผสมสำเร็จที่มีการเสริมเลือดวัวปนมีต้นทุนที่ต่ำกว่าชุดควบคุม โดยต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำจะมีราคาต่ำลงเมื่อมีการใช้เลือดวัวปนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

ดังนั้นการใช้เลือดวัวปนเสริมในอาหารปลาดุกผสม มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาที่เทียบเท่ากับชุดควบคุม และมีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำต่ำลง

คำสำคัญ : อาหารปลาดุก, เศษเหลือ, การแปรรูปโคเนื้อ

Title	Residue of Beef Processing in Feed Formula Development for Hybrid Catfish
Researcher	Porntisa Thongsanitkan
Co-researcher	Thanaput Worapussu, Nuttarin Sirirustananun
Major Field	Agriculture (Aquaculture) Phetchabun Rajabhat University , 2020

Abstract

The objective of this research were to study the nutritional constituents in blood meal. Study the efficiency of digestion of blood meal with enzymes. And to study the development of hybrid catfish diets from blood meal through different methods of adding digestibility values. Which is divided into 3 sub-experiments: 1. The study of nutrients that are constituents in blood meal. 2. Study the efficiency of digestion of blood meal with enzymes. And 3. Development of a hybrid catfish diet from the blood of raw papaya peel fermented for 1 hour at varying levels of 0, 2.5, 5 and 7.5 percent. Three randomized, complete randomized trials (CRD) were planned. The catfish were fed at 5% of their body weight per day, divided into three meals a day. Weight to adjust food intake and growth data were collected every 2 weeks for a period of 8 weeks.

At the end of the experiment, it was found that the hybrid catfish that were fed pre-mixed feed were supplemented with cow blood meal at all levels. With final weight, Weight gain, Weight gain per day, Feed intake And feed conversion ratio was equivalent to the control unit. The cost study of mixed blood meal showed that the cost of ready mixed feed with cow meal blood supplement was lower than control. The cost of the aquatic animal feed will be lower when more quantity of cow meal is used in the feed formula.

Therefore, the supplementation of cow blood meal in the hybrid catfish diet. There was an effect on the growth and survival rate of fish that was comparable to that of the control. And resulting in lower cost of aquatic animal feed

Key words : Hybrid Catfish Feed, Residue, Beef Processing

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ รวมไปถึงการร่วมมือร่วมใจกัน สรรค์สร้างผลงานวิจัยในครั้งนี้ ให้มีความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจต่อไป และขอขอบคุณบุคลากรหลากหลายฝ่ายในคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี รวมถึงนักศึกษาคณะวิชาเอกเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง ซึ่งทำให้นักศึกษาได้ฝึกประสบการณ์ และเรียนรู้การทำงานในศาสตร์สาขาวิชาชีพ

ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน รวมถึงมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สถานที่ที่เปิดโอกาสให้ได้กระทำประโยชน์ สร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ และแหล่งทุนที่ช่วยจัดสรรงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

พรทิศา ทองสนิทกาญจน์และคณะ

15 ธันวาคม 2563

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของ โครงการวิจัย.....	2
1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
1.5 คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 โคลเนื่อ	4
2.2 ปลาตุ๊กตุ๊กผสม	9
2.3 เลือดปน	14
2.4 การไฮโดรไลซิสโปรตีน	15
2.5 อาหารสัตว์น้ำ	18
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	23
3.1 อุปกรณ์	23
3.2 การดำเนินการวิจัย	24
3.3 ระเบียบวิธีวิจัย	26
3.4 สูตรอาหารทดลอง	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การเก็บผลข้อมูล.....	26
3.6 การวิเคราะห์ผลข้อมูล.....	27
3.7 สถานที่ทำการวิจัย	27
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	28
4.1 ผลของการศึกษาโภชนะที่เป็นองค์ประกอบในเลือดโคปน	28
4.2 ผลของการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยเลือดปนด้วยเอนไซม์.....	29
4.3 ผลของการศึกษาการพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกลูกผสมจากเลือดโคปน	30
4.4 ผลการศึกษาดัชนีทุน	32
บทที่ 5 วิจัยผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ	33
5.1 วิจัยผลการศึกษาวิจัย	33
5.2 สรุปผลการวิจัย.....	37
5.2 ข้อเสนอแนะ	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ก (ภาพประกอบงานวิจัย).....	44
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	48

(น)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 สูตรอาหารทดลอง.....	26
4.1 โภชนะที่เป็นองค์ประกอบในเลือดโคปน	28
4.2 ประสิทธิภาพการย่อยเลือดโคปนด้วยเอนไซม์	29
4.3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสม	30
4.4 ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์และอัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสม	31
4.5 ต้นทุนการผลิตอาหาร	32

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	แสดงชิ้นส่วนที่ได้จากการชำแหละซากโคขุน..... 7
2.2	แสดงวิธีการตลาดโคเนื้อในประเทศไทย..... 9
ก-1	เลือดโคสด..... 45
ก-2	การนึ่งเลือดโคให้สุก..... 45
ก-3	เลือดโคปั่น..... 46
ก-4	อาหารเสริมเลือดโคปั่นใช้ในการทดลอง..... 46
ก-5	การเลี้ยงปลาอุกผสมในการทดลอง..... 47
ก-6	การชั่งน้ำหนักเพื่อปรับปริมาณอาหารและบันทึกอัตราการอด..... 47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน รูปแบบการเลี้ยงโคเป็นการเลี้ยงเพื่อจำหน่ายเป็นโคเนื้อ ทั้งนี้เพราะความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มสูงขึ้น ทั้งจากความต้องการของประชากรในประเทศเองและของนักท่องเที่ยวต่างประเทศ ลักษณะการเลี้ยงจะเป็นการเลี้ยงครั้งละหลายๆ ตัว และมีรูปแบบเป็นฟาร์มมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันรัฐบาลได้มีนโยบายส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ และเป็นโครงการหนึ่งในแผนปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตร โดยหวังจะให้การเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ จากปริมาณความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์ที่เพิ่มขึ้นรวมถึงการส่งเสริมจากรัฐทำให้ในปัจจุบันเกษตรกรหันมาเลี้ยงโคเนื้อเพื่อการค้ากันมากขึ้น (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2553) ดังเห็นได้จากสถิติจำนวนโคเนื้อและเกษตรกรรายจังหวัดในปี 2560 คือ ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์มีสถิติจำนวนโคเนื้อทั้งหมด 42,663 ตัว และจำนวนเกษตรกร 3,437 ราย (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์, 2560) ปริมาณโคเนื้อที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดตลาดและอุตสาหกรรมต่อเนื่องด้วย โดยในปัจจุบันโคเนื้อเป็นอุตสาหกรรมการเกษตรขนาดใหญ่ในประเทศ โดยมีโคเนื้อประมาณ 4.87 ล้านตัว เงินหมุนเวียนกว่า 60,000-70,000 ล้านบาทต่อปี ขณะที่ตลาดในประเทศ มีความต้องการบริโภคสูงถึง 1.2 ล้านตัวต่อปี แต่ผลิตได้เฉลี่ยปีละ 1 ล้านตัว ส่วนการส่งออกมีประมาณ 150,000 ตัวต่อปี ตลาดหลักคือ จีนและเวียดนาม (กิตติ, 2561) จากอุตสาหกรรมการแปรรูปและตลาดโคเนื้อที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดเศษเหลือจากการแปรรูป หรือจากโรงฆ่าสัตว์เป็นจำนวนมาก อาทิเช่น เศษเนื้อ เลือด และกระดูก เป็นต้น

เลือด เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากโรงงานฆ่าสัตว์ นำมานึ่งเพื่อให้ตกตะกอน จากนั้นนำไปอบให้แห้งแล้วบดละเอียด ปั่นให้เป็นผง กลายเป็นเลือดป่น (blood meal) ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งถือเป็นวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีน (กองวิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, 2556) โดยมีโปรตีนค่อนข้างสูงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นโปรตีนที่ย่อยยาก แม้ว่าจะมีกรดอะมิโนไลซีนและทริปโตเฟนสูง แต่เมทไธโอนีนและไอโซลิวซีนต่ำมาก แสดงถึงความไม่สมดุลของกรดอะมิโน มีแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ มีความน่ากินต่ำ เลือดแห้งมีกรดอะมิโนค่อนข้างครบทุกชนิด ควรใช้ร่วมกับอาหารชนิดอื่นเพื่อช่วยปรับหรือเสริมปริมาณกรดอะมิโนของสูตรอาหารให้สมดุลดีขึ้น ระดับการใช้ไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ (ชาติรี, 2543) จึงมีการศึกษาเพิ่มเติม เกี่ยวกับการย่อยโปรตีนจากเลือดด้วยเอนไซม์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของโปรตีนให้ดีขึ้น (Mahmound, 1994) เช่น เพิ่มคุณสมบัติในการเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ (เพ็ญศิริ, 2534) เป็นสารกระตุ้น

การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Zhao et al., 1996) เป็นสารที่มีสมบัติในการออกฤทธิ์คล้ายมอร์ฟีนในทางการแพทย์ (Zhao et al., 1997) และเป็นสารที่มีสมบัติในการออกฤทธิ์เพื่อลดความดันโลหิต (Hyun และ Shin, 2000) เป็นต้น

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงการนำเลือดที่เป็นเศษเหลือจากการแปรรูปโคเนื้อมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ โดยนำมาทดสอบการย่อยได้ และนำเลือดปนมาไฮโดรไลเซทโปรตีนให้มีค่าการย่อยได้เพิ่มขึ้น ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การหมักเลือด การย่อยด้วยเอนไซม์ เป็นต้น แล้วนำเลือดปนที่ได้ไปพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลาดุกลูกผสมต่อไป เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรอาหารสัตว์น้ำ และใช้ประโยชน์จากเศษเหลือให้กลายเป็นมูลค่า ช่วยลดต้นทุนการผลิตสัตว์น้ำได้

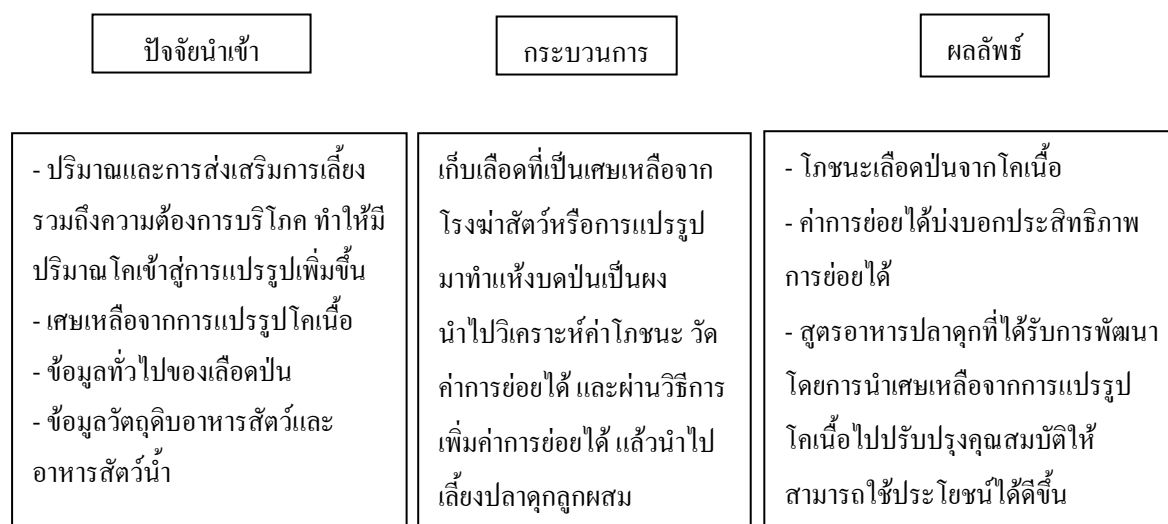
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาโภชนะที่เป็นองค์ประกอบในเลือดปน
- 1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อยเลือดปนด้วยเอนไซม์
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกลูกผสมจากเลือดปนที่ผ่านวิธีการเพิ่มค่าการย่อยได้ที่แตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1.3.1 ขอบเขตสถานที่: โรงฆ่าสัตว์หรือโรงงานแปรรูปโคเนื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ รวมถึงบ่อและอาคารปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- 1.3.2 ขอบเขตเนื้อหา: ข้อมูลโภชนะที่เป็นองค์ประกอบของเลือดปน ค่าการย่อยได้ และการนำเลือดปนไปใช้เลี้ยงปลาดุกลูกผสม

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



จากกรอบแนวความคิดข้างต้น สามารถอธิบายได้ว่า จากปริมาณการส่งเสริมการเลี้ยงรวมถึงความต้องการบริโภค ส่งผลต่อปริมาณการแปรรูปโคเนื้อที่เพิ่มขึ้น เกิดเศษเหลือจากการแปรรูป เช่น เลือด เศษเนื้อ เป็นต้น จึงได้ศึกษาข้อมูลของเลือดโคปน พบว่า สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำได้ ทำให้เกิดความสนใจที่จะนำเลือดมาทำเป็นเลือดโคปน นำไปวิเคราะห์ค่าโภชนะ ค่าการย่อยได้ และกระบวนการเพิ่มค่าการย่อยได้ เพื่อใช้เลือดโคปนนี้ เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ เพื่อพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลาดุกลูกผสม ให้ทราบถึงค่าการเจริญเติบโตของปลาดุก และเป็นแนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี

1.5 คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย

อาหารปลาดุก, เศษเหลือ, การแปรรูปโคเนื้อ

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

- 1.6.1 ทราบถึงโภชนะที่เป็นองค์ประกอบในเลือดโคปน
- 1.6.2 ทราบถึงประสิทธิภาพการย่อยเลือดโคปนด้วยเอนไซม์
- 1.6.3 ได้สูตรอาหารปลาดุกลูกผสมที่มีเลือดโคปนเป็นวัตถุดิบในสูตรอาหาร
- 1.6.4 ได้แนวทางการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำ
- 1.6.5 สามารถตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โคนือ

ลูกโคเป็นผลผลิตหลักของการเลี้ยงโคนือ การเลี้ยงโคนือจะให้ได้กำไรจะต้องสามารถผลิตลูกโคให้ได้จำนวนมาก เช่น แม่โคควรสามารถให้ลูกได้ปีละตัว เมื่อหย่านมลูกโคมีขนาดใหญ่และมีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาด จึงจะขายได้ราคาดี การที่จะทำกำไรได้ดีดังกล่าวจะต้องเริ่มตั้งแต่เลือกพันธุ์ที่เลี้ยงให้เหมาะสมกับระบบหรือวิธีการจัดการเลี้ยงดู ให้อาหารให้เหมาะสมกับความต้องการของโคระยะต่างๆ และมีการจัดการเลี้ยงดูที่เหมาะสม (กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคนือ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์, 2552)

2.1.1 สายพันธุ์โคนือ

โคนือมีหลายพันธุ์ ซึ่งพันธุ์ที่มีอยู่อย่างแพร่หลายในประเทศไทย ที่สามารถหาซื้อใช้ทำพันธุ์ และสามารถหาน้ำเชื้อใช้ในการผสมพันธุ์ได้ มีดังนี้ (กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคนือ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์, 2552)

โคพื้นเมืองของไทยมีลักษณะใกล้เคียงกับโคพื้นเมืองของประเทศเพื่อนบ้านในแถบเอเชีย ลักษณะรูปร่างกะทัดรัด ลำตัวเล็ก ขาเรียวเล็ก ยาว เพศผู้มีหนอกขนาดเล็ก มีเหนียงคอแต่ไม่หย่อนยานมาก หูเล็ก หนังใต้ท้องเรียบ มีสีไม่แน่นอน เช่น สีแดงอ่อน เหลืองอ่อน ดำ ขาวนวล น้ำตาลอ่อน และอาจมีสีประรวมอยู่ด้วย เพศผู้โตเต็มที่หนักประมาณ 300 – 350 กิโลกรัม เพศเมีย 200 – 250 กิโลกรัม โดยพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่เลี้ยงง่าย หากินเก่ง ไม่เลือกอาหาร เพราะผ่านการคัดเลือกแบบธรรมชาติในการเลี้ยงแบบไล่ด่อนโดยเกษตรกร และสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเลี้ยงโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดได้เป็นอย่างดี ทั้งยังให้ลูกตก ทนทานต่อโรค แมลงและสภาพอากาศในไทยได้ดี นอกจากนี้แม่โคพันธุ์พื้นเมืองเหมาะที่จะนำมาผสมพันธุ์กับพ่อพันธุ์หรือผสมเทียมกับพันธุ์อื่น เช่น บราห์มัน โคพันธุ์ตาก โคกำแพงแสน หรือโคบินทร์บุรี และยังเป็นพันธุ์ที่มีเนื้อแน่น เหมาะกับการประกอบอาหารแบบไทยอีกด้วย

โคพันธุ์บราห์มัน (Brahman) มีต้นกำเนิดในประเทศอินเดีย แต่ถูกปรับปรุงพันธุ์ที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โคพันธุ์นี้ที่เลี้ยงในไทยส่วนใหญ่นำเข้ามาจากสหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย แล้วนำมาคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์โดยกรมปศุสัตว์และฟาร์มของเกษตรกรรายใหญ่ในประเทศ เป็นโคที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ลำตัวกว้าง ยาว และลึก ได้สัดส่วน หลังตรง หนอกใหญ่ หูใหญ่ยาว จมูกริมฝีปาก ขนดก กีบเท้าและหนังเป็นสีดำ เหนียงที่คอและหนังใต้ท้องหย่อนยาน โคนหางใหญ่

พู่ทางสีดำ สีจะมี สีขาว เทา และ แดง ที่นิยมเลี้ยงกันมากคือสีขาว เพศผู้โตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 800 – 1,200 กิโลกรัม เพศเมียประมาณ 500 – 700 กิโลกรัม โดยพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อนของเมืองไทยได้ดี ทนทานต่อโรคและแมลง โตเร็ว เหมาะสำหรับเป็นโคพื้นฐานเพื่อผลิตโคเนื้อคุณภาพดีและโคนม เช่น ผสมกับพันธุ์ชาร์โรเลส์เพื่อผลิตโคขุน ผสมกับพันธุ์ไฮลสไคน์ฟรีเซียน (ขาวดำ) เพื่อผลิตโคนม และผสมกับพันธุ์ซิมเมนทัลเพื่อผลิตโคกึ่งเนื้อกึ่งนม

โคพันธุ์ชาร์โรเลส์ (Charolais) มีถิ่นกำเนิดในประเทศฝรั่งเศส มีสีขาวครีมตลอดทั้งตัว รูปร่างมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขาสั้น ลำตัวกว้าง ยาว และลึก มีกล้ามเนื้อตลอดทั้งตัว นิยชเชื่อง เป็นโคที่มีขนาดใหญ่มาก เพศผู้เมื่อโตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 1,100 กิโลกรัม เพศเมีย 700 – 800 กิโลกรัม เป็นพันธุ์ที่มีการเติบโตเร็ว ซากมีขนาดใหญ่ เนื้อนุ่ม เนื้อสันมีไขมันแทรก (marbling) เป็นที่ต้องการของตลาดเนื้อโคคุณภาพดี และเหมาะที่จะนำมาผสมกับแม่โคบราห์มันหรือลูกผสม บราห์มันเพื่อนำลูกมาเลี้ยงเป็นโคขุน

โคพันธุ์ตาก (Tak Beef Cattle) เป็นโคลูกผสมระหว่างพันธุ์ชาร์โรเลส์กับพันธุ์บราห์มัน โดยกรมปศุสัตว์ได้มอบหมายให้ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ตาก ทำการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้เป็นโคเนื้อพันธุ์ใหม่ที่โตเร็ว เนื้อนุ่ม เพื่อทดแทนการนำเข้าพันธุ์โคและเนื้อโคคุณภาพดีจากต่างประเทศ โคพันธุ์ตากมีสีน้ำตาลอ่อนคล้ายสีทอง มีลักษณะลำตัวคล้ายโคพันธุ์ชาร์โรเลส์เป็นโคขนาดกลาง เพศผู้โตเต็มที่น้ำหนักประมาณ 900 – 1,000 กิโลกรัม เพศเมียน้ำหนักประมาณ 600 – 700 กิโลกรัม เป็นพันธุ์ที่มีการเติบโตเร็ว เนื้อนุ่ม เนื้อสันมีไขมันแทรก (marbling) ซากมีขนาดใหญ่ที่สนองความต้องการของตลาดเนื้อโคคุณภาพดี เลี้ยงง่าย หากินเก่ง ไม่เลือกกินหญ้า ทนทานต่อสภาพอากาศร้อนได้ดีพอสมควร เหมาะที่จะนำมาผสมกับแม่โคพื้นเมือง โคบราห์มัน และลูกผสม บราห์มันเพื่อนำลูกมาเลี้ยงเป็นโคขุนได้

โคพันธุ์กำแพงแสน (Kampangsang Beef Cattle) เป็นโคพันธุ์ใหม่ที่ถูกปรับปรุงพันธุ์โดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยใช้พันธุ์ชาร์โรเลส์กับบราห์มัน คล้ายกับโคพันธุ์ตาก แต่โคพันธุ์กำแพงแสนเริ่มต้นปรับปรุงพันธุ์จากโคพื้นเมือง โคพันธุ์กำแพงแสนมีสายเลือด 25 เปอร์เซนต์ พื้นเมือง 25 เปอร์เซนต์ บราห์มัน และ 50 เปอร์เซนต์ ชาร์โรเลส์ ส่วนลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ คล้ายกับโคพันธุ์ตาก

โคพันธุ์กบินทร์บุรี (Kabinburi Beef Cattle) เป็นโคลูกผสมระหว่างพันธุ์ซิมเมนทัลกับพันธุ์บราห์มัน โดยกรมปศุสัตว์ได้มอบหมายให้ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ปราจีนบุรี (ซึ่งตั้งอยู่ที่อำเภอกบินทร์บุรี) ทำการสร้างโคพันธุ์ใหม่ให้เป็นโคกึ่งเนื้อกึ่งนม โดยลูกโคเพศผู้ใช้เป็นโคขุน และแม่โคใช้รีดนมได้ การสร้างพันธุ์ในฝูงปรับปรุงพันธุ์ดำเนินการโดยนำน้ำเชื้อโคพันธุ์ซิมเมนทัลคุณภาพสูงจากประเทศเยอรมันผสมกับแม่โคบราห์มันพันธุ์แท้ ได้ลูกโคชั่วที่ 1

ที่มีเลือด 50 เปอร์เซ็นต์ ซิมเมนทัล และ 50 เปอร์เซ็นต์ บราห์มัน แล้วผสมโคชั่วที่ 1 เข้าด้วยกัน คัดเลือกปรับปรุงให้เป็นโคเนื้อพันธุ์ใหม่เรียกว่า โคพันธุ์กบินทร์บุรี หากเลี้ยงแบบโคเนื้อมีการเติบโตเร็ว ซากมีขนาดใหญ่ที่สนองความต้องการของตลาดเนื้อโคคุณภาพดีได้ ทนทานต่อสภาพอากาศร้อนได้ดีพอสมควร เหมาะที่จะนำมาผสมกับแม่โคพื้นเมือง โคบราห์มันและลูกผสมบราห์มันเพื่อนำลูกเพศผู้มาเลี้ยงเป็นโคขุน ลูกเพศเมียใช้รีดนมได้มากพอสมควร

2.1.2 รูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อ

ปัจจุบัน รูปแบบการเลี้ยงโคเป็นการเลี้ยงเพื่อจำหน่ายเป็นโคเนื้อ ทั้งนี้เพราะความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มสูงขึ้น ทั้งจากความต้องการของประชากรในประเทศเองและของนักท่องเที่ยวต่างประเทศ ลักษณะการเลี้ยงจะเป็นการเลี้ยงครั้งละหลายๆ ตัว และมีรูปแบบเป็นฟาร์มมากขึ้น ในขณะเดียวกันรัฐบาลได้มีนโยบายส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ และเป็นโครงการหนึ่งในแผนปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตร โดยหวังจะให้การเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรอย่างสม่ำเสมอ จากปริมาณความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์ที่เพิ่มขึ้นรวมถึงการส่งเสริมจากรัฐทำให้ในปัจจุบันเกษตรกรหันมาเลี้ยงโคเนื้อเพื่อการค้ากันมากขึ้น (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2553) ดังเห็นได้จากสถิติจำนวนโคเนื้อและเกษตรกรรายจังหวัดในปี 2560 คือ ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์มีสถิติจำนวนโคเนื้อทั้งหมด 42,663 ตัว และจำนวนเกษตรกร 3,437 ราย (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์, 2560) ซึ่งมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นกว่าสถิติในปี 2558 ที่มีจำนวนโคเนื้อทั้งหมด 32,289 ตัว และจำนวนเกษตรกร 2,873 ราย (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์, 2558) นอกจากนี้ปริมาณโคเนื้อที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดตลาดและอุตสาหกรรมต่อเนื่องด้วย โดยในปัจจุบันโคเนื้อเป็นอุตสาหกรรมการเกษตรขนาดใหญ่ในประเทศ โดยมีโคเนื้อประมาณ 4.87 ล้านตัว เงินหมุนเวียนกว่า 60,000-70,000 ล้านบาทต่อปี ขณะที่ตลาดในประเทศ มีความต้องการบริโภคสูงถึง 1.2 ล้านตัวต่อปี แต่ผลิตได้เฉลี่ยปีละ 1 ล้านตัว ส่วนการส่งออกมีประมาณ 150,000 ตัวต่อปี ตลาดหลักคือ จีนและเวียดนาม โดยผ่านพ่อค้าคนกลางในประเทศลาว (กิตติ, 2561)

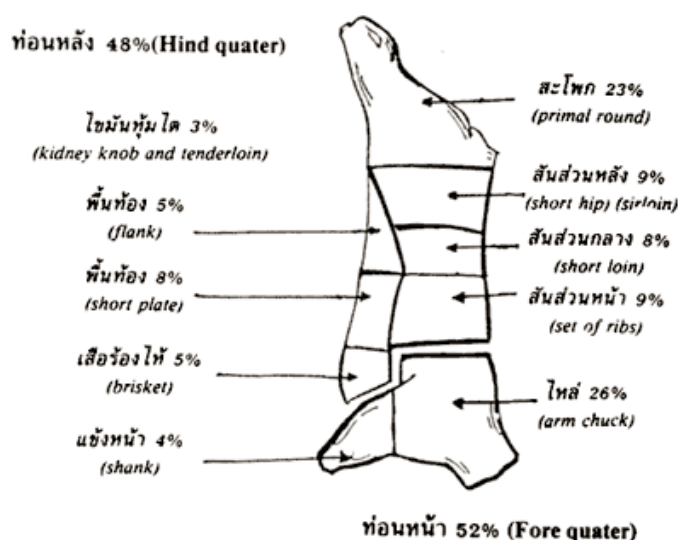
2.1.3 การแปรรูปโคเนื้อ

ด้านการแปรรูป ตามสถิติในปี 2550 ประเทศไทยมีโรงฆ่าโค-กระบือ ที่เปิดทำการฆ่าโค-กระบือ จำนวน 255 แห่ง แยกเป็นของเอกชน 82 แห่ง เทศบาล 172 แห่ง เป็นโรงฆ่าเฉพาะโคและกระบือ 117 แห่ง เป็นโรงฆ่าโค-กระบือ และสุกรรวม 138 แห่ง ซึ่งเป็นโรงฆ่าขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานการส่งออกจำนวน 7 แห่ง นอกจากนั้นยังมีโรงงานแปรรูป ได้แก่ โรงงานทำลูกชิ้น 73 แห่ง โรงงานฟอกหนัง 103 แห่ง โรงงานกระดุกป่น 8 แห่ง (สว่าง, 2552) ผลผลิตจากโรงฆ่าสัตว์ และโรงงานแปรรูป ทำให้ได้เนื้อโคจากหลากหลายส่วน และทำให้เกิดการแบ่งชั้นตามคุณภาพ

ของเนื้อด้วย การแบ่งเกรดเนื้อสัตว์มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดระดับชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน การแบ่งชั้นและจัดระดับของเนื้อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เลี้ยงสัตว์ผลิตเนื้อที่มีคุณภาพดีเพื่อการจำหน่ายได้ราคาดี การจัดระดับเนื้อสัตว์เป็นสิ่งที่ควรเข้าใจ เพื่อให้เลือกเนื้อสัตว์อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ ในการแปรรูป หรือการประกอบ อาหารต่อไป การแบ่งเกรดเนื้อถือคุณภาพของซากเป็นหลัก โดยประเมินจากลักษณะที่บ่งถึงความอร่อยของเนื้อ เช่น ความนุ่ม ความชุ่มน้ำ และรสชาติ เป็นต้น ลักษณะซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อที่นำมาใช้ประกอบการแบ่งเกรด ได้แก่ อายุ ไขมันแทรก ความแน่น สีของเนื้อสัตว์ และอัตราส่วนขององค์ประกอบภายในซาก

การแบ่งเกรดซากโค เกรดคุณภาพซากนั้น แบ่งออกเป็น 7 เกรดตามมาตรฐาน กระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา ดูจากไขมันแทรก ความแน่น สีเนื้อ และลักษณะเนื้อ

1. ชั้นดีเยี่ยม (Prime) ส่วนมากเป็นซากที่ได้จากโคอายุน้อย
2. ชั้นดี (Choice) ระหว่าง 9-42 เดือน (3 ปีครึ่ง)
3. ชั้นกลาง (Good) มีไขมันแทรกปานกลางถึงสูงสุด
4. ชั้นทั่วไป (Standard)
5. ชั้นตลาด (Commercial) ส่วนมากเป็นซากที่ได้จากโคอายุมาก
6. ชั้นพื้นบ้าน (Utility) อายุตั้งแต่ 42 เดือน เป็นต้นไป มีไขมันแทรก
7. ชั้นต่ำและต่ำมาก (Cutter and Canner) ต่ำสุด ถึง สูงที่สุด



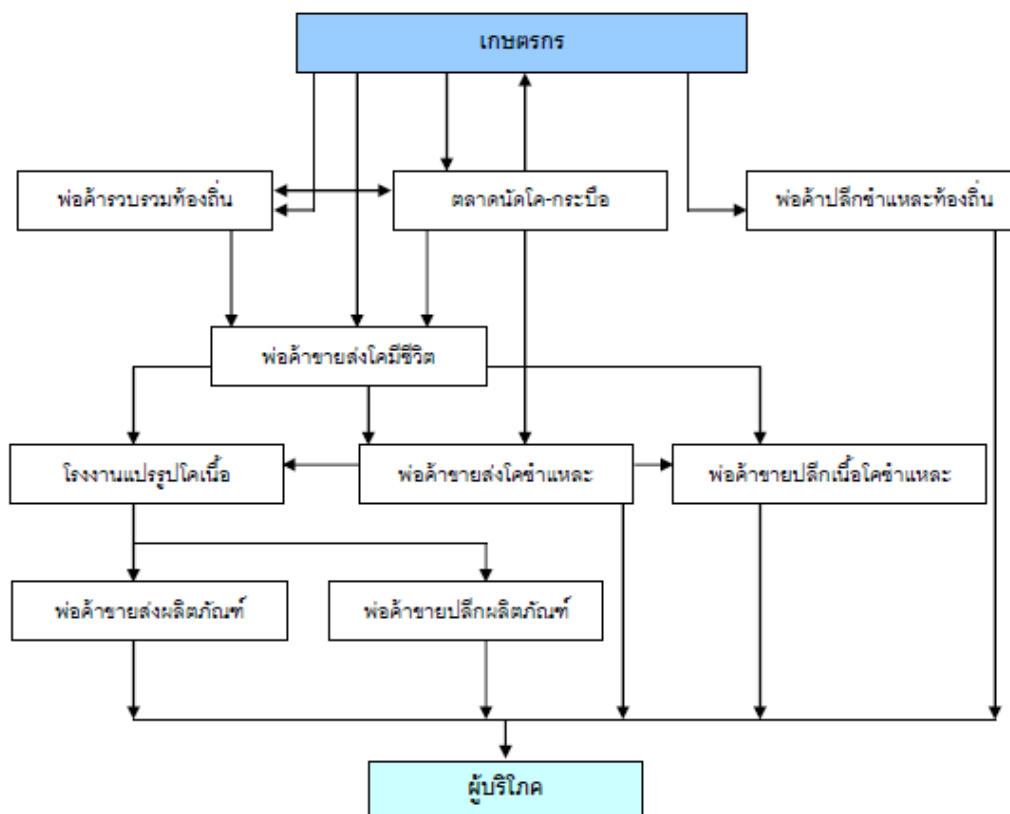
รูปที่ 2.1 แสดงชิ้นส่วนที่ได้จากการชำแหละซากโคขุน

ที่มา : (the_horizon_black, 2554)

จากอุตสาหกรรมการแปรรูปและตลาดโคเนื้อที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดเศษเหลือจากการแปรรูป หรือจากโรงฆ่าสัตว์เป็นจำนวนมาก อาทิเช่น เศษเนื้อ เลือด และกระดูก เป็นต้น โดยเฉพาะเลือดสัตว์ที่เป็นสิ่งที่จะต้องกำจัดออกในกระบวนการเชือดสัตว์ในโรงฆ่าสัตว์หรือโรงงานแปรรูป ซึ่งปริมาณเลือดจากการผลิตเนื้อวัวต่อวัน มีประมาณ 24 กิโลกรัมต่อตัว หรือ 9,600 กิโลกรัมต่อวัน (GHD, 2015)

2.1.4 ตลาดโคเนื้อในประเทศไทย

ตลาดโคเนื้อในประเทศไทยโดยรวมสามารถแบ่งได้เป็น 3 ตลาด คือ ตลาดบน ตลาดกลาง และตลาดล่าง โดยมีสัดส่วนตลาดบนประมาณร้อยละ 20 ที่เหลืออีกร้อยละ 80 เป็นตลาดกลางและตลาดล่าง ในตลาดกลางและล่างจะเป็นโคทุกชนิด ทุกเพศ ทุกวัย ไม่มีข้อจำกัดใดๆ ในด้านการเลี้ยง และการผสมพันธุ์ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์พื้นเมืองในประเทศ ซึ่งในตลาดกลางจะส่งขายในตลาดสด เป็นเนื้อสดหรือเนื้อเย็น และส่งตามร้านอาหารทั่วไป จะไม่เน้นคุณภาพของเนื้อมากนัก ลักษณะของเนื้อจะเป็นเนื้อส่วนขาหลังของโคทั่วไป หรือขาหน้าของโคขุน ส่วนในตลาดล่างจะส่งขายทำลูกชิ้น ซึ่งถือว่าเป็นส่วนใหญ่ของเนื้อโคในตลาดกลางและล่าง ชิ้นส่วนที่ส่งขายคือส่วนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ช่วงขาหลังหรือส่วนที่ไม่ส่งขายในตลาดสด หรือร้านอาหารทั่วไป ซึ่งในตลาดลูกชิ้นนี้จะไม่เน้นที่คุณภาพของเนื้อ จะเน้นที่ราคาถูกมากกว่า ราคาของเนื้อในตลาดกลางล่างนี้จะเฉลี่ยประมาณ 100-140 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนในตลาดบนจะเป็นโคขุน เป็นพันธุ์ลูกผสมกับพันธุ์โคต่างประเทศอย่างน้อยร้อยละ 50 มีการดูแลเอาใจใส่อย่างดี ให้อาหารข้นและหยาบในการขุน ใช้เวลาในการขุนโคประมาณ 10-12 เดือน และเริ่มขุนเมื่ออายุประมาณ 8-12 เดือน ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 200-300 กิโลกรัม เมื่อขุนเสร็จจะมีน้ำหนักประมาณ 500-550 กิโลกรัม กลุ่มผู้บริโภคในตลาดนี้จะเน้นในเรื่องของคุณภาพของเนื้อเป็นสำคัญ เป็นกลุ่มผู้มีรายได้ปานกลางค่อนข้างมากขึ้นไป และนักท่องเที่ยวจากต่างประเทศ ในตลาดบนจะส่งขายในซูเปอร์มาเก็ต ห้างอาหาร โรงแรม และแหล่งท่องเที่ยวของต่างชาติ ลักษณะของเนื้อที่ขายจะเป็นเนื้อหัว หรือเนื้อบ่มซากก่อน ราคาเฉลี่ยจะประมาณ 220 – 250 บาทต่อกิโลกรัม



รูปที่ 2.2 แสดงวิธีการตลาดโคเนื้อในประเทศไทย

ที่มา : (กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2553)

2.2 ปลาอุกอุกผสม

เกิดจากแม่พันธุ์ปลาอุกอุกผสมกับพ่อพันธุ์ปลาอุกยักษ์หรือปลาอุกเทศ เมื่อนำมาผสมกันได้ ลูกผสมที่โตเร็ว และรสชาติดี ปลาอุกอุกผสม และช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงสำหรับตลาด ประเทศไทยคือ 80 – 100 วัน ได้ปลาขนาด 3 – 4 ตัวต่อกิโลกรัม ปลาอุกอุกผสมมีลักษณะก้ำกึ่งระหว่างแม่ปลาอุกอุกและพ่อปลาอุกยักษ์ กะโหลกที่ท้ายทอยแหลมเป็น 3 หยัก รสชาติดี เนื้อเป็นสีเหลือง และไม่เหลว จึงเป็นที่นิยมของคนไทย (thanapon, 2558)

2.2.1 ปลาอุกอุกผสมหรือปลาอุกยักษ์

ปลาอุกอุกผสมเป็นปลาที่ผสมข้ามพันธุ์ด้วยวิธีผสมเทียมระหว่างพ่อพันธุ์ปลาอุกเทศ (*Clarias gariepinus*) กับแม่พันธุ์ปลาอุกอุก (*Clarias macrocephalus*) เจริญเติบโตรวดเร็ว ทนทานต่อโรคสูง ลักษณะเนื้อใกล้เคียงกับปลาอุกอุกคือ เนื้อนุ่ม เนื้อมีสีค่อนข้างเหลือง ซึ่งลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์นี้มีชื่อว่า ปลาอุกเทศ แต่โดยทั่วไปชาวบ้านเรียกว่า ปลาอุกอุกผสม

หรืออาจเรียกว่า อุยบ่อ หรือปลาดุกลูกผสม แต่ผู้เพาะเลี้ยงไม่นิยมนำปลาดุกลูกผสมมาผสมกันเอง เพราะได้จำนวนลูกปลาน้อยมาก

จากการที่ปลาดุกลูกผสมได้รวมลักษณะที่ดีเด่นของพ่อและแม่มาไว้ในตัวเดียวกัน จึงทำให้เกษตรกรนิยมเลี้ยงปลาดุกลูกผสมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเลี้ยงง่าย มีการเจริญเติบโตเร็ว จึงใช้ระยะเวลาเลี้ยงสั้นทำให้สามารถเลี้ยงได้หลายรุ่นในแต่ละปี สามารถกินอาหารได้แทบทุกชนิด ทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมได้ดี อีกทั้งยังเป็นที่นิยมของผู้บริโภค เนื่องจากเนื้อมีรสชาติดี คล้ายปลาดุกอุยและราคาอุก จึงทำให้ปลาดุกลูกผสมเข้ามาแทนที่ตลาดปลาดุกอุยและปลาดุกด้านอย่างรวดเร็ว และต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน (พิพัฒน์, 2553)

2.2.2 การเลี้ยงปลาดุกลูกผสม

การเลี้ยงปลาดุกลูกผสมจะต้องมีการเตรียมบ่อที่ดี มิเช่นนั้นอาจเกิดปัญหาพื้นบ่อเน่าทำให้น้ำในบ่อเสีย และเกิดปัญหาต่อสุขภาพของปลาในที่สุด บ่อปลาดุกที่เลี้ยงมานานหลาย ๆ ปีโดยไม่มี การดูแลบ่อจะพบปัญหาปลาเป็นโรคบ่อย ๆ ยากต่อการแก้ไข ซึ่งการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในบ่อดิน ให้ประสบความสำเร็จได้นั้น การเตรียมบ่อเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่ผู้เลี้ยงจะต้องทำความเข้าใจและ ปฏิบัติอย่างถูกต้อง (thanapon, 2558)

2.2.3 การปล่อยปลาและอัตราการปล่อย

ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปล่อยลูกปลาดุกลูกผสมลงเลี้ยงคือ ตอนเช้าและ ตอนเย็น เพราะน้ำในบ่อยังไม่ร้อน และในบ่อเริ่มมีออกซิเจน ไม่ควรปล่อยลูกปลาในช่วงกลางวันที่มีแดดจัด เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำจะสูง เพราะเพียงแต่อุณหภูมิของน้ำในบ่อ กับน้ำในภาชนะ เลี้ยงต่างกันเพียง 5 องศาเซลเซียส ก็อาจทำให้ปลาช็อคตายได้เช่นกัน นอกจากนี้ไม่ควรปล่อย ปลาในช่วงเที่ยงคืนถึงเช้า เพราะช่วงเวลาดังกล่าวจะมีออกซิเจนต่ำที่สุด โดยเฉพาะบ่อที่มีการใส่ปุ๋ย หลังจากปล่อยลูกปลาลงในบ่อเรียบร้อยแล้ว ในวันนั้นยังไม่ต้องให้อาหาร เนื่องจากลูกปลายัง อ่อนเพลียจากการขนส่งและลูกปลายังตื่นอยู่ โดยจะเริ่มให้อาหารในวันถัดไป ในช่วงแรกนี้หาก เป็นไปได้ควรเติมไรแดงลงไปในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ด้วย เพื่อเป็นอาหารเสริมให้กับลูกปลา และ เพื่อให้เวลากับลูกปลาในการปรับตัวให้กินอาหารผสมได้ ปริมาณการให้อาหารลูกปลาคควรให้วัน ละประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวมของปลาที่เลี้ยงทั้งหมด แต่ควรจะต้องสังเกตดูว่าอาหารที่ให้ นั้นเหลือมากน้อยเพียงใด และทำการปรับปริมาณอาหารให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการกินของปลา (พิพัฒน์, 2553)

2.2.4 การเตรียมบ่อเพาะพันธุ์ (ไทยเกษตรศาสตร์, 2556)

2.2.4.1 บ่อใหม่

- ใส่ปูนขาวเพื่อปรับสภาพดินในอัตรา 60-100 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ทั่วพื้นบ่อ
- ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยให้ทั่วบ่อ
- เติมน้ำให้ได้ระดับ 40-50 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 1-2 วัน จนเริ่มเป็นสีเขียวระว่างอย่าให้

เกิดแมลง หรือศัตรูของปลา

2.2.4.2 บ่อเก่า

- หลังจากจับสัตว์น้ำออกจากบ่อหมดแล้ว สูบน้ำจากบ่อเลี้ยงให้แห้งพอดิบ เพราะการตากบ่อจนแห้งจะเป็นการฆ่าจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินจนหมด กำจัดวัชพืชหรือหญ้าตามขอบบ่อออกให้มากที่สุด การเลี้ยงสัตว์น้ำโดยทั่วไปจะประสบผลสำเร็จในช่วง 1-2 ปี แรกเท่านั้น หลังจากนั้น หากไม่มีการพักหรือฟื้นฟูสภาพบ่อ เกษตรกรมักจะประสบปัญหาผลผลิตลดลง ปัญหาการเกิดโรคระบาด ทำให้ไม่สามารถได้ผลผลิตดีเหมือนกับที่เคยได้ จนต้องขาดทุนอยู่เสมอ ๆ ที่เป็นเช่นนี้เพราะ

- 1) เกษตรกรไม่มีการพักบ่อหรือเว้นระยะการเลี้ยง
- 2) สภาพดินในบ่อเสื่อมโทรม
- 3) เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ในดินก้นบ่อ
- 4) เกิดการสะสมของสารพิษหรือก๊าซพิษในดิน
- 5) ดินพื้นบ่อกลายเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค
- 6) จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ไม่สามารถเจริญได้

- สาดปูนขาวในอัตรา 100-120 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ทั่วพื้นก้นบ่อ เพื่อเป็นการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายของเสียในบ่อ

- ตากบ่อทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ จากนั้นพลิกกลับหน้าดินชั้นล่างขึ้นมา โดยใช้รถไถหรือคราด เพื่อให้ของเสียที่หมักหมมในดินสัมผัสกับอากาศและจุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายของเสียได้ดียิ่งขึ้น

- สาดปูนขาวในอัตรา 100-120 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ทั่วพื้นก้นบ่ออีกครั้ง จากนั้นตากบ่อไปอีกเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในบ่อที่ใช้งานมากกว่า 3 ปี ควรทำซ้ำอีกครั้ง จนครบ 3 ครั้ง หรือใช้เวลตากบ่ออย่างน้อย 3 สัปดาห์

- นำน้ำเข้าบ่อเลี้ยง 1-2 วัน แล้วทำการปล่อยสัตว์น้ำ ก่อนปล่อยปลาควรตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำอีกครั้ง ถ้าไม่ถึง 7.5-8.5 ควรนำปูนขาวละลายน้ำสาดให้ทั่วบ่อเพื่อปรับความเป็นกรด-ด่าง ให้ได้ 7.5 -8.5

บ่อเพาะพันธุ์ สำหรับในภาคกลาง นิยมใช้บ่อเพาะมีเนื้อที่ตั้งแต่ 4-20 ไร่ ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่และปัจจัยอื่นๆ สำหรับรูปร่างของบ่อเพาะพันธุ์ควรเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งสามารถจะดัดแปลงจากนาข้าว โดยขุดดินเป็นคูโดยรอบ ภายในกว้าง 3 เมตร ลึก 1.25 เมตร นำดินที่ขุดขึ้นมาไปทำคันหรือเสริมคันนาเดิมให้หนาแน่นและสูงขึ้น สามารถเก็บกักน้ำได้สูงจากพื้นนาประมาณ 60 เซนติเมตร บนพื้นนาปล่อยให้หญ้าขึ้นสูงตามธรรมชาติประมาณ 5 เซนติเมตร โดยทั่วไปแล้วขุดหลุมมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร จากพื้นนาแต่ละหลุมห่างกันประมาณ 3-4 เมตร โดยเฉลี่ยแล้วในบ่อเพาะเนื้อที่ 1 ไร่ จะขุดหลุมได้ประมาณ 100-120 หลุม ภายในคูไม่ต้องขุดหลุม คูนี้มีไว้เพื่อสะดวกในการรวบรวมลูกปลาในขณะที่สูบน้ำออกเพื่อจับลูกปลาที่ตกค้าง และเลี้ยงพ่อแม่ปลาเมื่อได้ดำเนินการตามขั้นตอนของระบบการเพาะฟักปลา ควรหลีกเลี่ยงปลาในคอกเดียวกันเพื่อป้องกันการผสมเลือดชิด

2.2.5 การวางไข่และฟักไข่ของปลาดุก (ไทยเกษตรศาสตร์, 2556)

ถ้าหากคัดปลาได้ดี คือ ปลามีไข่แก่และน้ำเชื้อดี ปลาจะผสมพันธุ์วางไข่ตอนรุ่งเช้าของวันถัดไป หากปลายังไม่วางไข่จะปล่อยพ่อแม่ปลาไว้อีก 1 คืน แต่ถ้าเช้าวันถัดไปปลายังไม่วางไข่ แสดงว่าผู้เพาะ คัดปลาไม่ถูกต้อง คือปลาเพศเมียที่คัดมาเพาะมีรังไข่ยังไม่แก่จัดพอที่จะวางไข่ได้ จะต้องปล่อยพ่อแม่ปลาที่คัดมาเพาะกลับคืนลงบ่อเลี้ยง แต่ถ้าปลาวางไข่จะสังเกตได้ว่าน้ำในบ่อเพาะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป โดยมักจะเกิดเมือกเป็นฟองตามผิวน้ำและรัง เมื่อพิจารณาที่รังจะเห็นว่ามิใช่ปลาดุก มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ สีเหลืองอ่อนค่อนข้างใส เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร ติดอยู่ตามเส้นเชือกภายในรัง เม็ดไข่ที่ดูใสนี้แสดงว่าเป็นไข่ที่ได้รับการผสมหรือไข่ดีและจะมีเม็ดไข่ที่สีขุ่นขาวซึ่งเป็นไข่ที่ไม่ได้รับการผสมหรือเป็นไข่เสีย แม่ปลา 1 ตัวจะสามารถวางไข่ได้ครั้งละ 1,000 - 3,000 ฟอง ไข่จะใช้เวลาในการฟักตัวประมาณ 25-30 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิของน้ำประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส ลูกปลาที่ฟักตัวออกจากไข่แล้วมักจะเกาะอยู่ที่รัง หรือว่ายน้ำออกไปเกาะอยู่ที่ผนังบ่อ รอจนเช้าวันที่ 3 หลังจากทีปลาวางไข่จึงค่อยๆ เขยารังเพื่อไล่ลูกปลาออกจากรัง แล้วปลดรังออก

2.2.6 การอนุบาลปลาดุก (ไทยเกษตรศาสตร์, 2556)

2.2.6.1 การอนุบาลปลาดุกในกระชัง กระชังที่ใช้อนุบาลลูกปลาดุกใช้ขนาดเดียวกันกับที่ใช้เพาะฟักไข่ อาหารที่ให้ลูกปลาดุกในกระชัง ควรใช้ไข่แดงจากไข่ไก่ที่ต้มสุกแล้ว นำมาบดให้ละเอียดในถ้วย แล้วเติมน้ำเล็กน้อย ใช้ช้อนคนให้ทั่วแล้วนำไปกรองด้วยผ้าบางในลอน เมื่อนำไปใช้ก็เติมน้ำลงไปอีก 4-5 เท่า ใช้ช้อนตักสาธให้ลูกปลาในกระชังวันละ 4 ครั้ง การให้ไข่แดงเป็นอาหารไม่ควรเกิน 2 วัน มิฉะนั้นจะทำให้ปลาเสีย เป็นสาเหตุให้ลูกปลาดุกตาย อาหารที่ดีที่สุดของลูกปลาดุกวัยอ่อนคือ ลูกไรเป็นๆ ซึ่งจะไม่ทำให้น้ำเสีย และลูกปลาแข็งแรงและโตเร็ว

การอนุบาลลูกปลาในกระชังซึ่งมีความหนาแน่นสูงนั้น ควรใช้ปฏิบัติในระยะเวลาสั้นๆ และมีจุดประสงค์เพียงเพื่อให้ลูกปลาโตขึ้น แข็งแรงพอที่จะนำไปอนุบาลในที่อื่นต่อไป

2.2.6.2 การอนุบาลในบ่อซีเมนต์ ขนาดที่ใช้มักจะใช้ขนาดเล็กหรือถึงสี่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 50 เซนติเมตร สถานที่ตั้งบ่อซีเมนต์จะต้องมีหลังคาคลุมเพื่อป้องกันแดดและฝนได้ เติมน้ำในบ่อให้สูงประมาณ 30 เซนติเมตร ปล่อยลูกปลาในอัตราส่วน 500-600 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารประเภทไรแดงและเสริมด้วยอาหารสำเร็จรูป ปั่นเป็นก้อนให้วันละ 2 ครั้ง ในตอนเช้าก่อนที่จะให้อาหาร ต้องใช้สายยางดูดของเสียและเศษเหลือของอาหารจากก้นบ่อ พร้อมทั้งดูดน้ำทิ้งประมาณ 1/3 ของบ่อ และเติมน้ำใหม่ให้เท่าระดับเดิม แล้วจึงให้อาหาร ปฏิบัติเช่นนี้ทุกๆ วัน จนกว่าลูกปลาจะโตได้ขนาด 2-3 เซนติเมตร โดยใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 2-3 สัปดาห์ ซึ่งหลังจากนี้ก็สามารถจะนำลูกปลาไปเลี้ยงในบ่อดินเพื่อเลี้ยงจนเป็นปลาขนาดใหญ่หรือขนาดตลาดต่อไป

บ่อซีเมนต์ขนาด 20-60 ตารางเมตร ควรเป็นบ่อรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสร้างลอยบนพื้นดิน มีความสูงประมาณ 60 เซนติเมตร พื้นก้นบ่อเรียบและลาดเอียงเล็กน้อยไปทางหัวหรือท้ายบ่อ เพื่อสะดวกในการระบายน้ำรวบรวมลูกปลา การระบายน้ำเข้าออกทำเป็นแบบใช้ท่อที่มีลิ้นปิดเปิดได้ ขนาดของท่อและลิ้นปิดเปิดใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับขนาดของบ่อ ตัวบ่อดังกล่าวไม่จำเป็นต้องมีหลังคาปกคลุม การอนุบาลลูกปลาในบ่อซีเมนต์ขนาดใหญ่มีวิธีการปฏิบัติดังนี้

วันที่ 1 เตรียมบ่อโดยทำความสะอาดบ่อ พร้อมทั้งเติมน้ำลงในบ่อให้สูงประมาณ 5-7 เซนติเมตร แล้วให้อาหารสำเร็จรูป ในปริมาณอาหาร 120 กรัมต่อตารางเมตร โดยหว่านให้ทั่วบ่อ ทิ้งค้างไว้ 1 คืน

วันที่ 2 เติมน้ำให้สูงขึ้นเป็น 30 เซนติเมตร แล้วนำไรแดงที่มีชีวิตปล่อยลงในบ่อ อัตราส่วนไรแดง 100 กรัมต่อเนื้อที่บ่อ 10 ตารางเมตร

วันที่ 3-4 ไรแดงจะขยายพันธุ์ในบ่อนี้ และจะขยายทวีจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว สังเกตได้ตามขอบบ่อที่มีไรแดงเกาะเป็นกลุ่มก้อน

วันที่ 5 นำลูกปลาที่รวบรวมหรืออนุบาลไว้ในกระชังชั่วคราว นำมาปล่อยในอัตราส่วน 250-300 ตัวต่อตารางเมตร

วันที่ 6 ให้อาหารเสริมซึ่งมีส่วนผสมของปลาป่น กากถั่ว รำละเอียด แป้งเหนียว และวิตามิน-แร่ธาตุ นำมาผสมน้ำปั่นเป็นก้อนโยนให้ปลากินทั่วบ่อ หรือจะใช้ปลาสดผสมรำละเอียดบดให้ละเอียดในอัตรา 9 : 1 แทนก็ได้

ภายหลังจากวันที่ 6 แล้ว ทุกๆ 3 วัน ต้องเติมน้ำในบ่อให้สูงขึ้นครั้งละประมาณ 5 เซนติเมตร ระหว่างการเลี้ยงไม่ต้องดูแลสิ่งปฏิกูลก้นบ่อทิ้ง เมื่อครบ 2 สัปดาห์ ลูกปลาจะโตได้ขนาด

4-5 เซนติเมตร และมีอัตราการตายสูง จึงนับได้ว่าเป็นวิธีที่ดี ประหยัดเวลาและแรงงาน แต่มีข้อเสียในเรื่องค่าใช้จ่ายในการสร้างบ่อซีเมนต์ค่อนข้างสูงแต่คุ้มค่าในระยะยาว

2.2.6.3 การอนุบาลในบ่อดินหรือนาข้าว เหมาะสมที่จะนำไปปฏิบัติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะใช้ต้นทุนต่ำ บ่อที่ใช้ควรเป็นบ่อดินหรือนาข้าวขนาด 100-200 ตารางเมตร ที่สามารถเก็บกักน้ำให้สูงได้ ประมาณ 60-80 เซนติเมตร สำหรับนาข้าวที่ใช้อนุบาลลูกปลาควรขุดคูโดยรอบภายในเช่นเดียวกับที่ใช้เลี้ยงปลา เพื่อให้ลูกปลามารวมตัวกันอยู่ในขณะที่ลดระดับน้ำจับปลา ส่วนบ่อดินควรขุดคูด้านใดด้านหนึ่งโดยเลือกจากทางด้านที่เอียงลาดต่ำให้มีขนาดกว้าง 1 เมตร ลึก 20 เซนติเมตร จากพื้นก้นบ่อ เพื่อใช้ประโยชน์ในการรวบรวมลูกปลาเช่นเดียวกัน

การเตรียมบ่อดินหรือนาข้าวเพื่ออนุบาลลูกปลา ควรปฏิบัติดังนี้

- ตากบ่อให้แห้งโดยใช้เวลา 2-3 วัน
- ใส่ปูนขาวอัตรา 100-150 กิโลกรัมต่อไร่
- ใส่ปุ๋ยคอกแห้งอัตรา 200-250 กิโลกรัมต่อไร่
- เติมน้ำเข้าบ่อให้มีระดับสูง 30 เซนติเมตร จากพื้น ทิ้งไว้ 5-7 วัน
- เติมเชื้อไรแดง 3-5 กิโลกรัมต่อไร่

อัตราส่วนที่ปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงอนุบาล หลังจากที่เกิดเหตุน้ำแล้งขึ้นตามขอบบ่อพอสมควร โดยปกติจะหลังจากปล่อยเชื้อไรแดงแล้ว 2 วัน จึงปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงในอัตราส่วน 250-300 ตัวต่อตารางเมตร และทุกๆ 3 วัน เพิ่มปริมาณน้ำให้มีระดับสูงขึ้น 5 เซนติเมตร เริ่มหัดให้ลูกปลากินอาหารเสริม ภายหลังจากปล่อยปลา 1 วัน โดยเลือกที่ 2-3 จุดในบ่อเป็นที่ให้อาหารเป็นประจำ

2.3 เลือดปลา

เลือด เป็นผลผลิตพลอยได้จากโรงงานฆ่าสัตว์ นำมาหนึ่งเพื่อให้ตกตะกอน จากนั้นนำไปอบให้แห้งแล้วบดละเอียด ปั่นให้เป็นผง กลายเป็นเลือดปลา (blood meal) ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งถือเป็นวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีน (กองวิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, 2556) โดยมีโปรตีนค่อนข้างสูงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นโปรตีนที่ย่อยยาก แม้ว่าจะมีกรดอะมิโนไลซีนและทริปโตเฟนสูง แต่เมทไธโอนีนและไอโซลิวซีนต่ำมาก แสดงถึงความไม่สมดุลของกรดอะมิโน มีแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ มีความน่ากินต่ำ เลือดแห้งมีกรดอะมิโนค่อนข้างครบทุกชนิด ควรใช้ร่วมกับอาหารชนิดอื่นเพื่อช่วยปรับหรือเสริมปริมาณกรดอะมิโนของสูตรอาหารให้สมดุลดีขึ้น ระดับการใช้ไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ (ชาติรี, 2543) จึงมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการย่อยโปรตีนจากเลือดควายเอนไซม์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของโปรตีนให้ดีขึ้น

(Mahmound, 1994) เช่น เพิ่มคุณสมบัติในการเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ (เพ็ญศิริ, 2534) เป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Zhao et al., 1996) เป็นสารที่มีสมบัติในการออกฤทธิ์คล้ายมอร์ฟีนในทางการแพทย์ (Zhao et al., 1997) และเป็นสารที่มีสมบัติในการออกฤทธิ์เพื่อลดความดันโลหิต (Hyun และ Shin, 2000) เป็นต้น

จากคำกล่าวของ อรพินท์ จินตสถาพร (2553) เลือดปนได้จากโรงงานฆ่าสัตว์มาทำให้แห้ง แล้วป่นให้เป็นผง มีโปรตีนสูงมากประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นโปรตีนที่ย่อยยาก เป็นแหล่งของไลซีนและทริปโตเฟน หากต้องการใช้ควรใช้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ และใช้เป็นสารแต่งกลิ่นในอาหารสัตว์น้ำมากกว่าการเป็นแหล่งโปรตีน

เลือดปนได้จากโรงงานฆ่าสัตว์มาทำให้แห้ง แล้วป่นละเอียดเลือดปนเป็นอาหารสัตว์ที่ดี มีโปรตีนสูงมากถึง 80-89 เปอร์เซ็นต์ และยังเป็นแหล่งของไลซีนและทริปโตเฟนที่ดีมาก แต่เลือดปนเป็นโปรตีนที่ย่อยได้อาจมีเมไทโอนีนและไฮโซลูซีนต่ำ มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสต่ำ ไม่มีไขมันและเยื่อใย แต่ถ้าเก็บในสภาพที่มีความชื้นสูงเกิน 12 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เสื่อมคุณภาพ ในการใช้เลือดปนในอาหารสัตว์ไม่ควรใช้มากเกินไป (เกิน 15 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้รสชาติและกลิ่นของเนื้อสัตว์เปลี่ยนไป (นฤมล, 2557)

จากการศึกษาของแพรวพรรณ ห้องทองแดง และ ครุณี กอเขาชะ (2544) เรื่องลักษณะเฉพาะตัวที่สำคัญของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนที่มาจากสัตว์ พบว่าลักษณะของเลือดปนชนิด Spray dried ภายใต้กล้อง Stereomicroscope มีสีแดงเข้มรูปร่างกลมเป็นมันวาว ภายใต้กล้อง Compound microscope มีรูปร่างกลมสีแดงเข้ม ส่วนลักษณะของเลือดปนชนิด Drum dried ภายใต้กล้อง Stereomicroscope มีสีแดงเข้มรูปร่างเป็นก้อนและพื้นผิวหน้าตัดเรียบ เป็นมันวาว ภายใต้กล้อง Stereomicroscope มีลักษณะเป็นแผ่นสีแดง-น้ำตาล

2.4 การไฮโดรไลซิสโปรตีน

การย่อยสลายโปรตีน หรือการไฮโดรไลซิสโปรตีน หรือโปรตีนไฮโดรไลเซต (Protein hydrolysates) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์ ซึ่งเป็นการย่อยสลายโปรตีนที่ได้จากแหล่งต่างๆ เช่น จากปลา นม ไข่ พืช เป็นต้น ที่บริเวณพื้นระเปปไทด์เพื่อให้ได้เปปไทด์ที่สายสั้นและกรดอะมิโนอิสระ ซึ่งการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจะส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของโปรตีน (Severin, S. and Xia, W.S., 2006)

2.4.1 ชนิดของการไฮโดรไลซิสโปรตีน

2.4.1.1 การย่อยสลายด้วยกรด

กรดที่นิยมใช้ในการไฮโดรไลซ์โปรตีน ได้แก่ กรดซัลฟูริกและกรดไฮโดรคลอริก ซึ่งเมื่อย่อยโปรตีนด้วยกรดซัลฟูริก ทำให้อิออนซัลเฟต (SO_4^{2-}) ถูกแยกออก โดยการเติมแคลเซียมออกไซด์ (CaO) หรือแบเรียมไฮดรอกไซด์ (Ba(OH)_2) ทำปฏิกิริยาได้ตะกอนของแคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) หรือแบเรียมซัลเฟต (BaSO_4) ซึ่งตะกอนดังกล่าวสามารถดูดซับกรดอะมิโนที่ได้จากการย่อยโปรตีน ดังนั้นจึงนิยมใช้กรดไฮโดรคลอริกมากกว่ากรดซัลฟูริก การย่อยสลายโปรตีนด้วยกรดนั้น ทำได้โดยนำพืชหรือสัตว์มาผสมกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 นอร์มัล ไฮโดรไลซ์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9-12 ชั่วโมง (Peterson, 1974) ซึ่งเวลาที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของโปรตีน ซึ่งในขั้นตอนนี้โปรตีนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดอะมิโน และปรับค่าพีเอชให้เป็นกลาง โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้ง ซึ่งการย่อยสลายด้วยสารละลายกรดนั้น พันธะเปปไทด์ที่มีกรดอะมิโนแอสปาร์ติกอยู่ทางด้านปลายของสายจะถูกย่อยสลายได้เร็วกว่าพันธะเปปไทด์อื่นๆ ประมาณ 100 เท่า (Hudson, 1992) วิธีการนี้ ทำให้กรดอะมิโนชนิด ทริปโตเฟน ซีรีน ทรีโอนีน ซีสทีอีน และกรดอะมิโนที่มีหมู่ไฮดรอกซิลจะถูกทำลาย และยังทำให้กรดอะมิโนแอสพาราจีน และกลูตามีน ถูกย่อยสลายเป็นกรดอะมิโนแอสปาร์ติกและกลูตามิก (Peterson และ Johnson, 1978)

2.4.1.2 การย่อยสลายด้วยด่าง

การย่อยสลายโปรตีนด้วยด่างเข้มข้น เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ แบเรียมไฮดรอกไซด์ หรือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 โมล ซึ่งให้อัตราการย่อยสลายดี และเร็วกว่าแบเรียมไฮดรอกไซด์ 0.2 โมล และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.2 โมล (สุปราณี, 2539) แม้ว่าจะมีการสลายตัวของทริปโตเฟนน้อย แต่มีโอกาที่กรดอะมิโนบางชนิดจะเกิดปฏิกิริยา racemization ซึ่งเป็นการเปลี่ยนจาก L-form เป็น D-form ที่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ วิธีการย่อยสลายโปรตีนด้วยสารละลายด่างจึงไม่เป็นที่นิยม (Hill, 1965)

2.4.1.3 การย่อยสลายด้วยเอนไซม์

จากการที่ใช้สารเคมีทั้งกรดและด่างในการย่อยสลายให้เกิดโปรตีนไฮโดรไลเซทนั้น ได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร กรดอะมิโนที่จำเป็นถูกทำลายไปมาก จึงมีการคิดค้นการใช้เอนไซม์ในการย่อยสลายเพื่อผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท โดยใช้เอนไซม์โปรติเอส ซึ่งในปัจจุบันการย่อยสลายโปรตีนโดยใช้เอนไซม์โปรติเอสจากแหล่งต่างๆ กำลังได้รับความนิยม เพราะการใช้เอนไซม์โปรติเอสในการย่อยสลายโปรตีนที่บริเวณพันธะเปปไทด์จะทำให้ได้เปปไทด์ที่มีขนาดเล็ก และกรดอะมิโนอิสระปริมาณมาก สามารถควบคุมระดับการย่อย การกระจายตัวของขนาดโปรตีน

ไฮโดรไลเซทที่ได้นั้นดี และยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (วาริท และ พูนสุข, 2545) ที่สำคัญเอนไซม์มีความจำเพาะกับสารตั้งต้น ค่าพีเอช และความทนต่อความร้อนของสภาวะที่ใช้ผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท จึงสามารถเลือกใช้เอนไซม์เพื่อให้ได้ผลผลิตตามความต้องการ การใช้เอนไซม์ย่อยสลายมีผลกระทบต่อโครงสร้างทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้อยกว่าการใช้สารเคมี โดยการย่อยสลายด้วยสารเคมีมีผลทำให้โครงสร้างของกรดอะมิโนเปลี่ยนแปลงไปจาก L-form เป็น D-form ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จึงเป็นสาเหตุให้คุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนลดลง (Hall and Ahmad, 1992) เมื่อเปรียบเทียบโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากการย่อยสลายด้วยสารเคมีและเอนไซม์โปรติเอส พบว่า การย่อยสลายด้วยเอนไซม์นั้น สามารถกำหนดขอบเขตการย่อยสลายและขนาดของเปปไทด์ได้ (Adler-Nissen, 1986) แต่ถึงแม้ว่าการย่อยด้วยเอนไซม์จะมีปฏิกิริยาไม่รุนแรง แต่โปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้อาจมีรสชาติขม เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นกรดอะมิโนกลุ่มที่ไม่ชอบน้ำ เช่น ลิวซีน วาลีน ไอโซลิวซีน ไทโรซีน เฟนิลอะลานีน และทริปโตเฟน อาจมีผลต่อการยอมรับของคนและสัตว์ได้ (Bertoldi และคณะ, 1983)

Hoyle และ Merritt (1994) ได้ศึกษาการย่อยสลายปลาแฮร์ริงด้วยเอนไซม์ Alcalase 2.4 ลิตร ที่พีเอช 8.0-8.5 อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส และเอนไซม์ปาเปนย่อยสลายที่พีเอช 6.0-7.0 อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส ย่อยสลายเป็นเวลา 60 นาที พบว่า เอนไซม์ Alcalase 2.4 ลิตรสามารถย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลาแฮร์ริงได้ดีกว่าเอนไซม์ปาเปนที่ระดับการย่อยสลายเท่ากับร้อยละ 44.7 และ 43.1 ตามลำดับ

2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทด้วยเอนไซม์

2.4.2.1 แหล่งโปรตีน

การเลือกใช้วัตถุดิบที่จะนำมาทำโปรตีนไฮโดรไลเซท ต้องเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย โดยปัจจัยในการเลือกชนิดของโปรตีน คือ ราคา องค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติทางกายภาพและการยอมรับของคนหรือสัตว์ (Olsman, 1979) แหล่งของโปรตีนต่างชนิดกันจะให้โปรตีนไฮโดรไลเซท ที่มีคุณสมบัติ รสและกลิ่นแตกต่างกัน

2.4.2.2 ปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรต

วัตถุดิบที่จะนำมาทำโปรตีนไฮโดรไลเซทควรจะเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณไขมันต่ำ เนื่องจากไขมันจะไปขัดขวางการไฮโดรไลซ์โปรตีน โดยจะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไขมันและโปรตีน (lipo - protein complex) ซึ่งโครงสร้างดังกล่าว จะเป็นตัวต้านทานกระบวนการไฮโดรไลซ์โปรตีนของเอนไซม์ (อุบลรัตน์, 2535) และการมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากเกินไปจะทำให้โปรตีนไฮโดรไลเซทมีปริมาณต่ำลง และผลผลิตที่ได้มีรสและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์

2.4.2.3 เวลา

เมื่อใช้เวลาในการย่อยสลายมากขึ้น โปรตีนจะถูกย่อยสลายมากขึ้น (Greenberg, 1979) ได้เป็นกรดอะมิโนและโคเฟปไทด์ โดยที่โคเฟปไทด์บางชนิดมีความคงตัว จึงไม่ถูกย่อยสลายต่อไป ซึ่งโครงสร้างเหล่านี้เองที่เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นรสของโปรตีนไฮโดรไลเซต ทั้งนี้ถ้าวัตถุดิบมีปริมาณโปรตีนมาก ระยะเวลาที่ใช้ย่อยสลายควรมากขึ้น

2.4.2.4 อุณหภูมิ

ในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซต อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เป็นผลดีในการเพิ่มพลังงานจลน์ให้กับระบบ ทำให้สารที่ถูกกระตุ้นมีพลังงานสูง ปฏิกิริยาจึงเกิดขึ้นได้เร็ว แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป อาจทำให้เอนไซม์เสียสภาพ โครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป และทำให้ปฏิกิริยาหยุดลงในที่สุด (พัชรา, 2543)

2.4.2.5 ปริมาณของเอนไซม์

ปริมาณหรือความเข้มข้นของเอนไซม์ที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนของวัตถุดิบ การเพิ่มปริมาณเอนไซม์จะช่วยเพิ่มโอกาสในการจับกับโมเลกุลโปรตีนได้มากขึ้น เป็นผลให้ค่าระดับการย่อยสลายเพิ่มขึ้น แต่เมื่อปริมาณเอนไซม์เพียงพอกับปริมาณโปรตีน แม้เพิ่มปริมาณเอนไซม์ แต่ค่าระดับการย่อยสลายก็จะคงที่

2.4.2.6 พีเอช

มีผลต่อค่าระดับการย่อยสลายของโปรตีนไฮโดรไลเซต เนื่องจากเอนไซม์จัดเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง ดังนั้นค่าพีเอชที่สูงหรือต่ำเกินไป ทำให้โครงสร้างของเอนไซม์ถูกทำลายและสูญเสียกิจกรรมของเอนไซม์ได้ โดยเอนไซม์แต่ละชนิดมีค่าพีเอชที่เหมาะสมแตกต่างกันไปในการทำงาน (Eskin และ Henderson, 1971)

2.5 อาหารสัตว์น้ำ

อาหารสัตว์น้ำ ถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจาก การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะประสบผลสำเร็จได้นั้น ต้องอาศัยปัจจัยหลักๆ สามปัจจัย ได้แก่ พันธุ์สัตว์น้ำที่ดี โตเร็ว เลี้ยงและจัดการได้ง่าย ปลอดภัยและมีความต้านทานโรค ปัจจัยที่สองได้แก่ อาหารที่ดี มีคุณภาพ มีปริมาณสารอาหารเพียงพอ และครบถ้วนตามความต้องการโภชนาของสัตว์น้ำชนิดนั้นๆ และปัจจัยที่สามได้แก่ การจัดการด้านการเลี้ยงที่ดี รวมถึงการเตรียมบ่อ การจัดการคุณภาพน้ำ การป้องกันและรักษาโรค (อรพินท์, 2553)

2.5.1 ชนิดของอาหารสัตว์น้ำ (เวียง, 2543)

อาหารธรรมชาติ คือ อาหารของสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สัตว์น้ำสามารถหากินได้เองตามแหล่งน้ำ เช่น พืชน้ำ สาหร่าย แพลงก์ตอน ไรแดง ไรน้ำเค็ม และตัวอ่อนของแมลง

อาหารผสมสำเร็จหรืออาหารสำเร็จรูป คือ อาหารที่ผ่านการคำนวณสูตรอาหารโดยคำนวณตามความต้องการสารอาหารหรือโภชนะสำหรับสัตว์น้ำชนิดนั้นๆเป็นหลัก โดยเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลาขี้ขาว ข้าวโพด เป็นต้น มาผ่านกระบวนการผลิตอาหารสัตว์น้ำสำเร็จรูป ออกมาเป็นรูปแบบต่างๆ ให้สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดพันธุ์ ขนาด และช่วงวัยของสัตว์น้ำ ได้แก่

อาหารผง ประกอบด้วยวัตถุดิบอาหารชนิดต่างๆ ที่มีลักษณะแห้งและเป็นผงละเอียดมาผสมรวมกัน และโรยให้ปลากิน หรือผสมน้ำปั่นเป็นก้อนให้ปลากิน เหมาะสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน

อาหารเม็ดจมน้ำ ทำมาจากวัตถุดิบอาหารชนิดต่างๆ ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันนำมาผ่านเครื่องอัดเม็ด ที่มีอุณหภูมิและความดันภายในเครื่องไม่สูงมากนัก อาหารจะอัดออกมาในลักษณะเป็นท่อนๆ แล้วจึงนำไปฟุ้งลมให้แห้ง จึงจะเก็บรักษาไว้ได้นาน

อาหารเม็ดลอยน้ำ เป็นอาหารที่ผ่านกรรมวิธีคล้ายกับการผลิตอาหารเม็ดจมน้ำ แต่ผ่านเครื่องอัดเม็ดที่มีความดัน และอุณหภูมิสูง ทำให้เม็ดอาหารที่ได้มีลักษณะพองตัว เบา และลอยน้ำได้

2.5.2 อาหารปลาอุก (Kaset Bay, 2014)

อาหารนับเป็นปัจจัยสำคัญ เนื่องจากต้นทุนการเลี้ยงปลาดุกประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์เป็นค่าอาหาร อาหารที่ใช้เลี้ยงหากมีสารอาหารต่างๆ ครบถ้วนและมีปริมาณเพียงพอ จะส่งผลให้ปลามีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง ปราศจากโรคต่างๆ อาหารที่ใช้เลี้ยงต้องมีสารอาหารครบถ้วนปริมาณเพียงพอ และจะต้องมีความสมดุลกันระหว่างสารอาหารแต่ละชนิดด้วย ปลาดุกเป็นปลาที่กินอาหารได้ทั้งพืชและเนื้อ ถึงกินซาก ซึ่งพอจะแบ่งออกเป็นพวกได้ดังนี้

2.5.2.1 อาหารจำพวกเนื้อ ได้แก่ เนื้อปลาและเนื้อสัตว์ต่างๆ ที่เหมาะสมตามแต่จะหามาได้ หรือเครื่องใน เช่น เครื่องในวัว ไก่ และสุกร ตลอดจนเลือดสัตว์และพวกแมลงต่างๆ เช่น ปลวก หนอน ตัวไหม และไส้เดือน เป็นต้น

2.5.2.2 อาหารจำพวกพืชผัก ได้แก่ รำข้าว ปลาขี้ขาว กากถั่ว กากมัน แป้ง ข้าวโพด แป้งมัน เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้วปลาดุกชอบกินอาหารประเภทเนื้อสัตว์มากกว่าอาหารประเภทพืชและแป้ง แต่การให้อาหารประเภทเนื้อสัตว์เพียงอย่างเดียวจะทำให้ปลาเจริญเติบโตไม่ได้สัดส่วน เช่น อาจทำให้

ตัวอ้วนสั้น มีไขมันมากเกินไป ดังนั้นเพื่อให้ปลาเจริญเติบโตได้สัดส่วนและน้ำหนักดี ควรจะให้ อาหารประเภทเนื้อในอัตรา 30-50 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารประเภทผักและแป้ง

ลักษณะของอาหาร อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาดุกในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ อาหาร สำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำและจมน้ำ และอาหารสด

1) อาหารสำเร็จรูป มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของปลาที่จะ ให้ มีหลายยี่ห้อและราคาแตกต่างกันไป วิธีการให้อาหารสำเร็จรูปค่อนข้างง่าย เพียงแต่สาธอาหาร ลงในบ่อเลี้ยงให้ปลากินก็เสร็จแล้ว แต่การเลือกซื้ออาหารสำเร็จรูปนั้นจะต้องพิจารณาจาก ความคงทนในน้ำ ควรอยู่ในน้ำได้นานไม่ต่ำกว่า 15 นาที ส่วนประกอบของอาหารควรละเอียด มิฉะนั้น จะย่อยยาก และราคาต้องเหมาะสมด้วย

2) อาหารสด ได้แก่ ไล่ไก่ ไส้ปลา ปลาเบ็ด หรือเศษอาหารจากโรงงาน อาหาร เหล่านี้สามารถหาซื้อได้ราคาถูก ควรนำมาใช้เสริมให้แก่ปลาด้วย ก่อนนำมาใช้ควรบดให้ละเอียด และผสมรำ การให้อาหารควรให้กินเป็นที่ และควรให้ที่เดิมทุกครั้ง อย่าสาธทั่วบ่อ เพราะจะทำให้ น้ำเสียได้ง่ายขึ้น ติดโรคได้ง่าย การถ่ายน้ำบ่อยครั้งจะทำให้ปลาโตเร็วขึ้น เพราะการที่ปลาได้น้ำ ใหม่น้อยๆ ทำให้ปลามีความกระปรี้กระเปร่าและกินอาหารได้มาก

2.5.3 กระบวนการผลิตอาหารสัตว์น้ำ (อรพินท์, 2553)

กระบวนการในการผลิตอาหารสัตว์น้ำนั้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลักๆ ดังนี้

การบด เป็นขั้นตอนของการลดขนาดของวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ ให้มีความละเอียด เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตอาหารให้ดีขึ้น อาหารสำเร็จรูปที่ได้ จะมีความ แน่น และมีความคงทนของอาหารสูง

การชั่งน้ำหนัก เป็นการนำวัตถุดิบที่ผ่านการบดละเอียดแล้ว มาชั่งน้ำหนักให้ได้ ตามสูตรอาหารที่คำนวณไว้

การผสม เป็นขั้นตอนของการนำเอาวัตถุดิบที่ชั่งน้ำหนักตามสูตรอาหารแล้ว มา ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ทำให้วัตถุดิบทุกชนิดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

การอัดเม็ด เป็นกระบวนการขึ้นรูปอัดเม็ด ผ่านเครื่องอัดอาหาร โดยการนำวัตถุดิบ ที่ผสมเข้ากันดีแล้ว เทใส่เครื่องอัด และจะผ่านความร้อน ความดันของเครื่องอัดอาหาร มายังหน้า เป็นอัดอาหารที่มีอยู่หลายขนาด สามารถเลือกใส่ได้ตามความต้องการของขนาดเม็ดอาหาร และจะ มีใบมีด คอยตัดอาหารให้ออกมาเป็นเม็ดสำเร็จรูป

การทำให้แห้งและเย็น เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยการนำเม็ดอาหารที่ผ่านเครื่องอัด อาหารแล้ว มาผึ่งลมในที่ร่ม หรืออบให้แห้ง เพื่อไล่ความชื้น ป้องกันการเกิดเชื้อรา ยึดอายุการเก็บ รักษา ทำให้เก็บรักษาได้ง่ายขึ้นด้วย

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสิทธิ์ คิชูแก้วและคณะ (2551) ได้ศึกษาผลของการเสริมเอนไซม์ปาเปนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่เนื้อช่วงอายุ 0-6 สัปดาห์ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบไปด้วย 4 กลุ่มทดลอง ตามสูตรอาหาร แต่ละกลุ่ม ทดลองมี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำ ใช้ไก่เนื้อเพศอายุแรกเกิดจำนวน 10 ตัว รวมทั้งหมด 160 ตัว ทำการศึกษาเป็นเวลา 6 สัปดาห์ สูตรอาหารทดลองเสริมปาเปนจากยางมะละกอในระดับ 0, 0.05, 0.10 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ระยะ 0-3 สัปดาห์ ใช้อาหารทดลองที่มีโปรตีน 23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะ 4- 6 สัปดาห์ ใช้อาหารทดลองที่มีโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ อาหารทั้ง 2 ระยะมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal ME/kg บันทึกข้อมูลน้ำหนักตัว และปริมาณการกินอาหารรายสัปดาห์ ผลการศึกษา พบว่าการเสริมปาเปนระดับต่างๆ มีแนวโน้มทำให้สมรรถภาพการผลิตดีขึ้นได้แก่ น้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามการใช้ปาเปนจากยางมะละกอในไก่เนื้อที่ได้ผลดี คือที่ระดับ 0.20 เปอร์เซ็นต์

อุทัย คันโธและคณะ (2539) การทดลองเพื่อศึกษาผลของการเสริมน้ำย่อยสังเคราะห์และกรดอินทรีย์ผสมในอาหารลูกสุกร ใช้ลูกสุกรหย่านมเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ จำนวน 56 ตัว แบ่งเป็น 7 กลุ่มๆ ละ 8 ตัว สุ่มลูกสุกรแต่ละตัวให้ได้รับอาหารทดลองแต่ละสูตร โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มทดลอง (Completely Randomized Design) โดยสูตร 1 เป็นอาหารเชิงซ้อนที่มีพลาสมาโปรตีนและเลือดปนเป็นส่วนประกอบ สูตร 2 เป็นอาหารเชิงซ้อนที่มีพลาสมาโปรตีน เลือดปนและหางนมเป็นส่วนประกอบ สูตร 3 เป็นอาหารสูตร 1 ที่เสริมน้ำย่อยสังเคราะห์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ สูตร 4 เป็นอาหารสูตร 2 ที่เสริมน้ำย่อยสังเคราะห์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ สูตร 5 เป็นอาหารสูตร 1 ที่เสริมน้ำย่อยสังเคราะห์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และกรดอินทรีย์ผสม 0.2 เปอร์เซ็นต์ สูตร 6 เป็นอาหารสูตร 2 ที่เสริมน้ำย่อยสังเคราะห์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และกรดอินทรีย์ผสม 0.2 เปอร์เซ็นต์ สูตร 7 เป็นอาหารอย่างง่ายที่เสริมน้ำย่อยสังเคราะห์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และกรดอินทรีย์ผสม 0.2 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของลูกสุกรทุกกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาหารที่เสริมด้วยน้ำย่อยสังเคราะห์และกรดอินทรีย์ผสมมีแนวโน้มที่จะมีสมรรถภาพในการผลิตดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ ขณะที่สูตรอาหารอย่างง่ายที่เสริมด้วยสารทั้ง 2 นั้นที่อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารใกล้เคียงกับสูตรอาหารเชิงซ้อน 2 สูตร

ณฤทัย วันชูเพลลาและคณะ (2552) ได้ศึกษาเรื่องการใช้ประโยชน์โปรตีนไฮโดรไลเซตจากคักแด้ไหมอีรีในกึ่งก้ามกราม เป็นการศึกษาการใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตที่ได้จากการย่อยคักแด้ไหมอีรีด้วยเอนไซม์ปาเปนจากยางมะละกอสด เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมในการใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตจากคักแด้ไหมอีรี ในการทดแทนปลาป่นในอาหารกึ่งก้ามกรามที่ระดับ 0, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ การใช้คักแด้ไหมอีรีสดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ และอาหารกึ่งก้ามกรามทางการค้า โดยทำการศึกษาในกึ่งก้ามกรามเพศผู้ขนาด 19.5 ± 1.43 กรัมต่อตัว เพื่อศึกษาผลของการเจริญเติบโต, ปริมาณโปรตีนในเลือด, โปรตีนรวมทั้งในกึ่ง, ปริมาณไกลโคเจนในแซฟฟาโตเคนเคเรียส และ ปริมาณแบคทีเรียในลำไส้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าชุดการทดลองที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตจากคักแด้ไหมอีรีทดแทนปลาป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุดกล่าวคือ การเจริญเติบโตมีค่า 24.08 ± 0.40 กรัมต่อตัว, ปริมาณโปรตีนในเลือด มีค่า 5.8-5.4 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณโปรตีนรวมทั้งตัวกึ่งมีค่า 41.41 ± 0.35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไกลโคเจนในแซฟฟาโตเพเคเรียส มีค่า 14.35 ± 0.52 มิลลิกรัมต่อกรัม ของแซฟฟาโตเพเคเรียส แต่ปริมาณแบคทีเรียแลคติกในลำไส้ในชุดการทดลองที่ใช้คักแด้ไหมอีรีสดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุดคือ 121×10^5 CFU ซึ่งจากผลการทดลองจึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตจากคักแด้ไหมอีรีทดแทนปลาป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ทดแทนปลาป่นได้ดีที่สุด

สัวิกา กิจสวัสดิ์ และนางพางา คุณจักร (2549) ได้ทำการศึกษาเรื่องโปรตีนไฮโดรไลเซตจากเลือดสุกร โดยพบว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส 3 ชนิด พบว่าเอนไซม์ Alcalase 2.4 L มีสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานที่ pH 8 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เอนไซม์ Allzyme FPD และเอนไซม์ Bromelain มีสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานที่ pH 6 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การคัดเลือกเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดในการย่อยโปรตีนจากเลือดสุกร พบว่าเอนไซม์ Alcalase 2.4 L มีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนได้ดีกว่าเอนไซม์ Allzyme FPD และเอนไซม์ Bromelain โดยให้ระดับการย่อยสลายสูงสุดที่ 43.49 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนจากเลือดสุกรโดยเอนไซม์ Alcalase 2.4 L คือปริมาณโปรตีน 2 เปอร์เซ็นต์ เอนไซม์ 30 ยูนิต ย่อยนาน 8 ชั่วโมง โดยให้ระดับการย่อยสลายสูงสุดที่ 48.15 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบคุณสมบัติการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ผลิตได้ พบว่าโปรตีนไฮโดรไลเซตมีลักษณะในการยับยั้งแบคทีเรียในขวงแคบ โดยยับยั้งเฉพาะแบคทีเรียแกรมบวก คือ *Bacillus cereus*, *B. pumilus* และ *Staphylococcus aureus* โดยโปรตีนหรือเปปไทด์ที่มีมวลโมเลกุลมากกว่า 10 kDa มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 การทดลองศึกษาโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในเลือดโคปน

- 3.1.1.1 เลือดโคสด
- 3.1.1.2 หม้อนึ่ง
- 3.1.1.3 ถาดอลูมิเนียม
- 3.1.1.4 ถังมือยาง
- 3.1.1.5 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 3.1.1.6 ครกและสาก
- 3.1.1.7 เอนไซม์บรอมีเลนสกัด
- 3.1.1.8 เอนไซม์ปาเปนสกัด
- 3.1.1.9 แกนสับปะรด
- 3.1.1.10 เปลือกของผลมะละกอดิบ

3.1.2 การทดลองศึกษาประสิทธิภาพการย่อยเลือดโคปนด้วยเอนไซม์

- 3.1.2.1 กรรไกรผ่าตัด
- 3.1.2.2 มีดผ่าตัด
- 3.1.2.3 ไขมีดผ่าตัด เบอร์ 10
- 3.1.2.4 เครื่องบดผสม homogenizer
- 3.1.2.5 ปลายค้อนใหญ่สำหรับเก็บลำไส้
- 3.1.2.6 สารละลาย buffer pH 8
- 3.1.2.7 สารละลาย 10 mM sodium bicarbonate
- 3.1.2.8 สารละลาย 10 mM Na₂ EDTA
- 3.1.2.9 สารละลาย 0.1% sodium benzoate
- 3.1.2.10 เครื่องเขย่าสาร vortex mixer
- 3.1.2.11 เครื่องปั่นเหวี่ยงตกตะกอน Centrifuge
- 3.1.2.12 Centrifuge Tube 15 ml

3.1.2.13 ตู้แช่แข็ง -20 องศาเซลเซียส

3.1.2.14 สารละลาย TNBS

3.1.2.15 ไมโครปิเปต 20-200 μL

3.1.2.16 ไมโครปิเปต 100-1000 μL

3.1.3 การทดลองศึกษาการพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกลูกผสมจากเลือดโคปน

3.1.3.1 ปลาปน

3.1.3.2 กากถั่วเหลือง

3.1.3.3 รำละเอียด

3.1.3.4 ปลาขี้ขาว

3.1.3.5 น้ำมันพืช

3.1.3.6 วิตามินพรีมิกซ์

3.1.3.7 ถังพลาสติก PE ขนาด 700 ลิตร

3.1.3.8 ลูกพันธุ์ปลาดุกลูกผสม จากฟาร์มจำหน่ายลูกพันธุ์สัตว์น้ำเอกชน

3.1.3.9 อาหารอนุบาลลูกพันธุ์ปลา

3.1.3.10 หัวทราย ท่อลม อุปกรณ์ให้อากาศ

3.1.3.11 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2 การดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย ๆ คือ

1. การศึกษาโภชนะที่เป็นองค์ประกอบในเลือดปน โดยการเก็บรวบรวมเลือดสดในกระบวนการแปรรูปโคเนื้อจากโรงฆ่าสัตว์ หรือจากเขียงเนื้อ หรือร้านขายลาบเนื้อ มาหมักแช่ในเอนไซม์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์บรอมีเลนสกัด, เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์ปาเปนสกัด, เลือดโคสดหมักด้วยแกนสับปะรด และเลือดโคสดหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบ หมักแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองเอาแกนสับปะรดและเปลือกของผลมะละกอดิบออก นำเลือดโคหมักทั้ง 4 สูตรที่ได้ไปนึ่งให้สุก ทำให้แห้ง แล้วบดละเอียดให้เป็นผง นำส่งตรวจวิเคราะห์โภชนะที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น (proximate analysis) ในเลือดปน ได้แก่ค่า ความชื้น โปรตีน ไขมัน เหนียว และเถ้า ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)

2. การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยเลือดโคปนด้วยเอนไซม์ โดยการเก็บลำไส้ปลาอุกมาสกัดเอนไซม์ย่อยอาหาร โดยบดลำไส้ให้ละเอียดด้วยเครื่อง homogenizer แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) ที่ความเร็วรอบ $10,000 \times g$ นาน 20 นาที เก็บส่วนใสไว้ในตู้แช่แข็ง หลังจากนั้นนำมาทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์ในการย่อยเลือดป่นที่ pH เท่ากับ 8 ซึ่งเป็นค่า pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์โปรติเอสในลำไส้ปลา รวมถึงการนำเลือดป่นที่ผ่านวิธีการเพิ่มค่าการย่อยได้ด้วยวิธีต่างๆ ในการทดลองย่อยที่ 1 มาศึกษาประสิทธิภาพการย่อยด้วยเอนไซม์ โดยชั่งเลือดโคปน 5 mg. ผสมกับสารละลาย buffer pH 8 และผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส เขย่าตลอดเวลาเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปั่นเหวี่ยงที่ 15,000 g เพื่อเก็บเฉพาะส่วนใส นำสารละลายที่ได้จากการปั่นเหวี่ยง 1.5 ml ผสมกับเอนไซม์จากลำไส้ปลาอุก 250 μL และนำไปเขย่าตลอดเวลาเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นหยุดปฏิกิริยาด้วยการต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที ปั่นเหวี่ยงที่ 15,000 g เพื่อเก็บเฉพาะส่วนใสมาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีน ซึ่งการวิเคราะห์หาความสามารถหรือวัดประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนนั้น ทำได้โดยนำส่วนใสที่ได้จากวิธีการข้างต้น ปริมาตร 400 μL เติมสารละลาย 0.1 เปอร์เซ็นต์ TNBS 0.5 ml และสารละลาย buffer pH 8 ปริมาตร 1 ml ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixer บ่มในที่มืด นาน 60 นาที เติมสารละลาย 1M HCl ปริมาตร 1 ml วัดค่าความดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร

3. การพัฒนาสูตรอาหารปลาอุกถูกผสมจากเลือดโคปนที่ผ่านวิธีการเพิ่มค่าการย่อยได้ที่แตกต่างกัน 4 สูตร ทั้งนี้ได้เลือกเลือดโคปนที่ผ่านการหมักเลือด หรือการไฮโดรไลซิสโปรตีนในเลือดด้วยเอนไซม์จากเปลือกของผลมะละกอดิบ มาใช้เป็นวัตถุดิบลดต้นทุนในการผลิตอาหารปลาคูกถูกผสม เนื่องจากเป็นสูตรการไฮโดรไลซ์เลือดโคปนที่มีต้นทุนต่ำที่สุด และเกษตรกรหรือผู้ใช้ประโยชน์สามารถทำได้เองในระดับครัวเรือน มาทำการสร้างสูตรอาหารปลาคูกถูกผสม ที่มีโปรตีนรวม 30 เปอร์เซ็นต์ และมีการใช้เลือดโคปนที่ผ่านการหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในระดับปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0, 2.5, 5 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ทำการทดลองเลี้ยงปลาคูกถูกผสมด้วยอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร โดยให้อาหารปลาคูกในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน แบ่งให้วันละ 3 มื้อ ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักเพื่อปรับปริมาณอาหารและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

3.3 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารผสมสำเร็จ (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารผสมสำเร็จเสริมเลือดโคปนที่ระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารผสมสำเร็จเสริมเลือดโคปนที่ระดับ 5.0 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารผสมสำเร็จเสริมเลือดโคปนที่ระดับ 7.5 เปอร์เซ็นต์

3.4 สูตรอาหารทดลอง

สูตรอาหารทดลองที่มีการเสริมเลือดโคปนที่ผ่านการเพิ่มค่าการย่อยได้ในการทดลองย่อยที่ 2 คือ เลือดโคปนที่ผ่านการหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบ โดยสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลาดุก ลูกผสมนี้ มีโปรตีนรวมเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์โปรตีน ประกอบด้วยวัตถุดิบดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรอาหารทดลอง

วัตถุดิบ (กิโลกรัม)	ชุดควบคุม	เสริมเลือดโคปน 2.5 %	เสริมเลือดโคปน 5.0 %	เสริมเลือดโคปน 7.5 %
กากถั่วเหลือง44%	37.5	33.0	27.7	22.5
ปลาป่น60%	15.5	15.0	15.0	15.0
รำละเอียด	25.5	26.0	27.8	28.5
ปลายข้าว	18.0	20.0	21.0	23.0
น้ำมันพืช	3.5	3.5	3.5	3.5
เลือดโคปน	-	2.5	5.0	7.5
รวม (กิโลกรัม)	100.0	100.0	100.0	100.0

3.5 การเก็บผลข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้แก่ ค่าน้ำหนักสุดท้าย ค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น ค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ค่าอัตราการกินอาหาร ค่าอัตราแลกเนื้อ และค่าอัตราการรอด โดยมีการคำนวณ ดังนี้

3.5.1 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (weight gain : กรัมต่อตัว)

$$= \text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}$$

3.5.2 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อตัวต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{ระยะเวลาในการทดลอง}}$$

3.5.3 ปริมาณอาหารที่กิน (กรัมต่อตัวต่อวัน) Feed Intake, FI

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

3.5.4 อัตราแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio : FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้}}{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น}}$$

3.5.5 อัตราการรอดตาย Survival (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาสุดท้าย} \times 100}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น}}$$

ที่มา : (วิมล จันทรโรทัย และคณะ, 2535)

3.6 การวิเคราะห์ผลข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

3.7 สถานที่ทำการวิจัย

โรงพยาบาลสัตว์น้ำ อาคารปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และอาคารปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลของการศึกษาโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในเลือดโคปน

จากการศึกษาโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในเลือดโคปน โดยการเก็บรวบรวมเลือดสดในกระบวนการแปรรูปโคเนื้อจากโรงฆ่าสัตว์ หรือจากเขียงเนื้อ หรือร้านขายลาบเนื้อ มาหมักแช่ในเอนไซม์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์บรอมีเลนสกัด, เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์ปาเปนสกัด, เลือดโคสดหมักด้วยแกนสับปะรด และเลือดโคสดหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบ หมักแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองเอาแกนสับปะรดและเปลือกของผลมะละกอดิบออก นำเลือดโคหมักทั้ง 4 สูตรที่ได้ไปนึ่งให้สุก ทำให้แห้ง แล้วบดละเอียดให้เป็นผงนำไปวิเคราะห์โภชนาที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น (proximate analysis) ในเลือดโคปน ได้แก่ค่า ความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ และเถ้า ตามวิธีของ A.O.A.C (2000) ได้ผลการวิจัยดังแสดงค่าในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 โภชนาที่เป็นองค์ประกอบในเลือดโคปน

รูปแบบการใช้	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เกลือ	เถ้า
เอนไซม์ในเลือดโค	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
เลือดโคสด	12.04	79.02	1.07	0.80	4.85
เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์บรอมีเลนสกัด	11.06	81.76	0.79	0.65	4.62
เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์ปาเปนสกัด	11.12	81.40	0.84	0.70	4.65
เลือดโคสดหมักด้วยแกนสับปะรด	11.45	80.15	0.97	0.78	4.81
เลือดโคสดหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบ	11.38	80.23	0.91	0.72	4.74

4.2 ผลของการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยเลือดโคปนด้วยเอนไซม์

การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยเลือดโคปนด้วยเอนไซม์ โดยการเก็บลำไส้ปลาตุ้มมาสกัดเอนไซม์ย่อยอาหาร และนำมาทดสอบการย่อยเลือดโคปนที่ผ่านวิธีการเพิ่มค่าการย่อยได้ด้วยวิธีต่างๆ ในการทดลองย่อยที่ 1 ได้ผลการวิจัยดังแสดงค่าในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการย่อยเลือดโคปนด้วยเอนไซม์

รูปแบบการใช้เอนไซม์ในเลือดโค	การย่อยได้ (mg/ml)
เลือดโคสด	0.046±0.17 ^b
เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์บรอมิเลนสกัด	0.224±0.11 ^a
เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์ปาเปนสกัด	0.219±0.08 ^a
เลือดโคสดหมักด้วยแกนสับปะรด	0.135±0.28 ^{ab}
เลือดโคสดหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบ	0.157±0.21 ^{ab}
P-value	0.036

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า เอนไซม์จากลำไส้ สามารถย่อยโปรตีนในเลือดโคปนที่ผ่านวิธีการเพิ่มค่าการย่อยได้ด้วยวิธีการไฮโดรไลซิสโปรตีนด้วยเอนไซม์รูปแบบต่างๆ ได้แก่ เลือดโคสด, เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์บรอมิเลนสกัด, เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์ปาเปนสกัด, เลือดโคสดหมักด้วยแกนสับปะรด และเลือดโคสดหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบ พบว่า เอนไซม์จากลำไส้ปลาตุ้มมีความสามารถในการย่อยโปรตีนในเลือดโคปนรูปแบบต่างๆ มีค่าเท่ากับ 0.046±0.17, 0.224±0.11, 0.219±0.08, 0.135±0.28 และ 0.157±0.21 mg/ml ตามลำดับ

4.3 ผลของการศึกษาการพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกลูกผสมจากเลือดโคปน

การพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกลูกผสมจากเลือด โคปนที่ผ่านวิธีการเพิ่มค่าการย่อยได้ที่แตกต่างกัน 4 สูตร ทั้งนี้ได้เลือกเลือดโคปนที่ผ่านการหมักเลือด หรือการไฮโดรไลซิสโปรตีนในเลือดด้วยเอนไซม์จากเปลือกของผลมะละกอดิบ มาใช้เป็นวัตถุดิบลดต้นทุนในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม เนื่องจากเป็นสูตรการไฮโดรไลซ์เลือดโคปนที่มีต้นทุนต่ำที่สุด และเกษตรกรหรือผู้ใช้ประโยชน์สามารถจัดหาวัตถุดิบได้ในท้องถิ่นของตน และสามารถทำได้เองในระดับครัวเรือน มาทำการสร้างสูตรอาหารปลาดุกลูกผสม ที่มีโปรตีนรวม 30 เปอร์เซ็นต์ และมีการใช้เลือดโคปนที่ผ่านการหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในระดับปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0.0, 2.5, 5.0 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร เมื่อนำไปทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้ผลการวิจัยดังแสดงค่าในตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสม

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง				
	ควบคุม	เลือดปน 2.5%	เลือดปน 5.0%	เลือดปน 7.5%	p-value
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัมต่อตัว) ^{ns}	23.70 ± 0.67	23.72 ± 0.42	23.70 ± 0.34	23.70 ± 0.67	0.998
น้ำหนักสุดท้าย (กรัมต่อตัว) ^{ns}	69.13 ± 6.20	72.20 ± 4.90	77.11 ± 8.94	76.10 ± 3.12	0.415
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัมต่อตัว) ^{ns}	45.50 ± 5.94	48.50 ± 4.60	53.50 ± 8.60	52.42 ± 2.61	0.376
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัมต่อตัวต่อวัน) ^{ns}	0.81 ± 0.10	0.90 ± 0.10	1.00 ± 0.15	0.93 ± 0.04	0.189

หมายเหตุ ns หมายถึง คุณลักษณะปรากฏที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในแนวนอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากการศึกษาผลของการเสริมเลือดวัวปนในอาหารปลาดุกลูกผสม เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปลา พบว่า ค่าน้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 23.70 ± 0.67 , 23.72 ± 0.42 , 23.70 ± 0.34 และ 23.70 ± 0.67 กรัมต่อตัว ค่าน้ำหนักสุดท้ายเท่ากับ 69.13 ± 6.20 , 72.20 ± 4.90 , 77.11 ± 8.94 และ 76.10 ± 3.12 กรัมต่อตัว ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 45.50 ± 5.94 , 48.50 ± 4.60 , 53.50 ± 8.60 และ

52.42 ± 2.61 กรัมต่อตัว ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันเท่ากับ 0.81 ± 0.10, 0.90 ± 0.10, 1.00 ± 0.15 และ 0.93 ± 0.04 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับชุดการทดลอง ในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ และอัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสม

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง				p-value
	ควบคุม	เลือดปน 2.5%	เลือดปน 5.0%	เลือดปน 7.5%	
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัมต่อตัวต่อวัน) ^{ns}	2.00 ± 0.10	2.12 ± 0.15	2.20 ± 0.16	2.20 ± 0.05	0.189
อัตราการเปลี่ยนอาหาร เป็นเนื้อ ^{ns}	2.50 ± 0.30	2.50 ± 0.11	2.33 ± 0.23	2.40 ± 0.20	0.774
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ^{ns}	93.33 ± 8.82	92.22 ± 3.85	92.22 ± 2.00	93.33 ± 5.80	0.989

หมายเหตุ ns หมายถึง คุณลักษณะปรากฏที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในแนวนอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

พบว่า ค่าปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 2.00 ± 0.10, 2.12 ± 0.15, 2.20 ± 0.16 และ 2.20 ± 0.05 กรัมต่อตัวต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 2.50 ± 0.30, 2.50 ± 0.11, 2.33 ± 0.23 และ 2.40 ± 0.20 และค่าอัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสมเท่ากับ 93.33 ± 8.82, 92.22 ± 3.85, 92.22 ± 2.00 และ 93.33 ± 5.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับชุดการทดลอง ในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

4.4 ผลการศึกษาต้นทุน

จากการพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกลูกผสมจากเลือดโคปน มีผลต่อต้นทุนค่าอาหาร ดังแสดงค่าในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนการผลิตอาหาร

วัตถุดิบ (ราคา/บาท/กิโลกรัม)	ราคาวัตถุดิบ			
	ควบคุม	เลือดปน 2.5%	เลือดปน 5.0%	เลือดปน 7.5%
ปลายข้าว	2.20	2.44	2.57	2.81
รำละเอียด	2.42	2.47	2.63	2.70
ปลาป่น 60%	4.91	4.76	4.76	4.76
กากถั่วเหลือง 44%	4.39	3.86	3.24	2.63
น้ำมันพืช	1.75	1.75	1.75	1.75
เลือดวัวปน	-	-	-	-
รวม	15.67	15.28	14.95	14.65
รวมราคา บาท/ 1 กิโลกรัม	15.67 บาท	15.28 บาท	14.95 บาท	14.65 บาท

จากการศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการเสริมเลือดวัวปนเพื่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสม พบว่า ต้นทุนอาหารทั้ง 4 สูตร เท่ากับ 15.67, 15.28, 14.95 และ 14.65 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับชุดการทดลอง ดังตารางที่ 4.5 ต้นทุนการผลิตอาหารขึ้นอยู่กับสถานการณ์ราคาของวัตถุดิบในสูตรอาหารซึ่งการเลือกใช้วัตถุดิบท้องถิ่น หรือเศษเหลือจากการแปรรูปทางภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมมาเสริมในสูตรอาหารสัตว์น้ำ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารได้ ซึ่งการลดต้นทุนด้านอาหารลงได้ ถือว่าเป็นการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตสัตว์น้ำได้อย่างมาก เนื่องจากต้นทุนค่าอาหารถือเป็นต้นทุนหลักในการผลิตคิดเป็น 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิตรวมทั้งหมด ซึ่งการเสริมเลือดวัวปนในอาหารปลาดุกลูกผสม ทำให้ได้ต้นทุนที่ต่ำกว่าอาหารในชุดควบคุม และอาหารสำเร็จรูปที่มีขายโดยทั่วไปตามท้องตลาดที่มีราคาขายอยู่ระหว่าง 24 - 26 บาทต่อกิโลกรัม โดยต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำจะมีราคาต่ำลงเมื่อมีการใช้เลือดวัวปนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ในสูตรอาหาร

บทที่ 5

วิจารณ์ผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 วิจารณ์ผลการวิจัย

5.1.1 ผลของการศึกษาโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในเลือดโคปน

พบว่า เลือดโคปนที่มาจากรูปแบบต่างๆ ได้แก่ เลือดโคสด, เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์บรอมิเลนสกัด, เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์ปาเปนสกัด, เลือดโคสดหมักด้วยแกนสับปะรด และเลือดโคสดหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบ มีค่าปริมาณความชื้นเท่ากับ 12.04, 11.06, 11.12, 11.45 และ 11.38 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณโปรตีนเท่ากับ 79.02, 81.76, 81.40, 80.15 และ 80.23 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณไขมันเท่ากับ 1.07, 0.79, 0.84, 0.97 และ 0.91 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณเยื่อใยเท่ากับ 0.80, 0.65, 0.70, 0.78 และ 0.72 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าปริมาณเถ้าเท่ากับ 4.85, 4.62, 4.65, 4.81 และ 4.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการวิจัย ถือได้ว่าเลือดโคปนที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ในรูปแบบต่างๆ ทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น มีปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณเยื่อใยที่ลดลง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมกับ โภชนาที่สัตว์น้ำมีความต้องการ และส่งผลต่อการย่อยได้ของสัตว์น้ำ และถือว่าเป็นโปรตีนไฮโดรไลเซตที่มีคุณสมบัติที่สามารถนำไปเป็นวัตถุดิบทดแทนหรือวัตถุดิบเสริมในการผลิตอาหารสัตว์น้ำได้ โดยวัตถุดิบที่ใช้ผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตควรมีปริมาณโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง (Adler-Nissen, 1986) ซึ่งปริมาณโปรตีนในโปรตีนไฮโดรไลเซตจากเลือดโคปนในรูปแบบต่างๆ นั้น มีมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง ดังนั้นเลือดโคปน จึงถือเป็นแหล่งของโปรตีนสำหรับการนำมาผลิตเป็นโปรตีนไฮโดรไลเซตได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสิวิกา กิจสวัสดิ์และนางพาง คุณจักร ที่ได้ศึกษาเรื่อง โปรตีนไฮโดรไลเซตจากเลือดสุกร พบว่า จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในเลือดสุกรพบว่า มีองค์ประกอบหลักคือน้ำ 81.95 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือโปรตีน 15.34 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้มีไขมัน เถ้าและคาร์โบไฮเดรต 0.13, 1.21 และ 1.38 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักเปียกตามลำดับ โดยวัตถุดิบที่ใช้ผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตควรมีปริมาณโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง (Adler-Nissen, 1986) ซึ่งเมื่อคิดปริมาณโปรตีนจากเลือดสุกรแล้วพบว่า มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 85.26 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแห้ง ดังนั้นเลือดสุกรจึงถือเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับการนำมาผลิตเป็นโปรตีนไฮโดรไลเซตได้

5.1.2 ผลของการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยเลือดโคปนด้วยเอนไซม์

พบว่า จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า เอนไซม์จากลำไส้ สามารถย่อยโปรตีนในเลือดโคปนที่ผ่านวิธีการเพิ่มค่าการย่อยได้ด้วยวิธีการไฮโดรไลซิสโปรตีนด้วยเอนไซม์รูปแบบต่างๆ ได้แก่ เลือดโคสด, เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์บรอมิเลนสก็ด, เลือดโคสดหมักด้วยเอนไซม์ปาเปนสก็ด, เลือดโคสดหมักด้วยแกนสับประด และเลือดโคสดหมักด้วยเปลือกของผลมะละกอดิบ พบว่า เอนไซม์จากลำไส้ปลาฉลามมีความสามารถในการย่อยโปรตีนในเลือดโคปนรูปแบบต่าง ๆ มีค่าเท่ากับ 0.046 ± 0.17 , 0.224 ± 0.11 , 0.219 ± 0.08 , 0.135 ± 0.28 และ 0.157 ± 0.21 mg/ml ตามลำดับ เป็นเช่นนี้เนื่องจาก การย่อยสลายโปรตีน หรือการไฮโดรไลซิสโปรตีน หรือโปรตีนไฮโดรไลเซต (Protein hydrolysates) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์ ซึ่งเป็นการย่อยสลายโปรตีนที่ได้จากแหล่งต่างๆ เช่น จากปลา นม ไข่ พืช เป็นต้น ที่บริเวณพื้นระเปปไทด์เพื่อให้ได้เปปไทด์ที่สายสั้นและกรดอะมิโนอิสระ ซึ่งการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจะส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของโปรตีน (Severin, S. and Xia, W.S., 2006) ซึ่งในปัจจุบันการย่อยสลายโปรตีนโดยใช้เอนไซม์โปรติเอสจากแหล่งต่างๆ กำลังได้รับความนิยม เพราะการใช้เอนไซม์โปรติเอสในการย่อยสลายโปรตีนที่บริเวณพื้นระเปปไทด์จะทำให้ได้เปปไทด์ที่มีขนาดเล็ก และกรดอะมิโนอิสระปริมาณมาก สามารถควบคุมระดับการย่อย การกระจายตัวของขนาดโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ได้นั้นดี และยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (วาริต และ พูนสุข, 2545) โดยเห็นได้จากงานวิจัยของสิวิกา กิจสวัสดิ์ และนางพญา คุณจักร (2549) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องโปรตีนไฮโดรไลเซตจากเลือดสุกร โดยพบว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส 3 ชนิด พบว่าเอนไซม์ Alcalase 2.4 L มีสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานที่ pH เท่ากับ 8 และอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เอนไซม์ Allzyme FPD และเอนไซม์ Bromelain มีสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานที่ pH 6 อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การคัดเลือกเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดในการย่อยโปรตีนจากเลือดสุกร พบว่าเอนไซม์ Alcalase 2.4 L มีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนได้ดีกว่าเอนไซม์ Allzyme FPD และเอนไซม์ Bromelain โดยให้ระดับการย่อยสลายสูงสุดที่ 43.49 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนจากเลือดสุกรโดยเอนไซม์ Alcalase 2.4 L คือปริมาณ โปรตีน 2 เปอร์เซ็นต์ เอนไซม์ 30 ยูนิต ย่อยนาน 8 ชั่วโมง โดยให้ระดับการย่อยสลายสูงสุดที่ 48.15 เปอร์เซ็นต์ การทดสอบคุณสมบัติการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ผลิตได้ พบว่าโปรตีนไฮโดรไลเซตมีลักษณะในการยับยั้งแบคทีเรียในวงแคบ โดยยับยั้งเฉพาะแบคทีเรียแกรมบวก คือ *Bacillus cereus*, *B. pumilus* และ *Staphylococcus aureus* โดยโปรตีนหรือเปปไทด์ที่มีมวลโมเลกุลมากกว่า 10 kDa มีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

5.1.3 ผลของการศึกษาการพัฒนาสูตรอาหารปลาคุกกูผสมจากเลือดโคปน

พบว่า จากผลการศึกษาการเสริมเลือดวัวปนในอาหารปลาคุกกูผสมต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย ที่ระดับปริมาณต่างกัน ได้แก่ 0.0, 2.5, 5.0 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร พบว่า ค่าน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยปลาคุกกูผสมที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมเลือดวัวปนในทุก ระดับปริมาณ ให้ผลการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาคุกกูผสมเทียบเท่ากับชุดควบคุม โดยการนำเลือดโคปนมาใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้น ต้องนำไปผ่านการย่อยด้วยกรด หรือเอนไซม์ก่อน เพื่อปรับคุณสมบัติของเลือดโคปนให้ดีขึ้น ซึ่งการทดลองนี้ได้นำเลือดวัวปนไปผ่านการย่อยด้วยยางมะละกอที่มีเอนไซม์ปาเปนเป็นองค์ประกอบ เอนไซม์ปาเปน (Papain) เป็นเอนไซม์ที่พบมากในยางมะละกอในส่วนใบ ก้าน และผลดิบ ถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อทำให้ใสสำหรับ เบียร์ ไวน์และเครื่องดื่มอื่น ๆ โดยปาเปนจะทำหน้าที่ย่อยโปรตีนโมเลกุลใหญ่ที่แขวนลอยในผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดตะกอนขุ่น ให้มีโมเลกุลเล็กลงได้สารละลายใส ไม่ขุ่นเมื่อเก็บไว้นาน ช่วยย่อยเนื้อสัตว์ที่เหนียวให้นุ่ม เปื่อย เมื่อนำมาปรุงสุกได้ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และนิชิยา รัตนานนท์, 2546) และถูกนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมยาและใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ โดยใช้เป็นองค์ประกอบของยาช่วยย่อยอาหาร นอกจากนี้ยังช่วยรักษาแผลติดเชื่อ เนื่องจากปาเปนมีคุณสมบัติให้เลือดแข็งตัว และยังสามารถใช้ฆ่าพยาธิในลำไส้ได้ด้วย (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2551) เมื่อโปรตีนในเลือดโคปนถูกย่อยจนโมเลกุลเล็กลง ทำให้มีคุณสมบัติเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ดีขึ้นได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของเอกสิทธิ์ คิชฐ์แก้วและคณะ (2551) ที่ได้ศึกษาผลของการเสริมเอนไซม์ปาเปนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่เนื้อ โดยทำการเลี้ยงไก่เนื้อด้วยอาหาร 4 สูตร คือ อาหารพื้นฐานเสริมปาเปนจากยางมะละกอที่ระดับ 0.00, 0.05, 0.10 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการใช้ปาเปนจากยางมะละกอในระดับต่าง ๆ ในอาหารมีแนวโน้มทำให้สมรรถภาพการผลิตด้านต่าง ๆ ดีขึ้น เนื่องจากปาเปนช่วยย่อยโปรตีนในอาหาร (จำรัส นิมิตรพรชัย, 2534) ระดับปาเปนที่แนะนำให้ใช้เสริมในอาหารไก่เนื้อ คือ 0.20 เปอร์เซ็นต์ และดั่งเช่นงานวิจัยของณฤทัย วันชูเพลาและคณะ (2552) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้ประโยชน์โปรตีนไฮโดรไลเซตจากคักแด้ไหมอีรีในกึ่งก้ามกราม เป็นการศึกษาการใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตที่ได้จากการย่อยคักแด้ไหมอีรีด้วยเอนไซม์ปาเปนจากยางมะละกอสด เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมในการใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตจากคักแด้ไหมอีรี ในการทดแทนปลาป่นในอาหารกึ่งก้ามกรามที่ระดับ 0, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ การใช้คักแด้ไหมอีรีสดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ และอาหารกึ่งก้ามกรามทางการค้า โดยทำการศึกษาในกึ่งก้ามกรามเพศผู้ขนาด 19.5 ± 1.43 กรัมต่อตัว เพื่อศึกษาผลของการเจริญเติบโต,

ปริมาณโปรตีนในเลือด, โปรตีนรวมทั้งในกึ่ง, ปริมาณไกลโคเจนในแซฟฟาโตเพเรียสหรือในระดับ และปริมาณแบคทีเรียในลำไส้ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าชุดการทดลองที่ใช้โปรตีนไฮโดรไลเซต จากคักแด่ใหม่อีรีททดแทนปลาป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุดกล่าวคือ การเจริญเติบโตมีค่า 24.08 ± 0.40 กรัมต่อตัว, ปริมาณโปรตีนในเลือด มีค่า 5.8-5.4 เปอร์เซ็นต์, ปริมาณโปรตีนรวมทั้งตัว กึ่งมีค่า 41.41 ± 0.35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไกลโคเจนในแซฟฟาโตเพเรียส มีค่า 14.35 ± 0.52 มิลลิกรัมต่อกรัม ของแซฟฟาโตเพเรียส แต่ปริมาณแบคทีเรียแลคติกในลำไส้ในชุดการทดลองที่ใช้คักแด่ใหม่อีรีททดแทนปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุดคือ 121×10^5 CFU ซึ่งจาก ผลการทดลองจึงสามารถสรุปได้ว่าการใช้โปรตีนไฮโดรไลเซตจากคักแด่ใหม่อีรีททดแทนปลาป่นที่ ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ทดแทนปลาป่นได้ดีที่สุด

5.1.4 ผลการศึกษาต้นทุน

พบว่า จากการศึกษาด้านทุนค่าอาหารในการเสริมเลือดวัวป่นเพื่อเลี้ยงปลาอุกถูกผสม พบว่า ต้นทุนอาหารทั้ง 4 สูตร เท่ากับ 15.67, 15.28, 14.95 และ 14.65 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับชุดการ ทดลอง ดังตารางที่ 4.5 ต้นทุนการผลิตอาหารขึ้นอยู่กับสถานการณ์ราคาของวัตถุดิบในสูตรอาหาร ซึ่งการเลือกใช้วัตถุดิบท้องถิ่น หรือเศษเหลือจากการแปรรูปทางภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมมา เสริมในสูตรอาหารสัตว์น้ำ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารได้ ซึ่งการลดต้นทุนด้านอาหารลงได้ ถือว่าเป็นการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตสัตว์น้ำได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากต้นทุนค่าอาหารถือเป็น ต้นทุนหลักในการผลิตคิดเป็น 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิตรวมทั้งหมด (อรพินท์ จินตสถาพร, 2553) ซึ่งการเสริมเลือดวัวป่นในอาหารปลาอุกถูกผสม ทำให้ได้ต้นทุนที่ต่ำกว่า อาหารในชุดควบคุม และอาหารสำเร็จรูปที่มีขายโดยทั่วไปตามท้องตลาดที่มีราคาขายอยู่ระหว่าง 24 - 26 บาทต่อกิโลกรัม โดยต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำจะมีราคาต่ำลงเมื่อมีการใช้เลือดวัวป่นใน ปริมาณที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ซึ่งผลการศึกษาต้นทุนในครั้งนี้ มีผลการศึกษาที่ขัดแย้งกับงานวิจัย ของเอกสิทธิ์ ดิษฐ์แก้วและคณะ (2551) ที่ได้ศึกษาผลของการเสริมเอนไซม์ปาเปนในอาหารต่อ สมรรถภาพการผลิตในไก่เนื้อ ที่พบว่าต้นทุนในการเสริมเอนไซม์ปาเปนมีผลทำให้ต้นทุนในด้าน ค่าอาหารสูงขึ้นตามระดับในการเสริมเอนไซม์ แต่ในการวิจัยครั้งนี้พบว่า ต้นทุนค่าอาหารที่มีการ เสริมเลือดป่นที่ผ่านการย่อยโปรตีนด้วยยางมะละกอมิมีต้นทุนที่ต่ำกว่าอาหารชุดควบคุมและอาหาร ที่มีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด เนื่องจากใช้ยางมะละกอจากผิวของผลดิบมะละกอที่ได้จาก ท้องถิ่น จึงไม่มีต้นทุนค่ามะละกอดิบ

5.2 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการเสริมเลือดวัวปนในอาหารปลาดุกลูกผสมที่ระดับต่างกัน ได้แก่ 0.0, 2.5, 5.0 และ 7.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมเลือดวัวปนในทุกระดับปริมาณ มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่ปลากิน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีการเสริมเลือดวัวปนในอาหาร ($P > 0.05$) ให้ผลการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสมเทียบเท่ากับชุดควบคุม แต่ต้นทุนค่าอาหารที่มีการเสริมเลือดวัวปนต่ำกว่าชุดควบคุม และการเสริมเลือดวัวปนในปริมาณที่สูงขึ้นจะยิ่งช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้มากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรเพิ่มเวลาในการใช้ขี้ขี้จากฝักของผลดิบมะละกอ เพื่อเพิ่มเวลาในการย่อยโมเลกุลโปรตีนในเลือดวัวปนให้มีคุณสมบัติดีขึ้น ให้สัตว์น้ำสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น

5.3.2 ควรเพิ่มระยะเวลาทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยอาหารเสริมเลือดวัวปนให้นานขึ้น เพื่อให้ค่าเฉลี่ยผลการเจริญเติบโตของปลาที่มีแนวโน้มที่เห็นได้ชัดเจนมากขึ้น

บรรณานุกรม

- กองวิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ. 2556. แหล่งโปรตีนจากสัตว์. [online]. วัตถุดิบที่ใช้ในอาหารสัตว์น้ำสำเร็จรูป. แหล่งที่เข้าถึง <https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/site2/afr> [12 กันยายน 2563]
- กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. 2553. เดินหน้ารับมือเปิดเสรีโคนม-โคเนื้อ. [online]. ตลาดโค. แหล่งที่เข้าถึง <http://www.dtn.go.th/th/news/> [9 กรกฎาคม 2563]
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2551. การผลิตเอนไซม์ปาเปนเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม. [online]. กระทรวงอุตสาหกรรม. แหล่งที่เข้าถึง <http://library.dip.go.th/multim6/ebook/2552/HAN%20%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B8%AD56%20%E0%B8%8151-13.pdf> [13 กันยายน 2563]
- กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. 2552. การเลี้ยงโคเนื้อ. เอกสารคำแนะนำ. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ.
- กิตติ กุบแก้ว. 2561. เกษตรกรบุญเลี้ยง “โคเนื้อ” ป้อนส่งออก-จีนตลาดใหญ่. [online]. เศรษฐกิจภูมิภาค. แหล่งที่เข้าถึง <https://www.prachachat.net/local-economy/news-130855> [3 กันยายน 2563]
- จรัส นิมิตรพรชัย. 2534. การเตรียมผงทำให้อาหารนุ่มโดยโปรตีนไฮโดรไลติกเอนไซม์ (ปาเปน). วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณฤทัย วันชูเพลลา, อรพินท์ จินตสถาพร, ประทักษ์ ตาบทพิชัยวรรณ และนนทวิทย์ อารีชัยชน. 2552. การใช้ประโยชน์โปรตีนไฮโดรไลเซตจากคอกัดไ้ไหมอีรีในกึ่งก้ามกราม, น. 364-372. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ไทยเกษตรศาสตร์. 2556. การเพาะเลี้ยงปลาอุก. [online]. การทำประมง. แหล่งที่เข้าถึง <https://www.thaikasetsart.com/การเพาะเลี้ยงปลาอุก/> [15 สิงหาคม 2563]
- ชาติรี จีราพันธุ์. 2549. เลือดแห้ง (blood meal). [online]. วัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน. แหล่งที่เข้าถึง http://elearning.nsruc.ac.th/web_elearning/animal/lesson2_5.php [13 มิถุนายน 2563]

นฤมล อิศวเกษมณี. 2557. **โภชนศาสตร์และการให้อาหารปลา**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 280 หน้า.

พัชรา วีระกะลัส. 2543. **เอนไซม์**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิพัฒน์ อินทรมาตย์. 2553. **ปลาดุกบิกอูย**. เกษตรสยามบุ๊คส์, กรุงเทพฯ. 136 น.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และนิธิยา รัตนูปนนท์. 2546. **ปาเปน**. [online]. เอนไซม์ปาเปน. แหล่งที่เข้าถึง <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1081/papain-%E0%B8%9B%E0%B8%B2%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B8%99> [26 กันยายน 2563]

เพ็ญศิริ ชำรงลักษณ์. 2534. **การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตจากเลือดเพื่อใช้ในอาหารสัตว์น้ำ**. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แพรวพรรณ ห่องทองแดง และครุณี กอเขา. 2544. ลักษณะทางกล้องจุลทรรศน์ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนที่มาจากสัตว์, น. 243-249. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 (สาขาสัตว์)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วาริต หมดหมาน และ พูนสุข ประเสริฐสรรพ. 2545. ผลกระทบจากการแปรรูปวัสดุเศษเหลือโรงงานแปรรูปอาหารทะเลด้วยวิธีเทคโนโลยีชีวภาพและการประยุกต์ใช้. **วารสารสงขลานครินทร์**. เม.ย.-มิ.ย. 2545, 24(2): 341-356.

วิมล จันทรโรทัย, ประเสริฐ สีตะสิทธิ์, ศิริมล ชุ่มสูงเนิน และสมฤกษ์ ชินมุข. 2535. **อาหารที่ระดับโปรตีนต่างกันแต่พลังงานคงที่ต่อการเจริญเติบโตและไขมันสะสมในปลาสร้อย**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 124. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2543. **โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. 2558. **ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ รายจังหวัด ปี 2558**. [online]. ข้อมูลเกษตรกร/ปศุสัตว์ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558. แหล่งที่เข้าถึง http://ict.dld.go.th/webnew/images/stories/stat_web/monthly/2558/T2-1.pdf [12 กรกฎาคม 2563]

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. 2560. **ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ รายจังหวัด ปี 2560**. [online]. ข้อมูลเกษตรกร/ปศุสัตว์ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560. แหล่งที่เข้าถึง http://ict.dld.go.th/webnew/images/stories/stat_web/monthly/2560/T2-1.pdf [12 กรกฎาคม 2563]

- สว่าง อังกูโร. 2552. นโยบายและแนวโน้ม ราคาโคเนื้อ ปี 2552. วารสารปศุสัตว์เกษตรศาสตร์ 35 (138): 26-34.
- สีวิภา กิจสวัสดิ์ และนางพงา คุณจักร. 2549. โปรตีนไฮโดรไลเซตจากเลือดสุกร, น. 418-425. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขา วิทยาศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุปราณี เข้มพราย. 2539. การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซตจากของเหลือจากโรงงานผลิตซูริมิเพื่อใช้เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรพินท์ จินตสถาพร. 2553. วิชาอาหารสัตว์น้ำ (251371). เอกสารประกอบการสอน ภาควิชา เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อุทัย กันโธ วิไลลักษณ์ ชาวอุทัย สมโชน์ ทับเจริญ และสุกัญญา จิตตพรพงษ์. 2539. ผลของการใช้น้ำย่อยสังเคราะห์และกรดอินทรีย์ผสมในสูตรอาหารลูกสุกรหย่านมชนิดสูตรอาหารอย่างง่ายและสูตรอาหารเชิงซ้อน, น. 170-176. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34 (สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ. 2535. การผลิตไฮโดรไลซ์เวเจตเทเบิลโปรตีนจากโปรตีนถั่วเขียว เพื่อใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เอกสิทธิ์ ดิษฐ์แก้ว, เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ, นรินทร์ ทองวิทยา และวีรศักดิ์ ประกิต. 2551. ผลของการเสริมเอนไซม์ปาเปนในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่เนื้อ. วารสารวิจัยและส่งเสริม วิชาการเกษตร 25 (2): 17-23.
- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis**. 15Th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia. 1298 p.
- Adler-Nissen, J. 1986. **Enzymic Hydrolysis of Food Protein**. Vanderbilt, New York. 421 p.
- Bertoldi, M., G, Vallini and A. Pera. 1983. The biology of composting: A review Waste Manage. **And Res.** 1:157-176. CRC Press, London.
- Eskin, N.A.M. and Henderson, H.M. 1971. **Biochemistry of food**. Academic Press, New York. 240 p.
- GHD. 2015. โรงฆ่าสัตว์ในบทความนวัตกรรมใหม่และห่วงโซ่อุปทานเนื้อวัวในประเทศไทย. เอกสารเผยแพร่. แหล่งที่เข้าถึง Investment Opportunity Brochure (Thai)_1.pdf [27 มิถุนายน 2563]

- Greenberg, N.A. and W.F. Shipe. 1979. Comparison of abilities of TCA, picric, sulphosalicylic and tungstic acids to precipitate protein hydrolysates and proteins. **J. Food Sci.** 44:735-737.
- Hall, G.M. and N.H. Ahmad. 1992. Functional properties of fish protein hydrolysates. pp. 249-274. **In G.M. Hall, ed. Fish Processing Technology.** Van Nostrand Reinhold, New York.
- Hill, R.L. 1965. Hydrolysis of proteins. **Adv Protein Chem.** 20: 37-107.
- Hoyle, N.T. and J.H. Meritt. 1994. Quality of fish protein hydrolysates from herring. **J. Food Sci.** 59: 76-79.
- Hudson, B.J.F. 1992. **Biochemistry of Food Proteins.** Elsevier Applied Science, London. p. 235-248.
- Hyun, C.K. and H.K. Shin. 2000. Utilization of bovine blood plasma proteins for the production of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides. **Process Biochemistry** 36:65-71.
- Kaset Bay. 2014. อาหารและการให้อาหารปลาดุก. [online]. ความรู้ด้านการเกษตร. แหล่งที่เข้าถึง <http://knowledge.kasetbay.com/117-ปลาดุก/408-อาหารและการให้อาหารปลาดุก> [22 สิงหาคม 2563]
- Mahmoud, M.I. 1994. Physicochemical and functional properties of protein hydrolysates in nutritional products. **Food Technology** 48:89-113.
- Olsman, H. 1979. Hydrolyzed and Autolyzed Vegetable Protein as Functional Food Ingredients. **Journal of American Oil Chemists' Society.** 56(3):375-376.
- Peterson, J. 1974. **Encyclopedia of Food Technology.** Van Nostrand reinhold company, New York.
- Peterson, M.S. and A.H. Johnson. 1978. **Encyclopedia of food science.** University of Michigan. Avi Pub. Co. 1005 p.
- Severin, S. and Xia, W.S. (2006). Enzymatic hydrolysis of whey proteins by two different proteases and their effect on the functional properties of resulting protein hydrolysates. **Journal of Food Biochemistry** 30(1):77-97.
- Thanapon kakhao. 2015. มารู้จักปลาดุกบิกด้วยกันก่อน. [online]. การเลี้ยงปลาดุกบิกอุย. แหล่งที่เข้าถึง <http://thanaponmunsood.blogspot.com/2015/08/blog-post.html> [24 สิงหาคม 2563]

- The_horizon_black. 2011. **ชิ้นส่วนที่ได้จากการฆ่าและซากโคขุน**. [online]. การแบ่งเกรดซากโคเนื้อ. แหล่งที่เข้าถึง <http://dairycattlefarm.blogspot.com/> [5 สิงหาคม 2563]
- Zhao, Q.Y., J.M. Piot, V. Gautier, and G. Cottenceau. 1996. Isolation and characterization of a bacterial growth-stimulating peptide from a peptic bovine hemoglobin hydrolysate. **Applied Microbiology and Biotechnology** 45:778-784.
- Zhao, Q.Y., I. Garreau, F. Sannier, and J.M. Piot. 1997. Opioid peptides derived from hemoglobin: hemorphins. **Biopolymers** 43:75-98.

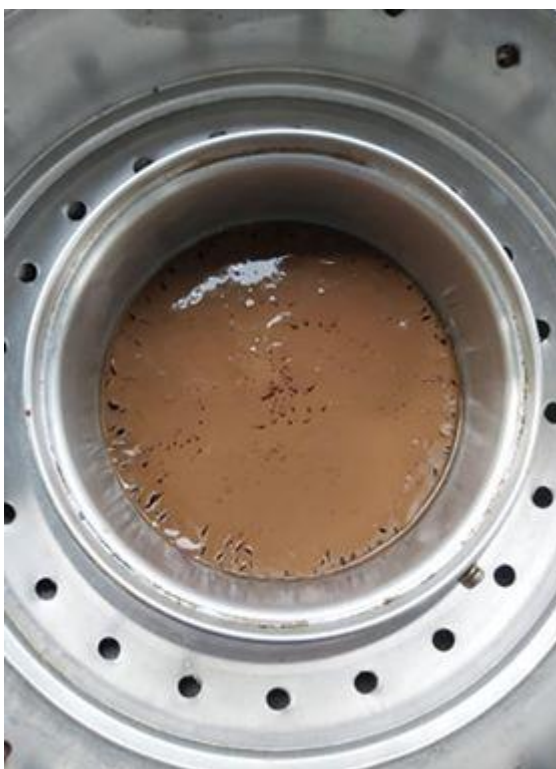
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบงานวิจัย



รูปที่ ก-1 เลือด โคสด



รูปที่ ก-2 การนึ่งเลือดโคให้สุก



รูปที่ ก-3 เลือดโคปน



รูปที่ ก-4 อาหารเสริมเลือดโคปนใช้ในการทดลอง



รูปที่ ก-5 การเลี้ยงปลาอุกผสมในการทดลอง



รูปที่ ก-6 การชั่งน้ำหนักเพื่อปรับปริมาณอาหารและบันทึกอัตราการรอด

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นางสาวพรทิสา ทองสนิทกาญจน์
Miss. Porntisa Thongsanitkan
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1659900321840
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ (อาจารย์)
เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 15 ชั่วโมง : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
โทรศัพท์ 089-461-3395 e-mail : aiko_vs@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับ	ปริญญา	สาขา	วิชาเอก	สถาบัน	ประเทศ
2553	ตรี	วท.บ.	ประมง	-	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน	ไทย
2556	โท	วท.ม.	เพาะเลี้ยง สัตว์น้ำ	-	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
 - 6.1 อาหารสัตว์น้ำ, การสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำเพื่อลดต้นทุน
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการ โครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการ โครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
 - 7.2.1 ผลของการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกุ้งไหมอีรีในอาหารกุ้งขาว ต่อการเจริญเติบโตและระบบภูมิคุ้มกัน
 - 7.2.2 การเสริมโปรตีนเชรีซินในอาหารปลานิลต่อระบบภูมิคุ้มกัน
 - 7.2.3 การเสริมเมล็ดมะขามในอาหารปลานิล

7.2.4 การศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำรัตนัย อำเภอบางบาล จังหวัดเพชรบูรณ์

7.2.5 การพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกจากเศษเหลือของการแปรรูปโคเนื้อ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัยปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

7.3.1 พรทิส ทอสนิทกานจน์ อรพินท์ จินตสถาพร และเรืองวิชัย ชื่นพันธ์. 2556.

ผลของการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกุ้งไหมอีรี่ในอาหารกุ้งขาว ต่อการเจริญเติบโตและระบบภูมิคุ้มกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 72 หน้า.

7.3.2 พรทิส ทอสนิทกานจน์ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และธนภัทร วรปัสสุ.

2559. การเสริมโปรตีนเชรีซินในอาหารปลานิลต่อระบบภูมิคุ้มกัน. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 45 หน้า.

7.3.3 พรทิส ทอสนิทกานจน์ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และธนภัทร วรปัสสุ.

2560. การเสริมเมล็ดมะขามในอาหารปลานิล. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 56 หน้า.

7.3.4 พรทิส ทอสนิทกานจน์ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และธนภัทร วรปัสสุ.

2562. การศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำรัตนัย อำเภอบางบาล จังหวัดเพชรบูรณ์. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 41 หน้า.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยคล่องแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

7.4.1 การพัฒนาสูตรอาหารปลาดุกจากเศษเหลือของการแปรรูปโคเนื้อ

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1.ชื่อ – นามสกุล นายธนภัทร วรปัสสุ

Mr.Thanaput Worapussu

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1420400042066

3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัยสาขาวิชาการ

เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 15 ชั่วโมง : สัปดาห์

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
โทรศัพท์ 092-532-6545 e-mail : thanaput_07@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับ	ปริญญา	สาขา	วิชาเอก	สถาบัน	ประเทศ
2552	ตรี	วท.บ.	การประมง	-	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ไทย
2555	โท	วท.ม.	เทคโนโลยีการประมง	-	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

-

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการ โครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

- 7.1 ผู้อำนวยการโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
- 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
 - ผลของ 17 beta estradiol ต่อการแปลงเพศปลาหมอ
 - ผลของยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอ
 - ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอ
- 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัยปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน
 - ธนภัทร วรปัสสุ เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ ประจวบ ฉายบุญ เกียรติศักดิ์ เม่งอำพัน และจอมสุตา ดวงวงษา. 2554. ผลของฟรีไบโอติกและโพรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและระบบภูมิคุ้มกันของปลานิลแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus*). น. 249-256 ใน งานประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 5. โรงแรมสุโขทัยแกรนด์ แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างวันที่ 4-5 สิงหาคม 2554.
อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. (ผู้ร่วมวิจัย)
 - เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล และ ธนภัทร วรปัสสุ. 2554. การอนุบาลลูกปลาหมอในกระชังด้วยสูตรอาหารและความหนาแน่นที่ต่างกัน. วารสารเทคโนโลยีการประมง 5(2): 1-11 (ผู้ร่วมวิจัย)

- ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอ

- 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยคล่องแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล นางสาวณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์
Miss.Nuttarin Sirirustananun
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 5670100015358
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ
เวลาที่ใช้ทำวิจัย (ชั่วโมง : สัปดาห์) 15 ชั่วโมง : สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ต.สระเตี้ย อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์
โทรศัพท์ 095-639-9090 e-mail : snuttarin@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบ	ระดับ	ปริญญา	สาขา	วิชาเอก	สถาบัน	ประเทศ
2548	ตรี	วท.บ.	การประมง	-	มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา	ไทย
2551	โท	วท.ม.	วิทยาศาสตร์การประมง	-	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

-

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการ โครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

- 7.1 ผู้อำนวยการ โครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
- 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
 - ความหลากหลายของปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 ถึง กันยายน 2555
 - สัตว์ที่เหมาะสมของการใช้เห็ดสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงลูกปลานิล
 - ความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และความสามารถในการดูดซึมปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำ
- 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัยปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน
 - Genmanee, M., Sirirustananun, N. and Jarayabhand. 2010. Energy budget of the Thai abalone *Haliotis sinensis* reared in a semiclosed recirculating land-based system. **Journal of Shellfish Research**. 29 (3) : 637-642. (ผู้ร่วมวิจัย)
 - Sirirustananun, N., Chen, J.-C., Lin, Y.-C., Yeh, S.-T., Liou, C.-H., Chen, L.-L., Sim, S.-S. and Chiew, S.-L. 2011. Dietary administration of a *Gracilariatenuistipitata* extract enhances the immune response and resistance against *Vibrio alginolyticus* and white spot syndrome virus in the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Fish & Shellfish Immunology**. 31 : 848-855. (ผู้ร่วมวิจัย)
 - ญัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ ชีรภาพ หมูเจริญทรัพย์ และเกรียงยศ ไทยช้อย. 2555. ความหลากหลายของปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนมิถุนายน 2555 ถึง กันยายน 2555. รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ สาขาวิชาการจัดการการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. ทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2555. 46 หน้า. (หัวหน้าโครงการวิจัย)

- สมบูรณ์
- ญัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์. 2556. **สัดส่วนที่เหมาะสมของการใช้เหวนสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยงลูกปลานิล**. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สาขาวิชาการจัดการการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. ทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ประเภทนักวิจัย หน้าใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2556. 40 หน้า.(หัวหน้าโครงการวิจัย)
 - พิพัฒน์ ชนาเทพาพร และญัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์. 2557. **ความแปรปรวนของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตาและสาหร่ายลอนในแหล่งน้ำธรรมชาติของจังหวัดเพชรบูรณ์**. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.ทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ประเภทงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2556. 49 หน้า. (ผู้ร่วมวิจัย)
 - ญัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และพิพัฒน์ ชนาเทพาพร. 2558. ปริมาณสารอาหารในน้ำ และการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำจังหวัดเพชรบูรณ์.วารสารวิจัย และส่งเสริมวิชาการเกษตร. 32(1): 58 – 66. (หัวหน้าโครงการวิจัย)
 - ความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเตา และความสามารถในการดูดซึมปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำ
- 7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด