



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้มูลแพะเพิ่มผลผลิตของແหนແດงเพื่อลดต้นทุน
ในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาว

**Use of Goat Feces to Increase *Azolla* spp. Yield for Cost Reduction
of Silver Barb (*Barbonymus gonionotus* Bleeker, 1850) Culture**

พรทิตา ทองสนิทกาญจน์

สาขาวิชาเอกการประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ปี 2567

รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้มูลแพะเพิ่มผลผลิตของแหนแดงเพื่อลดต้นทุน
ในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาว

Use of Goat Feces to Increase *Azolla* spp. Yield for Cost Reduction
of Silver Barb (*Barbonymus gonionotus* Bleeker, 1850) Culture

พรทิตา ทองสนิทกาญจน์ สาขาวิชาเอกการประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนประเภทงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำปีงบประมาณ 2566
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

(ก)

ชื่องานวิจัย	การใช้มูลแพะเพิ่มผลผลิตของແຮ່ແດງเพื่อลดต้นทุนในการเลี้ยง ปลาดูเพียขาว
ผู้วิจัย	พรทิสา ทองสนธิทาญจน์
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	-
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์ (การประมง) มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสริญวิจัย 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเพื่อศึกษาผลของการเสริมແຮ່ແດງจากปุ๋ยมูลแพะต่อการเจริญเติบโตของปลาดูเพียขาว ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย ๆ คือ 1. การศึกษาโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในແຮ່ແດງจากปุ๋ยมูลแพะ การทดลองย่อยที่ 2. การศึกษาการเพิ่มผลผลิตของແຮ່ແດງด้วยปุ๋ยมูลแพะ และการทดลองย่อยที่ 3. ผลของการเสริมແຮ່ແດງจากปุ๋ยมูลแพะในอาหารปลาดูเพียขาวในระดับปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตร โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ทำการทดลองเลี้ยงปลาดูเพียขาวด้วยอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร โดยให้อาหารปลาในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน แบ่งให้วันละ 3 มื้อ ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักเพื่อปรับปริมาณอาหารและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลาดูเพียขาวที่ได้รับอาหารเสริมແຮ່ແດງจากปุ๋ยมูลแพะในทุกระดับปริมาณ มีค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย มีค่าเทียบเท่ากับชุดควบคุม ($P > 0.05$) ส่วนการศึกษาต้นทุนค่าอาหาร พบว่า ต้นทุนของอาหารที่มีการเสริมແຮ່ແດງจากปุ๋ยมูลแพะมีต้นทุนที่ต่ำกว่าชุดควบคุม โดยต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำจะมีราคาต่ำลงเมื่อมีการใช้ແຮ່ແດງในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

ดังนั้นการใช้ແຮ່ແດງจากปุ๋ยมูลแพะเสริมในอาหารปลาดูเพียขาว มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาที่เทียบเท่ากับชุดควบคุม และมีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำต่ำลง

คำสำคัญ: ปุ๋ยมูลแพะ, แຮ່ແດງ, ปลาดูเพียขาว

Title	Use of Goat Feces to Increase <i>Azolla</i> spp. Yield for Cost Reduction of Silver Barb (<i>Barbonymus gonionotus</i> Bleeker, 1850) Culture
Researcher	Porntisa Thongsanitkan
Co-researcher	-
Major Field	Agriculture (Fisheries) Phetchabun Rajabhat University, 2023

Abstract

The objective of this research was to study the effect of supplementing *Azolla* spp. raised with goat manure on growth of silver barb. Which is divided into 3 sub-experiments: 1. The study of nutrients that are constituents in *Azolla* spp. raised with goat manure. 2. The study of the increased productivity of *Azolla* spp. raised with goat manure. And 3. The effect of supplemented *Azolla* spp. raised with goat manure in silver barb diet at different quantity including 0, 10, 20 and 30 percent in the feed formula. Three randomized, complete randomized trials (CRD) were planned. The silver barb 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 silver barb that were fed feed were supplemented with *Azolla* spp. raised with goat manure at all dosage levels. has the final weight, weight gain, weight gain per day, feed intake, feed conversion ratio and survival rate have value was equivalent to the control ($P>0.05$). As for the study of feed costs, it was found that the cost of feed supplemented *Azolla* spp. raised with goat manure was lower than the control. The cost of aquatic animal feed will be lower when *Azolla* is used in an increased amount in the feed formula.

Therefore, using of *Azolla* raised with goat manure in silver barb diet had an effect on the growth and survival rate of fish that was comparable to the control. and has the effect of lowering the cost of aquatic animal feed.

Key words: Goat manure, Water fern, Silver barb

(ค)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ รวมไปถึงการร่วมมือร่วมใจกัน สรรค์สร้างผลงานวิจัยในครั้งนี้ให้มีความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจต่อไป และขอขอบคุณบุคลากรหลากหลายฝ่ายในคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี รวมถึงนักศึกษาสาขาวิชาเอกการประมงที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง ซึ่งทำให้นักศึกษาได้ฝึกประสบการณ์ และเรียนรู้การทำงานในศาสตร์สาขาวิชาชีพ

ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ ประเพณีทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน รวมถึงมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สถานที่ที่เปิดโอกาสให้ได้กระทำประโยชน์ สร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ในการวิจัยในครั้งนี้ มา ณ ที่นี้ด้วย

พรทิตา ทองสนิทกาญจน์

15 ตุลาคม 2566

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.....	3
1.3 ขอบเขตของ โครงการวิจัย.....	3
1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....	3
1.5 คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ของการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ปุ๋ย	5
2.2 แพะ.....	6
2.3 แหนแดง	8
2.4 ปลาตะเพียนขาว.....	11
2.5 อาหารสัตว์น้ำ	13
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	18
3.1 อุปกรณ์.....	18
3.2 การดำเนินการวิจัย	19
3.3 ระเบียบวิธีวิจัย	20
3.4 สูตรอาหารทดลอง	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การเก็บผลข้อมูล.....	21
3.6 การวิเคราะห์ผลข้อมูล.....	22
3.7 สถานที่ทำการวิจัย	22
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	23
4.1 ผลของการศึกษาโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในปฏิกมูลเพาะ	23
4.2 ผลการศึกษารูปแบบของปฏิกมูลเพาะต่อการเพิ่มผลผลิตของเห็ดแดง	23
4.3 ผลของการเสริมเห็ดแดงจากปฏิกมูลเพาะในอาหารปลาตะเพียนขาว	24
4.4 ผลการศึกษาดัชนีทุน	27
บทที่ 5 วิจัยผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ	30
5.1 วิจัยผลการศึกษา	30
5.2 สรุปผลการศึกษา.....	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	37
ภาคผนวก ก (ภาพประกอบงานวิจัย).....	38
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	42

(น)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของแทนแดง.....	9
3.1 สูตรอาหารทดลอง	20
4.1 โภชนะที่เป็นองค์ประกอบในปฏิมูลแพะ	23
4.2 รูปแบบของปฏิมูลแพะต่อผลผลิตของแทนแดง.....	24
4.3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลา.....	25
4.4 ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์และอัตราการรอดตายของปลา	26
4.5 ต้นทุนการผลิตอาหาร	27

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
ก-1 การเลี้ยงเห่นแดงโดยไม่ใส่ปุ๋ย.....	39
ก-2 การเลี้ยงเห่นแดงโดยใส่ปุ๋ยหมักมูลแพะ.....	39
ก-3 การเลี้ยงเห่นแดงโดยใส่ปุ๋ยคอกมูลแพะ.....	40
ก-4 การเก็บเกี่ยวและศึกษาการเพิ่มผลผลิตของเห่นแดง.....	40
ก-5 การอบแห้งเห่นแดง.....	41
ก-6 อาหารปลาตะเพียนขาวที่เสริมเห่นแดงจากปุ๋ยมูลแพะ.....	41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปุ๋ยคอก คือปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ ที่อยู่ในรูปของเหลวและของแข็ง ส่วนใหญ่จะเป็นมูลสัตว์เลี้ยง เช่น มูลวัว ไก่ เป็ด สุกร ประกอบด้วยอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนของซากพืชและสัตว์จากอาหารที่สัตว์ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยอาหาร ธาตุอาหารในปุ๋ยคอก จะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น วิธีการเลี้ยง การเก็บรักษา แหล่งที่อยู่ของสัตว์ นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อพืชผักแล้ว ยังช่วยป้องกันรักษาหน้าดินและบำรุงดินให้เหมาะสมกับการปลูกพืชด้วย ช่วยกระตุ้นให้สาหร่ายและแพลงตอนพืช ซึ่งเป็นอาหารปลาในบ่อสามารถเจริญเติบโตได้ดี นอกจากปุ๋ยคอกจะมีธาตุอาหารต่างๆ แล้ว ยังมีวิตามินหลายชนิดที่ส่งเสริมการเติบโตของสาหร่าย เช่น วิตามินบี 12 ไทอะมิน และไบโอติน ปุ๋ยคอกที่ใช้ในบ่อปลา ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยคอกจากมูลสุกร ใส่ในอัตรา 250 – 500 กิโลกรัมต่อบ่อปลา 1 ไร่ โดยใส่ 6 เดือนต่อครั้ง ถ้าใส่ปุ๋ยคอกมากเกินไปจะมีผลทำให้น้ำเสีย เกิดกลิ่นและขาดออกซิเจน เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ การใช้ปุ๋ยคอกในบ่อปลาทำได้หลายวิธี เช่น การใส่ปุ๋ยคอกแห้งหรือสดให้ทั่วบ่อ ใส่ในน้ำหรือใส่พื้นก้นบ่อเมื่อน้ำแห้ง หรือนำปุ๋ยคอกละลายน้ำแล้วสาดให้ทั่วทั้งบ่อ หรือล้างคอกสุกรให้น้ำชะล้างมูลลงในบ่อโดยตรงก็ได้ (บ้านและสวน, 2564)

ปุ๋ยหมัก คือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้น สับ บด ร่อน ผ่านการหมักโดยสมบูรณ์ เช่น ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปัจจัยสำคัญของการทำปุ๋ยหมัก ได้แก่ 1. วัตถุดิบ วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก มีความหลากหลาย ตั้งแต่เศษใบไม้แห้ง มูลสัตว์ จนถึงของเหลือทิ้ง หรือขยะจากบ้านเรือน อุตสาหกรรม แต่ไม่ควรเป็นขยะพิษ 2. อัตราส่วนคาร์บอนและไนโตรเจน วัสดุอินทรีย์ ที่มีอัตราส่วนคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) ต่ำ เช่น หญ้าต่าง ๆ จะย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็วกว่าวัสดุที่มีค่าอัตราส่วนคาร์บอน และไนโตรเจน เช่น แกลบ ชัง ข้าวโพด 3. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญในการย่อยสลาย ช่วงที่อุณหภูมิสูง จะช่วยทำลายเชื้อโรคและเมล็ดวัชพืช 4. ความชื้น ความชื้นที่มากเกินไปของกองปุ๋ยหมัก จะทำให้สภาพไม่มีอากาศ โดยความชื้นที่พอเหมาะคือ ประมาณ 50-60 % ทั้งนี้ขึ้นกับวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ด้วย 5. ความเป็นกรด-ด่าง การเกิดกรดอินทรีย์ ในระหว่างการกองปุ๋ยหมัก รวมทั้งอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะทำให้ความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงและกลับสู่สมดุลเมื่อการย่อยสลายสมบูรณ์ 6. จุลินทรีย์ มีในการทำปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์หลายชนิด มีบทบาทเกี่ยวข้องกัน แต่ละชนิดเหมาะกับสภาวะแต่ละช่วงเวลา 7. การถ่ายเทอากาศ เป็นการเติมออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ และถ่ายเทของเสียออกจากกองปุ๋ยหมัก ช่วยให้ขบวนการย่อย

สลายได้เร็วยิ่งขึ้น ซึ่งปุ๋ยหมักที่ดีควรมีลักษณะมีการย่อยสลายสมบูรณ์ มักมีสีน้ำตาลเข้ม อุณหภูมิภายในกอง ไม่แตกต่างจากภายนอก และวัสดุอินทรีย์เปื่อย ยุ่ย กลายเป็นเนื้อเดียวกัน (กอง วิจัยและพัฒนาข้าว, 2559)

แพะ มีคุณสมบัติประโยชน์มากมาย ตั้งแต่เนื้อ นม มูล หนึ่ง เขา ซึ่งหากครอบครัวยุคหนึ่งเลี้ยงแพะนม ไว้เพียง 2-3 ตัว ก็จะสามารถมีนมสดบริโภคได้ตลอดปี ส่วนนมแพะที่เหลือจากการบริโภคอาจ จำหน่ายให้เพื่อนบ้านใกล้เคียงสร้างรายได้ให้กับครอบครัวได้อีกด้วย

มูลแพะ มีประโยชน์หลายอย่าง นอกจากใช้ทำปุ๋ย ไว้ใส่ต้นไม้แล้ว ยังสามารถเป็นอาหารปลา หรือใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิง มูลแพะยังสามารถจำหน่ายสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อีกด้วย โดยใน มูลแพะประกอบไปด้วยธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรม ปศุสัตว์, 2560)

มูลแพะ (Goat Manure) จากข้อมูลสถิติรายงานโดยสำนักงานปศุสัตว์เขต 6 (2566) พบว่าใน เขตจังหวัดเพชรบูรณ์มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะทั้งแพะเนื้อและแพะนมรวมทั้งสิ้น 1,467 ราย จำนวน แพะเนื้อและแพะนมรวมทั้งหมด 53,884 ตัว โดยทั่วไปแพะจะถ่ายมูลเฉลี่ยวันละประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งในแพะพันธุ์พื้นเมืองที่โตเต็มที่มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 30 กิโลกรัม ดังนั้น โดยเฉลี่ยแล้วในแต่ละวัน ผู้เลี้ยงแพะจะมีมูลแพะประมาณ 1.80 กิโลกรัม ซึ่งมากพอที่จะใช้ ประโยชน์ เช่น ใช้ผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนการใช้หุงต้ม หรือทำปุ๋ยทางการเกษตรใช้ได้ ใน ครัวเรือน โดยทั่วไปแล้วมูลแพะมีลักษณะเป็นเม็ด ๆ แข็งกว่ามูลโค และมีวัตถุแห้งมากกว่ามูลโค (สนทนา และคณะ, 2555)

แหนแดง (*Azolla*) ซึ่งเป็นพืชที่พบทั่วไปตามแหล่งน้ำ มีองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น โปรตีน ไขมันและเซลลูโลส สามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ ได้ จากงานวิจัยของ Fiogbe et.al. (2004) พบว่า แหนแดงมีโปรตีนที่ได้จากธรรมชาติ และสามารถให้ เสริมในอาหารปลาที่ระดับ 40% ของน้ำหนักแห้ง จะทำให้ปลามีการเจริญเติบโตสูงที่สุด

ปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*) เป็นปลาน้ำจืดอยู่ในวงศ์ Cyprinidae (วงศ์ ตะเพียน ชิว ช้อย) เป็นปลาที่มีถิ่นอาศัยอยู่ในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ของประเทศไทย (Akkataweewat, 2002) ปลาตะเพียนขาวเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว แพร่ พันธุ์ง่าย ให้ลูกตก มีรสชาติดีเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ปลาตะเพียนขาวจึงเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่มี คุณค่าทางเศรษฐกิจ (Pongthana, 2004) ปลาตะเพียนขาวถือเป็นปลากินพืช โดยกินได้ทั้งพืชชั้นต่ำ พวกพืชเซลล์เดียว สาหร่ายน้ำเงินเขียว สาหร่ายเขียว พวกไดอะตอม ฯลฯ พืชชั้นสูง เช่น แหนแดง แหนเป็ด สาหร่ายพวงกะโศ ผักบุ้ง ฯลฯ พืชบก เช่น ใบมันเทศ ใบมันสำปะหลัง พวกผักกินใบ ต่าง ๆ ใบกระถิน ใบแค หย้า ฯลฯ

ทั้งนี้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงแพะเนื้อ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นกลุ่มวิสาหกิจที่ส่งเสริมเกษตรกรให้เลี้ยงแพะเป็นอาชีพ โดยยังมีปัญหาในการจัดการคอกกลาง สำหรับรวบรวมผลผลิตแพะจากเกษตรกร ทั้งในเรื่องของระบบการจัดการคอกกลาง การพัฒนาเป็นระบบ smart farm หรือแม้กระทั่งการจัดการของเสียจากสัตว์ คือ มูลแพะที่อยู่ภายในคอกกลาง ผู้วิจัยจึงคิดเห็นว่ามูลแพะเป็นของเสียที่แพะขับถ่ายออกจากร่างกายทุกวัน จำเป็นต้องมีวิธีการจัดการของเสียที่ถูกต้อง ถูกวิธี และสามารถย่อยสลายได้ หรือเพิ่มมูลค่าให้กับมูลแพะ จึงสนใจที่จะนำมูลแพะจากคอกกลางเลี้ยงแพะมาทำเป็นปุ๋ยในรูปแบบต่างๆ คือ ในรูปแบบอบแห้ง รูปแบบปุ๋ยหมักแบบกลับกอง และรูปแบบปุ๋ยหมักในน้ำ เพื่อใช้ทดสอบการเจริญเติบโต ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตของແຮ່ແຂງ ซึ่งเป็นพืชน้ำที่มีโภชนาการสูง เป็นอาหารที่สำคัญของปลาดูะเพียนขาว โดยจะนำແຮ່ແຂງที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยมูลแพะมาเสริมในอาหารที่ระดับ 10, 20 และ 30% เพื่อนำของเสียมาเพิ่มมูลค่า ส่งเสริมแนวคิด Zero Waste และช่วยลดต้นทุนในการผลิตอาหารเลี้ยงปลาดูะเพียนขาว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

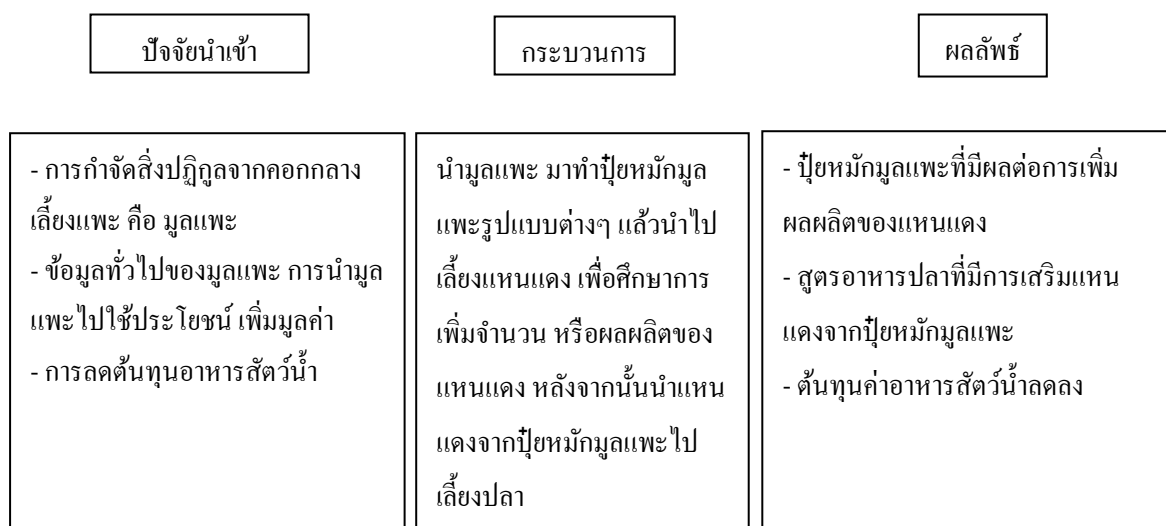
1.2.1 เพื่อศึกษาผลของการเสริมແຮ່ແຂງจากปุ๋ยมูลแพะต่อการเจริญเติบโตของปลาดูะเพียนขาว

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตสถานที่: โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงแพะเนื้อ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์

1.3.2 ขอบเขตเนื้อหา: ข้อมูลทั่วไปของແຮ່ແຂງ ผลการทดลองใช้ปุ๋ยมูลแพะเพิ่มปริมาณของແຮ່ແຂງ และผลของการใช้ແຮ່ແຂງที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยมูลแพะต่อการเจริญเติบโตของปลา

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



จากกรอบแนวความคิดข้างต้น สามารถอธิบายได้ว่า การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีต้นทุนหลากหลายด้าน หากต้องการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้ได้ผลผลิตดี กำไรดี จำเป็นต้องลดต้นทุนการผลิต ซึ่งต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำถือเป็นต้นทุนที่สำคัญที่สุด ถ้าต้องการลดต้นทุนการผลิต ควรทำการลดต้นทุนค่าอาหารลง โดยใช้สิ่งปฏิกูลจากสัตว์มาเป็นวัตถุดิบทดแทนหรือเสริมในสูตรอาหาร ซึ่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้เลี้ยงแพะเนื้อ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ยังขาดการจัดการระบบการผลิตหลายด้าน รวมถึงระบบการกำจัดของเสียจากสัตว์ของคอกเลี้ยงแพะด้วย ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดการของเสียที่ดี โดยของเสียจากสัตว์เหล่านี้ สามารถนำมาปรับเปลี่ยนคุณสมบัติ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้

1.5 คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย

มูลแพะ, แหนแดง, ปลาตะเพียนขาว

1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

1.6.1 ได้สูตรอาหารปลากินพืชต้นทุนต่ำจากแหนแดงที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยมูลแพะเป็นวัตถุดิบในสูตรอาหาร

1.6.2 ได้แนวทางการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำ

1.6.3 เป็นผลงานทางวิชาการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปุ๋ย

ปุ๋ย หมายถึง สารหรือสิ่งซึ่งเราใส่ลงไปบนดิน เพื่อวัตถุประสงค์ให้ปลดปล่อยธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่พืชยังขาดอยู่ให้พืชได้รับอย่างเพียงพอ พืชสามารถเจริญเติบโตงอกงามดีและให้ผลิตผลสูงขึ้นโดยทั่วไปปุ๋ยแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ (ณปภัช พิมพ์ดี, 2560)

2.1.1 ปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ ที่อยู่ในรูปของเหลวและของแข็ง ส่วนใหญ่จะเป็นมูลสัตว์เลี้ยง เช่น มูลวัว ไก่ เป็ด สุกร ประกอบด้วยอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนของซากพืชและสัตว์จากอาหารที่สัตว์ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยอาหาร ธาตุอาหารในปุ๋ยคอก จะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น วิธีการเลี้ยง การเก็บรักษา แหล่งที่อยู่ของสัตว์ นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อพืชผักแล้ว ยังช่วยป้องกันรักษาหน้าดินและบำรุงดินให้เหมาะสมกับการปลูกพืชด้วย ช่วยกระตุ้นให้สาหร่ายและแพลงตอนพืช ซึ่งเป็นอาหารปลาในบ่อสามารถเจริญเติบโตได้ดี นอกจากปุ๋ยคอกจะมีธาตุอาหารต่างๆ แล้ว ยังมีวิตามินหลายชนิดที่ส่งเสริม การเติบโตของสาหร่าย เช่น วิตามินบี 12 โทอะมิน และไบโอติน ปุ๋ยคอกที่ใช้ในบ่อปลาส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยคอกจากมูลสุกร ใส่ในอัตรา 250 – 500 กิโลกรัมต่อบ่อปลา 1 ไร่ โดยใส่ 6 เดือนต่อครั้ง ถ้าใส่ปุ๋ยคอกมากเกินไปจะมีผลทำให้น้ำเสีย เกิดกลิ่นและขาดออกซิเจน เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ การใช้ปุ๋ยคอกในบ่อปลาทำได้หลายวิธี เช่น การใส่ปุ๋ยคอกแห้งหรือสดให้ทั่วบ่อ ใส่ในน้ำหรือใส่พื้กันบ่อเมื่อน้ำแห้ง หรือนำปุ๋ยคอกละลายน้ำแล้วสาดให้ทั่วทั้งบ่อ หรือล้างคอกสุกรให้น้ำชะล้างมูลลงในบ่อโดยตรงก็ได้ (บ้านและสวน, 2564)

2.1.2 ปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้น สับ บด ร่อน ผ่านการหมักโดยสมบูรณ์ เช่น ปุ๋ยหมักฟางข้าว ปัจจัยสำคัญของการทำปุ๋ยหมัก ได้แก่ 1. วัตถุดิบ วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก มีความหลากหลาย ตั้งแต่เศษใบไม้แห้ง มูลสัตว์ จนถึงของเหลือทิ้ง หรือขยะจากบ้านเรือน อุตสาหกรรม แต่ไม่ควรเป็นขยะพิษ 2. อัตราส่วนคาร์บอนและไนโตรเจน วัสดุอินทรีย์ ที่มีอัตราส่วนคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) ต่ำ เช่น หญ้าต่าง ๆ จะย่อยสลายกลายเป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็วกว่าวัสดุที่มีค่าอัตราส่วนคาร์บอน และไนโตรเจน เช่น แกลบ

ซึ่งข้าวโพด 3. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญในการย่อยสลาย ช่วงที่อุณหภูมิสูง จะช่วยทำลายเชื้อโรค และเมล็ดวัชพืช 4. ความชื้น ความชื้นที่มากเกินไปของกองปุ๋ยหมัก จะทำให้สภาพไม่มีอากาศ โดยความชื้นที่เหมาะสมคือ ประมาณ 50-60 % ทั้งนี้ขึ้นกับวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ด้วย 5. ความเป็นกรด-ด่าง การเกิดกรดอินทรีย์ ในระหว่างการกองปุ๋ยหมัก รวมทั้งอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะทำให้ความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงและกลับสู่สมดุลเมื่อการย่อยสลายสมบูรณ์ 6. จุลินทรีย์ มีในการทำปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์หลายชนิด มีบทบาทเกี่ยวข้องกัน แต่ละชนิดเหมาะกับสภาวะแต่ละช่วงเวลา 7. การถ่ายเทอากาศ เป็นการเติมออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ และถ่ายเทของเสียออกจากกองปุ๋ยหมัก ช่วยให้ขบวนการย่อยสลายเกิดได้เร็วยิ่งขึ้น ซึ่งปุ๋ยหมักที่ดีควรมีลักษณะมีการย่อยสลายสมบูรณ์ มักมีสีน้ำตาลเข้ม อุณหภูมิภายในกอง ไม่แตกต่างจากภายนอก และวัสดุอินทรีย์เปื่อย ยุ่ย กลายเป็นเนื้อเดียวกัน (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2559)

2.2 แพะ

แพะเป็นปศุสัตว์ที่สำคัญในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างที่สามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรทั้งเป็นรายได้หลักและรายได้เสริม แพะเป็นปศุสัตว์ที่เลี้ยงง่าย เป็นหนุ่ม-สาวเร็วจึงขยายพันธุ์ได้เร็ว แพะใช้พื้นที่เลี้ยงเพียงเล็กน้อยจึงมีต้นทุนการเลี้ยงไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงโค แพะช่วยกำจัดวัชพืชในสวน และให้มูลซึ่งถือว่าเป็นปุ๋ยมูลสัตว์ที่มีคุณภาพดีแก่เกษตรกร นอกจากนี้แพะยังให้ผลผลิตเนื้อและน้ำนมซึ่งเป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพสูงสำหรับผู้บริโภค โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านศาสนา

ปัจจุบันการเลี้ยงในภาคใต้ตอนล่างได้พัฒนาปรับปรุงไปจากการเลี้ยงแบบดั้งเดิมซึ่งปล่อยให้แพะหากินเองตามธรรมชาติ ขาดการเอาใจในด้านสุขภาพ มาเป็นการเลี้ยงที่อาศัยหลักวิชาการมากขึ้น คือ มีการคัดเลือกพ่อ-แม่พันธุ์ที่ดี มีการจัดการด้านอาหารที่ดี มีการดูแลสุขภาพที่ดี ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะประสบความสำเร็จในอาชีพ อย่างไรก็ตาม ยังมีเกษตรกรและผู้สนใจในภาคใต้ตอนล่างอีกเป็นจำนวนมากที่ยังต้องการความรู้ในด้านนี้เพิ่มเติม (เทอดพงษ์ วิริยะสมบัติ, 2566)

2.2.1 สายพันธุ์แพะ (เทอดพงษ์ วิริยะสมบัติ, 2566)

2.2.1.1 แพะพื้นเมืองภาคใต้ เป็นแพะที่เลี้ยงง่าย หากินเก่ง และแพะแต่ละตัวมีความต้องการอาหารในปริมาณไม่มาก ผสมติดง่ายและให้ลูกดก ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของภาคใต้เป็นอย่างดี เมื่อโตเต็มที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 25-45 กิโลกรัม แต่ข้อด้อยของแพะพื้นเมืองภาคใต้ คือ ร่างกายมีขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับแพะพันธุ์ต่างประเทศ จึงให้เนื้อและน้ำนมในปริมาณน้อย ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้เลี้ยงแพะหลายคนหันไปเลี้ยงแพะพันธุ์ต่างประเทศแทน แต่สำหรับผู้เลี้ยงแพะมือใหม่ หรือผู้เลี้ยงแพะเชิงอนุรักษ์ แพะพื้นเมืองภาคใต้เป็นแพะที่น่าเลี้ยงมาก เพราะตัวไม่

ใหญ่เกินไป ราคาจึงไม่สูงมาก จึงเป็นที่ต้องการสำหรับใช้ในพิธีทางศาสนาอิสลาม รวมทั้งบริโภคตามปกติ

2.2.1.2 แพะพันธุ์แองโกลนูเบียน และลูกผสมแองโกลนูเบียน เป็นแพะที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของภาคใต้ได้ดี ให้ลูกคอก ลักษณะเด่นของแพะพันธุ์นี้ คือ สันจมูกค่อนข้างโค้ง ใบหูยาวและปรก มีช่วงขาและลำตัวยาว ขนสั้นและมีหลายสี เช่น น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา สีเทา สีครีม และสีด่าง เป็นต้น สามารถเลี้ยงเป็นแพะเนื้อและแพะนมได้ เมื่อโตเต็มที่ที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 45-65 กิโลกรัม อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันกระแสดความนิยมเลี้ยงพันธุ์แท้มีปรากฏให้เห็นมากขึ้น แต่แพะลูกผสมระหว่างแองโกลนูเบียนกับแพะพื้นเมืองยังปรากฏให้เห็นทั่วไป และสืบเนื่องจากแพะลูกผสมดังกล่าวสามารถเลี้ยงให้ดีในภาคใต้ตอนล่าง รวมทั้งขนาดตัวไม่ใหญ่เกินไป จึงไม่เป็นการระงับในการจัดการด้านอาหาร ดังนั้น ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ม.อ. จึงได้นำมาพัฒนาเป็นแพะลูกผสมเชิงพาณิชย์ ใช้ชื่อว่า “ทรัพย์-ม.อ. 1”

2.2.1.3 แพะพันธุ์บอร์ และลูกผสมบอร์ ถือได้ว่าเป็นแพะพันธุ์เนื้อที่ได้ความนิยมเลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างมากที่สุดในปัจจุบัน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะความสำเร็จในการส่งเสริมของกรมปศุสัตว์ ลักษณะเด่นของแพะพันธุ์นี้ คือ มีลำตัวสีขาว หัวและคอมีสีแดง (จนถึงน้ำตาลดำ) ใบหูยาวปรก แพะพันธุ์แท้ตัวใหญ่มาก คือ มีน้ำหนักเมื่อโตเต็มที่อยู่ในช่วง 70-90 กิโลกรัม หากมีการจัดการที่ดีแพะสายเลือดบอร์จะโตเร็ว และจะให้เนื้อแดงในปริมาณมาก ดังนั้น การเลี้ยงแพะกลุ่มนี้ต้องให้ความสำคัญในเรื่องการปริมาณและคุณภาพของอาหาร และการจัดการสุขภาพ ทั้งนี้เพื่อแพะจะมีสมรรถภาพในการให้ผลผลิตที่ดี

2.2.1.4 แพะพันธุ์ซานเนและลูกผสมซานเน เป็นแพะที่ได้รับความนิยมเลี้ยงในภาคใต้ตอนล่าง ลักษณะเด่นของแพะพันธุ์นี้ คือ มีขนสั้น ขนมีสีขาว หรือสีครีมทั้งตัว มีใบหูเล็กตั้งและชี้ไปข้างหน้า ดั้งจมูกและใบหน้ามีลักษณะตรง เมื่อโตเต็มที่ที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 45-65 กิโลกรัม แม้แพะพันธุ์แท้ให้น้ำนมเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัม/วัน สามารถให้น้ำนมนานไม่น้อยกว่า 200 วัน อาจะนำมาผสมกับแพะพื้นเมือง หรือแพะพันธุ์แองโกลนูเบียน เพื่อเพิ่มปริมาณน้ำนมให้แก่แม่แพะลูกผสมก็ได้

2.2.2 มูลแพะ

มูลแพะ มีประโยชน์หลายอย่าง นอกจากใช้ทำปุ๋ย ไว้ใส่ต้นไม้แล้ว ยังสามารถเป็นอาหารปลา หรือใช้เป็นแหล่งเชื้อเพลิง มูลแพะยังสามารถจำหน่ายสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้อีกด้วย โดยในมูลแพะประกอบไปด้วยธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์, 2560)

มูลแพะ (Goat Manure) จากข้อมูลสถิติรายงานโดยสำนักงานปศุสัตว์เขต 6 (2566) พบว่าในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะทั้งแพะเนื้อและแพะนมรวมทั้งสิ้น 1,467 ราย จำนวนแพะเนื้อและแพะนมรวมทั้งหมด 53,884 ตัว โดยทั่วไปแพะจะถ่ายมูลเฉลี่ยวันละประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งในแพะพันธุ์พื้นเมืองที่โตเต็มที่มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 30 กิโลกรัม ดังนั้น โดยเฉลี่ยแล้วในแต่ละวัน ผู้เลี้ยงแพะจะมีมูลแพะประมาณ 1.80 กิโลกรัม ซึ่งมากพอที่จะใช้ประโยชน์ เช่น ใช้ผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อทดแทนการใช้หุงต้ม หรือทำปุ๋ยทางการเกษตรใช้ได้ในครัวเรือน โดยทั่วไปแล้วมูลแพะมีลักษณะเป็นเม็ด ๆ แข็งกว่ามูลโค และมีวัตถุแห้งมากกว่ามูลโค (สนทยา และคณะ, 2555)

2.3 แหนแดง

แหนแดง (*Azolla*) พบทั่วไปตามแหล่งน้ำ เป็นพืชตระกูลเฟิร์นชนิดลอยน้ำ เจริญเติบโตลอยอยู่บนผิวน้ำที่มีน้ำขัง พบในเขตร้อนและเขตอบอุ่น แหนแดงประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ลำต้น ราก และใบ โดยลำต้นมีขนาดประมาณ 0.5-0.7 เซนติเมตร และยาวได้ถึง 40 เซนติเมตร แหนแดงมีกิ่งแยกจากลำต้น ใบของแหนแดงเกิดตามกิ่งเรียงสลับกันไปที่สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ใบบน (upper lobe) และใบล่าง (lower lobe) ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกันและแต่ละใบจะไม่มีก้านใบ ใบล่างค่อนข้างโปร่งแสงและมีคลอโรฟิลล์ค่อนข้างน้อย ส่วนใบบนเป็นสีเขียวมีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนรากจะแตกออกเป็นเส้นสีขาวจากโคนหรือจุดศูนย์กลางของลำต้นและลอยคั้งอยู่ในน้ำ หากน้ำตื้นรากก็จะฝังลงในดินโคลนได้ ใบแหนแดงมีลักษณะพิเศษคือ ใบบนจะมีโพรงใบซึ่งเป็นที่อยู่ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (*Anabaena azollae*) ในลักษณะพึ่งพาอาศัยกัน สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่อาศัยในโพรงใบของแหนแดง สามารถตรึงไนโตรเจนและทำการเปลี่ยนไนโตรเจนเป็นแอมโมเนียม ซึ่งแหนแดงสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเติบโตได้ เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเช่นปริมาณความเข้มแสงที่มากเกินไปหรือปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอ แหนแดงจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลอมแดง (Sadeghi et al., 2012) สำหรับในประเทศไทยนิยมเพาะเลี้ยงแหนแดงอยู่ 2 ชนิด คือ *A. pinnata* ซึ่งเป็นพันธุ์ดั้งเดิมในประเทศไทย และ *A. microphylla* ซึ่งกรมวิชาการเกษตรนำเข้ามาเพื่อปรับปรุงพันธุ์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ตรึงไนโตรเจนได้มาก ขยายพันธุ์ได้รวดเร็วขึ้น และมีความสามารถเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย (เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2562) มีองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น โปรตีน ไขมันและเซลลูโลส สามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศมาใช้สำหรับการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ จากงานวิจัยของ Fiogbe et.al. (2004) พบว่า แหนแดงมีโปรตีนที่ได้จากธรรมชาติ และสามารถให้เสริมในอาหารปลาที่ระดับ 40% ของน้ำหนักแห้ง จะทำให้ปลามีการเจริญเติบโตสูงที่สุด

2.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของเหินแดง

จากการศึกษาของศิริลักษณ์และประไพ (2557) เกี่ยวกับสมบัติทางเคมีของเหินแดง (*A. microphylla*) พบว่า เหินแดงมีปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมรวมสูง กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 4.69 และ 5.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้เหินแดงยังประกอบไปด้วยธาตุอาหารรองและจุลธาตุหลากหลายชนิด เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และสังกะสี เป็นต้น ซึ่งถือเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งยังมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 19.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเหินแดงโดยน้ำหนักแห้ง

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
Total N (%)	4.69
Total P (%)	0.65
Total K (%)	5.01
Total Ca (%)	2.46
Total Mg (%)	3.37
Fe (%)	0.20
Cu (mg/kg)	13.78
Zn (mg/kg)	59.66
Mn (%)	0.18
pH	5.90
OM (%)	22.30
C:N ratio	12.97
Dry matter (%)	86.40
Crude protein (%)	19.50
Crude fiber (%)	12.90
Ash (%)	13.40
Lignin (%)	24.20

ที่มา: ศิริลักษณ์และประไพ (2557)

2.3.1 การใช้ประโยชน์จากແໜແດງ

(1) ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว ทั้งนี้ແໜແດງสามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้เร็ว ซึ่งสามารถให้ผลผลิตน้ำหนัสดได้ถึง 3 ตันต่อไร่ ภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ ด้วยอัตราเริ่มต้นของແໜແດງเพียง 100 กิโลกรัมต่อไร่ อีกทั้งสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่อาศัยอยู่ในโพรงใบของແໜແດງยังสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืชปลูกได้อีกทางหนึ่ง (ประยูร และคณะ, 2530)

(2) ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Syamsiyah et al., 2016)

(3) แห้ແໜແດງสามารถลดปริมาณวัชพืชนาข้าวได้เนื่องจากແໜແດງจะคลุมผิวน้ำป้องกันไม่ให้แสงแดดส่องลงไปใต้น้ำ ทำให้วัชพืชน้ำเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ (กมลสัน และคณะ, 2542)

(4) ใช้ในการผสมเป็นวัสดุเพาะกล้าเพื่อเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ด ดังเช่น การศึกษาของ Tejaswini et al. (2015) ที่พบว่า การใช้ແໜແດງสด 25 กรัม ผสมกับวัสดุปลูก 4 กิโลกรัม ทำให้อัตราการงอกของเมล็ดถั่วแขกมากที่สุด คือ 81.66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ใส่ແໜແດງ (64.66 เปอร์เซ็นต์) และการใช้ปุ๋ยเคมี (65.66 เปอร์เซ็นต์)

(5) ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากແໜແດງมีค่า C/N ratio ต่ำ ทำให้สามารถย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารให้พืชได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องผ่านการทำเป็นปุ๋ยหมัก และยังเป็น การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินได้อีกทางหนึ่ง (Khan, 1983) โดยมีรายงานว่า การใช้ปุ๋ยหมักແໜແດງให้ผลผลิตที่ดีกับพืชผัก เช่น มะเขือเทศเชอร์รี่ บร็อคโคลี่ และผักปวยเล้ง เป็นต้น (ศิริลักษณ์ และคณะ, 2553; Widiastuti et al., 2016; Barus et al., 2018)

(6) ใช้ผสมกับวัสดุปลูกสำหรับการเพาะกล้าต้นกล้วย โดยพบว่า การใช้ແໜແດງผสมกับวัสดุปลูก (ดิน:ขุยมะพร้าว:ถ่านแกลบ 2:1:1 โดยปริมาตร) ในอัตรา 16 กรัม ต่อวัสดุปลูก 1 กิโลกรัม ที่บรรจุในถุงปลูกขนาด 3.5×6 นิ้ว สำหรับการเพาะต้นกล้ากล้วยที่ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทำให้สามารถช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของกล้าต้นกล้วยที่ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองควบคุมที่ใช้วัสดุปลูกอย่างเดียว และสิ่งทดลองที่ฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ วันละ 1 ครั้ง ห่างกันทุก 3 วัน ซึ่งมีอัตราการรอดชีวิตอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ซึ่งการใช้ແໜແດງนอกจากจะเพิ่มอัตราการรอดชีวิตแล้ว ยังทำให้ระยะเวลาในการแทงปลีของต้นกล้วยเร็วขึ้นคือ ประมาณ 10 เดือน หลังย้ายปลูก เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ ที่ใช้เวลาประมาณ 11 เดือน (พิรุฑ และคณะ, 2559)

(7) ใช้ผสมเป็นวัสดุสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต เนื่องจากแห่นแดงมีกรดอะมิโนที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น Aspartic acid และ Glutamic acid ที่เป็นแหล่งของอินทรีย์ในโตรเจนในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (ศิริลักษณ์ และประไพ, 2557)

(8) ใช้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากแห่นแดงมีกรดอะมิโนที่จำเป็นในปริมาณที่สูง จึงเหมาะกับการใช้เป็นอาหารสัตว์จำพวกเป็ด ไก่ ปลา หรือสุกร (สายัณห์, 2553; กุลยาภิษฐ์ และคณะ, 2555; อนุรักษ์ และคณะ, 2555; Anitha et al, 2016)

(9) ใช้บำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกร (พันธ์ทิพย์ และคณะ, 2558; ศิราภรณ์ และฐปน, 2562)

(10) ใช้เป็นพืชดูดซับโลหะหนัก เนื่องจากแห่นแดงมีความสามารถในการดูดซับโลหะหนักได้หลายชนิด เช่น โครเมียม สังกะสี นิกเกิล แคดเมียม ทองแดง และยูเรเนียม เป็นต้น (Sachdeva and Sharma, 2012)

2.4 ปลาตะเพียนขาว

ปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*) เป็นปลาน้ำจืดอยู่ในวงศ์ Cyprinidae (วงศ์ตะเพียน ชิว สร้อย) เป็นปลาที่มีถิ่นอาศัยอยู่ในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือของประเทศไทย (Akkataweewat, 2002) ปลาตะเพียนขาวเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว แพร่พันธุ์ง่าย ให้ลูกตก มีรสชาติดีเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ปลาตะเพียนขาวจึงเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ (Pongthana, 2004) ปลาตะเพียนขาวถือเป็นปลากินพืช โดยกินได้ทั้งพืชชั้นต่ำ พวกพืชเซลล์เดียว สาหร่ายน้ำเงินเขียว สาหร่ายเขียว พวกไดอะตอม ฯลฯ พืชชั้นสูง เช่น แห่นแดง แห่นเป็ด สาหร่ายพวงกะโศ ผักบุ้ง ฯลฯ พืชบก เช่น ใบมันเทศ ใบมันสำปะหลัง พวกผักกาดใบต่าง ๆ ใบกระถิน ใบแค หญ้า ฯลฯ

2.4.1 ลักษณะโดยทั่วไป (ไทยเกษตรศาสตร์, 2556)

ลำตัวแบนข้าง หัวเล็ก ปากเล็ก ริมฝีปากบาง ขอบส่วนหลังโค้งยกสูงขึ้น ความยาวจากสุดหัวจรดปลายหาง 2.5 เท่าของความสูง จะงอยปากแหลม มีหนวดสั้นเล็ก ๆ 2 คู่ ด้านของครีบท้องอยู่ตรงกันข้ามกับเกล็ดที่สิบของเส้นข้างตัว เกล็ดตามแนวเส้นข้างตัวมี 29-31 เกล็ด ลำตัวมีสีเงิน ส่วนหลังมีสีคล้ำ ส่วนท้องสีขาว ที่โคนของเกล็ดมีสีเทาจนเกือบดำ ปลาตะเพียนขาวขนาดโตเต็มที่มีลำตัวยาวสูงสุดถึง 50 เซนติเมตร ขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทยมีความยาวกว่า 32.5 เซนติเมตร มีฟันในลำคอ (Pharyngeal teeth) เป็นชนิดกัดบดแบบสามแถว มีซี่เหงือกสั้น ๆ อยู่ห่างกันพอประมาณ ท่อนำเดินอาหารกระเพาะอาหารไม่มีลักษณะแตกต่างจากลำไส้ ลำไส้มีผนังบาง ๆ ยาวจนเป็นม้วนยาว 2.02-2.73 เท่าของความยาวสุดของลำตัว

2.4.2 ลักษณะเพศและการสืบพันธุ์วางไข่ (ไทยเกษตรศาสตร์, 2556)

การตรวจลักษณะความแตกต่างระหว่างตัวผู้และตัวเมียจากลักษณะภายนอก มี 3 วิธี คือ

1. ดูจากครีบท้องของตัวผู้ เมื่อจับครีบท้องให้แนบนานไปกับท้องไปทางครีบทวารแล้วจะยาวจรดถึงโคนฐาน ครีบทวารด้านหน้าหรือเลขฐานครีบทวารเล็กน้อย ส่วนตัวเมียครีบท้องจะยาวไม่ถึงโคนครีบทวาร

2. โดยใช้มือสัมผัสเกล็ดที่ลำตัวหรือส่วนแก้มจะรู้สึกสากมือสำหรับตัวผู้และถ้าเป็นตัวเมียจะรู้สึกมีเมือกลื่นเช่นเดียวกับพวกปลาไน ปลากระแห ปลาจีน

3. ลักษณะแม่ปลาที่พร้อมจะวางไข่นั้น ส่วนท้องจะอูม ส่วนท้องจะมีสีเหลืองเรื่อ ๆ และกว้างกว่าตัวผู้ เมื่อเอามือจับจะนิ่ม ช่องเพศมีสีแดงเรื่อ ๆ และรูกลั่นกว้างกว่าปกติ มองจากส่วนหลังของปลาจะเห็นท้องยื่นออกมาทางด้านข้างทั้งสองข้าง ส่วนตัวผู้ส่วนท้องจะแข็งเมื่อเอามือลูบส่วนท้องเบา ๆ จะมีน้ำเชื้อสีขาวข้นไหลออกมา

การสืบพันธุ์และการวางไข่ ได้มีรายงานว่า ปลาคะเพียนขาววางไข่ในฤดูฝน และพอจะสรุปได้ว่าประมาณเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม

1. นิสัยในการวางไข่และผสมพันธุ์ในธรรมชาติ ปลาคะเพียนขาวจะว่ายทวนน้ำขึ้นไปวางไข่ต้นน้ำลำธาร ชอบวางไข่บริเวณฝั่งของลำธารเล็ก ๆ ที่ไหลรวมกับลำธารใหญ่ซึ่งมีสภาพเป็นโคลน การผสมพันธุ์วางไข่นั้น พ่อแม่ปลาจะรวมกันเป็นฝูงใหญ่ พ่อแม่ปลาจะวางไข่ในระยะเวลาฝนเริ่มตกและหลังจากฝนตก 2-3 ครั้ง ปลาที่จะวางไข่หมด จากการสังเกตการผสมพันธุ์วางไข่ของพ่อแม่ปลาคะเพียนขาวที่เร่งให้เร่งไข่ออกด้วยฮอร์โมน พบว่า ปลาตัวผู้จะมีการแข่งขันแย่งปลาตัวเมีย ตัวผู้ที่แข็งแรงหรือโตกว่าจะจับตัวผู้อื่น ๆ ให้หนีห่างจากตัวเมีย ดังนั้น ตัวผู้ที่แข็งแรงที่สุดจึงมีโอกาสที่จะผสมพันธุ์ได้ก่อนตัวผู้อื่น ๆ

2. พฤติกรรมของการผสมพันธุ์และวางไข่ของปลาคะเพียนขาวที่แม่โจ้ ว่าปลาจะเริ่มผสมพันธุ์และวางไข่กันประมาณ 18.00 น. เศษ แต่ส่วนมากจะพบในเวลา 4 ทุ่มเศษขึ้นไป ตามธรรมชาติเมื่อถึงเวลาที่ปลาจะผสมพันธุ์ ปลาจะมารวมตรงน้ำไหล และเริ่มส่งเสียงฮือๆ (humming noise) ประมาณ 30 นาที แล้วหยุดประมาณ 1 นาที แล้วส่งเสียงอีกสลับกันไปมาเช่นนี้ประมาณ 30-45 นาที จากนั้นก็จะร้องถี่เข้าและดังขึ้นอีก 2-3 นาที แล้วการผสมพันธุ์ก็จะเริ่มขึ้น ขณะผสมพันธุ์ปลาจะร้องฮือๆ ควบคู่กันไปจนสิ้นสุดการผสมพันธุ์พฤติกรรมส่งเสียงร้องในเวลาผสมพันธุ์ได้กล่าวในเอกสารคู่มือการเลี้ยงปลาในองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติเช่นกัน การส่งเสียงฮือ ๆ ของปลาคะเพียนขาวนี้ได้สันนิษฐานว่าปลาปล่อยลมออกจากกระเพาะลมให้ผ่านหลอดคออย่างรวดเร็วจนเกิดเสียงขึ้นได้ เพราะกระเพาะลมตอนหน้ามี pneumatic duct ไปเปิดที่หลอดคอ

3. ลักษณะของไข่ ได้มีผู้กล่าวถึงลักษณะขนาด สีของไข่ปลาตะเพียนขาวพอจะสรุปได้ คือ เป็นไข่มีลักษณะกลมเล็กเมื่อออกมาใหม่ๆ ก่อนพองน้ำจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 0.5-0.8 มิลลิเมตร และเมื่อพองน้ำเต็มที่แล้ว ไข่จะมีขนาด 2.5-3.5 มิลลิเมตร สีของไข่มีสีเขียวครามอ่อน บ้างก็ว่าเป็นสีเทา และบ้างก็ว่ามีเหลืองแกมเขียวอ่อน ไข่ปลาตะเพียนขาวเป็นไข่ไม่ติด เมื่อพองน้ำแล้วเป็นไข่ประเภทครึ่งลอยครึ่งจม กล่าวคือ ถ้าน้ำนิ่งไข่จะจม ถ้ามีกระแสน้ำช่วยพยุงไข่ก็จะลอยตัว

4. ความคกของไข่ ความคกของไข่ปลาตะเพียนขาวมีความแตกต่างกันมากซึ่งอาจขึ้นอยู่กับอายุ ขนาดและวิธีการเลี้ยงแม่ปลา

5. การฟักไข่ ระยะเวลาการฟักออกเป็นตัวและระยะอุณหภูมิต่ำนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ฟักไข่ ถ้าอุณหภูมิต่ำก็จะฟักออกเป็นตัวช้า และถ้าอุณหภูมิสูงก็จะฟักเป็นตัวเร็วขึ้น เช่น ไข่ปลาจะฟักออกเป็นตัวภายหลังจากการผสมแล้ว 12 ชั่วโมง 25 นาติ และอุณหภูมิจะเหลือน้อยเป็นส่วนสุดท้ายใช้เวลา 18 ชั่วโมง 25 นาติ ที่อุณหภูมิของน้ำ 25 องศาเซลเซียส และถ้าที่อุณหภูมิของน้ำ 26-31 องศาเซลเซียส ไข่ปลาจะฟักออกเป็นตัว 8.30-11.50 ชั่วโมง ลูกปลาจะเริ่มกินอาหารเมื่ออายุได้ 2 วัน ตามหลักฐานและข้อมูลทั่ว ๆ ไป พบว่า ไข่ปลาจะฟักออกเป็นตัวตั้งแต่ 8-12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 26-30 องศาเซลเซียส และเมื่ออายุครบ 2 วัน อุณหภูมิจะเย็นและเริ่มกินอาหาร

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 อาหารที่ผ่านการคำนวณสูตรอาหารโดยคำนวณตามความต้องการสารอาหารหรือโภชนาสำหรับสัตว์น้ำชนิดนั้นๆเป็นหลัก โดยเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลาขี้ขาว ข้าวโพด เป็นต้น มาผ่านกระบวนการ

ผลิตอาหารสัตว์น้ำสำเร็จรูป ออกมาเป็นรูปแบบต่างๆ ให้สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดพันธุ์ ขนาด และช่วงวัยของสัตว์น้ำ ได้แก่

อาหารผง ประกอบด้วยวัตถุดิบอาหารชนิดต่างๆ ที่มีลักษณะแห้งและเป็นผง ละเอียดมาผสมรวมกัน และโรยให้ปลากิน หรือผสมน้ำปั่นเป็นก้อนให้ปลากิน เหมาะสำหรับสัตว์ น้ำวัยอ่อน

อาหารเม็ดจมน้ำ ทำมาจากวัตถุดิบอาหารชนิดต่างๆ ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันนำมา ผ่านเครื่องอัดเม็ด ที่มีอุณหภูมิและความดันภายในเครื่องไม่สูงมากนัก อาหารจะอัดออกมาใน ลักษณะเป็นท่อนๆ แล้วจึงนำไปผึ่งลมให้แห้ง จึงจะเก็บรักษาไว้ได้นาน

อาหารเม็ดลอยน้ำ เป็นอาหารที่ผ่านกรรมวิธีคล้ายกับการผลิตอาหารเม็ดชนิดจมน้ำ แต่ผ่านเครื่องอัดเม็ดที่มีความดัน และอุณหภูมิสูง ทำให้เม็ดอาหารที่ได้มีลักษณะพองตัว เบา และ ลอยน้ำได้

2.5.2 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 แป้นอัดอาหารที่มีอยู่หลายขนาด สามารถเลือกใส่ได้ตามความต้องการของขนาดเม็ดอาหาร และจะ มีใบมีด คอยตัดอาหารให้ออกมาเป็นเม็ดสำเร็จรูป

การทำให้แห้งและเย็น เป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยการนำเม็ดอาหารที่ผ่านเครื่องอัด อาหารแล้ว มาผึ่งลมในที่ร่ม หรืออบให้แห้ง เพื่อไล่ความชื้น ป้องกันการเกิดเชื้อรา ยืดอายุการเก็บ รักษา ทำให้เก็บรักษาได้ง่ายขึ้นด้วย

2.5.3 อาหารและการกินอาหารของปลาตะเพียนขาว (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง, 2549)

ลักษณะนิสัยการกินอาหารของปลาตะเพียนขาว พบว่า หากินในเวลากลางวันมากกว่าในเวลากลางคืน ปลาตะเพียนขาววัยอ่อนกินสาหร่ายเซลล์เดียวและแพลงก์ตอนขนาดเล็ก ส่วนปลาขนาด 3-5 นิ้ว กินพืชน้ำจืดพวก แหนเป็ด สาหร่ายพวงพะโค ผักบุ้ง สำหรับปลาขนาดใหญ่สามารถกินใบพืชบกได้ เช่น ใบมันเทศ ใบมันสำปะหลัง หญ้าขน เป็นต้น เมื่อตรวจสอบระบบการกินอาหารของปลาตะเพียนขาวขนาด 12.5 – 25.5 เซนติเมตร พบว่า มีฟันในลำคอ เป็นชนิดกัดบดแบบสามแถว มีซี่เหงือกสั้น ๆ อยู่ห่างกันพอประมาณ ท่อทางเดินอาหาร กระเพาะอาหาร ไม่มีลักษณะแตกต่างจากลำไส้ ลำไส้มีผนังบาง ยาวจนเป็นม้วน มีความยาว 2 – 2.7 เท่าของความยาวสูงสุดของลำตัว

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุรักษ์ เขียวจรเขต และคณะ (2555) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากแหนแดงอบแห้งในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn.) พบว่า แหนแดง (*Azolla microphylla*) เป็นแหล่งของโปรตีนธรรมชาติ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระดับที่เหมาะสมของแหนแดงในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus*) น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 10.24 กรัมต่อตัว เลี้ยงในตู้กระจกขนาด 150 ลิตร ให้อาหาร 6 ชนิด แบ่งออกเป็นชนิดละ 3 กลุ่ม อาหารทดสอบมีโปรตีน 30% ประกอบด้วย ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำข้าว ข้าวโพด และวิตามินแร่ธาตุ โดยมีแหนแดงแห้งในอาหารที่ระดับ 0, 8, 16, 26, 35, 40% หรือทดแทน 0, 10, 20, 30, 40 และ 50% ของโปรตีนจากปลาป่น ผลการทดลองพบว่า การใช้แหนแดงในอาหารมีผลต่อน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม การเจริญเติบโตจำเพาะ ($P < 0.05$) ยกเว้นเมื่อใช้ในระดับที่ 16 และ 26% อย่างไรก็ตามปริมาณอาหารที่กินและอัตราการรอดชีวิต ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง ($P > 0.05$) ด้านต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ของปลาเมื่อใช้แหนแดง 16, 26 และ 40% ในอาหาร ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมด้วยเหตุนี้ แหนแดงจึงสามารถเป็นอาหารที่ต้นทุนต่ำ มีคุณค่าทางอาหารสูงพอสำหรับปลา สามารถใช้ในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศได้ถึง 26%

พัชนี วิมูลชาติ (2563) ศึกษากระบวนการผลิตแหนแดง (*Azolla microphylla*) เพื่อใช้ในการเกษตร โดยวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของมูลสัตว์อัตราการใช้มูลสัตว์และการพรางแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารของแหนแดง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการเพาะเลี้ยงแหนแดงในบ่อซีเมนต์ให้กับเกษตรกร แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง โดยแต่ละการทดลอง ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตของแหนแดงทุกๆ 10 วัน จำนวน 3 รอบการเก็บเกี่ยว และบันทึก

ผลการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิต ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ ระยะเวลาที่เพิ่มเป็น 2 เท่า น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง รวมไปถึงวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของແ່ນແຂງ ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปริมาณโปรตีน โดยการทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดของมูลสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารของແ່ນແຂງ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ได้แก่ T1: ไม่ใส่มูลสัตว์ (ควบคุม) T2: ใส่มูลโค 100 เปอร์เซ็นต์ T3: ใส่มูลสุกร 100 เปอร์เซ็นต์ และ T4-T6: ใส่มูลโคร่วมกับมูลสุกรอัตราส่วน 25:75, 50:50 และ 75:25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งพบว่า การใช้มูลสุกร 100 เปอร์เซ็นต์ทำให้ແ່ນແຂງมีการเจริญเติบโตสูงที่สุด และมีระยะเวลาที่เพิ่มเป็น 2 เท่าที่สั้นที่สุด อีกทั้งยังทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงที่สุด จึงคัดเลือกการใช้มูลสุกร 100 เปอร์เซ็นต์สำหรับทดสอบต่อไปในการทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นการศึกษาอัตราการใช้มูลสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารของແ່ນແຂງ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ได้แก่ T1: ไม่ใส่มูลสุกร (ควบคุม) และ T2-T4: ใส่มูลสุกรอัตรา 20.16, 30.16 และ 40.16 กรัมในโตรเจนต่อตารางเมตร ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า การใช้มูลสุกรทุกอัตรา ทำให้ແ່ນແຂງมีการเจริญเติบโต ระยะเวลาที่เพิ่มเป็น 2 เท่า น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง รวมไปถึงการสะสมธาตุอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงคัดเลือกการใช้มูลสุกรในอัตราที่ต่ำที่สุด คือ 20.16 กรัมในโตรเจนต่อตารางเมตร เพื่อทดสอบต่อไปในการทดลองที่ 3 ที่ศึกษาการพรางแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของແ່ນແຂງ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ได้แก่ T1: ไม่มีการพรางแสง (ควบคุม) และ T2-T4: พรางแสงด้วยตาข่ายกรองแสง 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า การพรางแสงที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ทำให้ແ່ນແຂງมีการเจริญเติบโต ระยะเวลาที่เพิ่มเป็น 2 เท่า ปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง รวมไปถึงการสะสมธาตุในโตรเจนที่สูงที่สุด จึงคัดเลือกการพรางแสงที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการคัดเลือกกรรมวิธีการเพาะเลี้ยงແ່ນແຂງจากการทดลองที่ 1-3 สรุปได้ว่า เป็นการใส่มูลสุกรอัตรา 20.16 กรัมในโตรเจนต่อตารางเมตร ร่วมกับการพรางแสงที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์เพื่อทดสอบเปรียบเทียบกับกรรมวิธีของกรมวิชาการเกษตร ที่แนะนำให้ใช้ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1.27 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ร่วมกับการใช้มุ้งตาข่ายปิดปากบ่อเพื่อพรางแสง โดยพบว่า การใช้มูลสุกรอัตรา 20.16 กรัมในโตรเจนต่อตารางเมตร ร่วมกับการพรางแสงที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ทำให้ແ່ນແຂງมีน้ำหนักสดเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,842.60 กรัมต่อ 0.5 ตารางเมตร ซึ่งเพิ่มขึ้นถึง 16 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธี

ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรโดยมีการสะสมธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 4.92, 0.75 และ 4.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ราชิต เพ็งสีแสง (2565) ได้ศึกษาผลของการเสริมແຂງในอาหารปลาดุกบักอู๋ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ด้วยกระบวนการผสมสูตรอาหารที่ต่างกัน 4 ชุดการทดลอง (Treatment) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารชุดควบคุมที่เสริมແຂງที่ 0% ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารที่เสริมແຂງที่ 10% ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารที่เสริมແຂງที่ 20% และชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารที่เสริมແຂງที่ 30% ปล่อยู่น้ำหนักเฉลี่ย 2 - 3 กรัม ความยาวเฉลี่ย 5 - 6 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 ตารางเซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร จำนวน 12 บ่อ อัตราการปล่อย 30 ตัวต่อบ่อ (38 ตัว/ตารางเมตร) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ ร้อยละ 12.30 รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ ร้อยละ 12.20, 9.00 และร้อยละ 5.50 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อัตราความยาวเพิ่มขึ้น จากการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราความยาวเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ ร้อยละ 6.85 รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ ร้อยละ 6.52, 5.18 และร้อยละ 3.51 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อัตราการรอดตาย จากการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการรอดตายมากที่สุด คือ ร้อยละ 95.56 รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ ร้อยละ 94.44, 91.11 และร้อยละ 84.45 ตามลำดับ พบว่าชุดการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ จากการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด คือ 1.50 รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ 1.54, 1.72 และ 1.91 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ต้นทุนค่าอาหาร จากการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารต่อ 1 กิโลกรัมมากที่สุด คือ 18.33 บาท รองลงมาเป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ 17.00, 15.66 และ 14.33 บาท ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 การทดลองผลิตปุ๋ยมูลแพะ

- 3.1.1.1 มูลแพะสด
- 3.1.1.2 แผ่นพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง
- 3.1.1.3 ถาดอคูมินิยม
- 3.1.1.4 ถังมือยาง
- 3.1.1.5 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- 3.1.1.6 กากน้ำตาล
- 3.1.1.7 น้ำ EM
- 3.1.1.8 รำละเอียด
- 3.1.1.9 แกลบ

3.1.2 การทดลองเพิ่มผลผลิตเห็ดนางฟ้าด้วยปุ๋ยมูลแพะ

- 3.1.2.1 เห็ดนางฟ้าสด
- 3.1.2.2 น้ำที่จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- 3.1.2.3 บ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 เซนติเมตร
- 3.1.2.4 ปุ๋ยมูลแพะ
- 3.1.2.5 เครื่องชั่งตวงวัด 2 ตำแหน่ง

3.1.3 การทดลองศึกษาผลของเห็ดนางฟ้าจากปุ๋ยมูลแพะต่อการเจริญเติบโตของปลา

- 3.1.3.1 ปลาป่น
- 3.1.3.2 กากถั่วเหลือง
- 3.1.3.3 รำละเอียด
- 3.1.3.4 ปลาข้าว
- 3.1.3.5 น้ำมันพืช
- 3.1.3.6 เห็ดนางฟ้าป่น (เห็ดนางฟ้าอบแห้ง บดเป็นผง)

3.1.3.7 วิตามินพรีมิกซ์

3.1.3.8 ถังพลาสติก PE ขนาด 700 ลิตร

3.1.3.9 ลูกพันธุ์ปลาดูแลเลี้ยงจากฟาร์มจำหน่ายลูกพันธุ์สัตว์น้ำเอกชน

3.1.3.10 อาหารอนุบาลลูกพันธุ์ปลา

3.1.3.11 หัวทราย ท่อลม อุปกรณ์ให้อากาศ

3.1.3.12 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.2 การดำเนินการวิจัย

นำมูลแพะมาอบแห้งใช้เป็นปุ๋ยคอก หมักเป็นปุ๋ยหมักแบบกลับกอง เพื่อศึกษาโภชนะที่เป็นองค์ประกอบ โดยวิธีการทำมูลแพะอบแห้ง คือ นำมูลแพะเกลี่ยใส่บนถาดอลูมิเนียม นำเข้าเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะแห้งดี ส่วนการทำปุ๋ยหมักมูลแพะแบบกลับกอง มีส่วนผสมของมูลแพะ : กากน้ำตาล : น้ำ EM : รำ : แกลบ ที่มีอัตราส่วนเท่ากับ 6 : 0.5 : 0.25 : 2 : 2 ทำการหมักปุ๋ยโดยเทกองบนพื้นดินที่รองด้วยแผ่นพลาสติกพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE : High Density Polyethylene) คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นกระจายปุ๋ยให้ทั่วแผ่นรองให้มีความหนาไม่เกิน 1 นิ้ว ทำการกลับกองทุกวัน ทั้งไว้เป็นระยะเวลา 1 เดือน นำไปตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และความชื้น จากนั้นนำไปทดลองเลี้ยงแห่นแดง เพื่อทดสอบการใช้มูลแพะในรูปแบบต่างๆ ต่อการเจริญเติบโต การเพิ่มจำนวน ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตของแห่นแดง โดยเลี้ยงแห่นแดงเป็นระยะเวลา 1 เดือน ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักผลผลิตแห่นแดงด้วยการชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นนำแห่นแดงที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยมูลแพะในรูปแบบที่ให้ผลผลิตสูงสุด ไปอบแห้ง บดเป็นผง เป็นวัตถุดิบเสริมลงในอาหารผสมสำเร็จที่มีโปรตีน 28% โปรตีน ที่ระดับ 10, 20 และ 30% เพื่อใช้เลี้ยงปลาดูแลเลี้ยงในอัตรา 5% ของน้ำหนักตัวต่อวัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อศึกษาผลของการใช้แห่นแดงจากมูลแพะต่อการเจริญเติบโตของปลา คุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลา และศึกษาดัชนีคุณค่าอาหารสัตว์น้ำ โดยได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักเพื่อปรับปริมาณอาหารและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

3.3 ระเบียบวิธีวิจัย

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

ชุดการทดลองที่ 1: ปลาดูเลี้ยงขาวที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จ

ชุดการทดลองที่ 2: ปลาดูเลี้ยงขาวที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จเสริมแทนแแดงจากปืยมูลแพะที่ระดับ 10%

ชุดการทดลองที่ 3: ปลาดูเลี้ยงขาวที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จเสริมแทนแแดงจากปืยมูลแพะที่ระดับ 20%

ชุดการทดลองที่ 4: ปลาดูเลี้ยงขาวที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จเสริมแทนแแดงจากปืยมูลแพะที่ระดับ 30%

3.4 สูตรอาหารทดลอง

สูตรอาหารทดลองที่มีการเสริมแทนแแดงที่เลี้ยงด้วยปืยมูลแพะ นำมาอบแห้ง และบดเป็นผงจนเป็นแทนแแดงป่น นำมาเป็นวัตถุดิบเสริมในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลาดูเลี้ยงขาว โดยมีโปรตีนรวมเท่ากับ 28 เปอร์เซ็นต์โปรตีน ประกอบด้วยวัตถุดิบดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรอาหารทดลอง

วัตถุดิบ (กิโลกรัม)	ชุดควบคุม	เสริมแทนแแดงป่น 10 %	เสริมแทนแแดงป่น 20 %	เสริมแทนแแดงป่น 30 %
กากถั่วเหลือง44%	34.0	32.0	30.5	28.0
ปลาป่น60%	14.0	13.0	12.0	12.0
รำละเอียด	24.0	23.0	17.5	9.5
ปลายข้าว	24.0	19.0	18.0	19.0
น้ำมันพืช	3.0	2.0	1.0	0.5
วิตามินพรีมิกซ์	1.0	1.0	1.0	1.0
แทนแแดงป่น	-	10.0	20.0	30.0
รวม (กิโลกรัม)	100.0	100.0	100.0	100.0

3.5 การเก็บผลข้อมูล

ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักเพื่อปรับปริมาณอาหารและเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการกินอาหาร อัตราแลกเนื้อ อัตรารอด รวมถึงข้อมูลคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาด้วย ได้แก่ค่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) และอุณหภูมิของน้ำ ทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยมีการคำนวณ ดังนี้

3.5.1 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (weight gain : กรัมต่อตัว)

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

3.5.2 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อตัวต่อวัน)

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

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

โรงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาคารปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และอาคารปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลของการศึกษาโกษณะที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยมูลแพะ

จากการศึกษาโกษณะที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยมูลแพะ โดยการเก็บรวบรวมมูลแพะจากคอกเลี้ยงแพะ มาอบแห้งใช้เป็นปุ๋ยคอก และหมักเป็นปุ๋ยหมักแบบกักกอง แล้วนำไปวิเคราะห์โกษณะที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีในปุ๋ยมูลแพะทั้ง 2 รูปแบบ ได้แก่ว่า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ได้ผลการวิจัยดังแสดงค่าในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 โกษณะที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยมูลแพะ

องค์ประกอบทางเคมี	ปุ๋ยคอก	ปุ๋ยหมักแบบกักกอง
ไนโตรเจน (%)	2.30	1.15
ฟอสฟอรัส (%)	0.49	0.24
โพแทสเซียม (%)	4.35	0.28
แคลเซียม (%)	1.59	0.82
แมกนีเซียม (%)	0.43	0.31
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	8.52	7.25

4.2 ผลการศึกษารูปแบบของปุ๋ยมูลแพะต่อการเพิ่มผลผลิตของแพะแดง

จากการทดสอบการใช้ปุ๋ยมูลแพะในรูปแบบที่แตกต่างกัน ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยคอกจากมูลแพะ และใส่ปุ๋ยหมักจากมูลแพะ เพื่อเลี้ยงแพะแดงเป็นระยะเวลา 1 เดือน ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักผลผลิตแพะแดง ด้วยการชั่งน้ำหนัก ได้ผลการวิจัยดังแสดงค่าในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 รูปแบบของปุ๋ยมูลแพะต่อผลผลิตของแห่นแดง

ผลผลิตแห่นแดง (กรัม)	ไม่ใส่ปุ๋ย	ใส่ปุ๋ยคอกจากมูลแพะ	ใส่ปุ๋ยหมักจากมูลแพะ	p-value
เริ่มต้น	20.07±0.12	20.07±0.06	20.07±0.12	1.000
ครบ 1 สัปดาห์	35.00±8.89 ^b	55.00±7.94 ^a	37.00±4.58 ^b	0.030
ครบ 2 สัปดาห์	78.67±16.01 ^b	151.00±36.00 ^a	71.00±13.89 ^b	0.012
ครบ 3 สัปดาห์	104.67±8.33 ^b	271.00±58.80 ^a	113.67±10.60 ^b	0.002
ครบ 1 เดือน	129.00±5.57 ^b	496.67±142.51 ^a	217.33±9.61 ^b	0.004

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

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า รูปแบบของปุ๋ยมูลแพะที่แตกต่างกัน มีผลต่อปริมาณผลผลิตของแห่นแดง โดยเมื่อทำการเลี้ยงแห่นแดงเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า การใส่ปุ๋ยคอกจากมูลแพะ ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตของแห่นแดงมากที่สุด ทำให้แห่นแดงมีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับการเลี้ยงแห่นแดงแบบไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยหมักจากมูลแพะ มีค่าผลผลิตเฉลี่ยเมื่อครบ 1 เดือน เท่ากับ 129.00±5.57, 496.67±142.51 และ 217.33±9.61 กรัม ตามลำดับชุดการทดลอง จากค่าผลผลิตเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงแห่นแดงครบ 1 เดือนข้างต้นนั้น ทำให้ผู้วิจัยเลือกแห่นแดงที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยคอกจากมูลแพะ ไปเป็นวัตถุดิบเสริมในอาหารทดลองปลาดะเพียนขาว เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปลา ในขั้นตอนการวิจัยต่อไป

4.3 ผลของการเสริมแห่นแดงจากปุ๋ยมูลแพะในอาหารปลาดะเพียนขาว

จากการทดสอบรูปแบบการใช้ปุ๋ยมูลแพะ พบว่า รูปแบบของปุ๋ยมูลแพะที่ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตของแห่นแดงสูงที่สุด คือ ปุ๋ยคอกจากมูลแพะ การทดลองนี้จึงนำแห่นแดงที่ได้จากการเลี้ยงด้วยปุ๋ยคอกจากมูลแพะ มาเป็นวัตถุดิบเสริมในอาหารปลาดะเพียนขาว เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาดะเพียนขาว โดยทำการสร้างสูตรอาหารปลาดะเพียนขาว ที่มีโปรตีนรวม 28 เปอร์เซ็นต์ และมีการใช้แห่นแดงจากปุ๋ยคอกมูลแพะ ในระดับปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ 10, 20, และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร เมื่อนำไปทดลองเลี้ยงปลาดะเพียนขาว เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้ผลการวิจัยดังแสดงค่าในตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลา

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง				p-value
	ควบคุม	ແໜແດງ 10%	ແໜແດງ 20%	ແໜແດງ 30%	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัมต่อตัว) ^{ns}	35.70 ± 0.67	35.68 ± 0.42	35.70 ± 0.34	35.71 ± 0.67	0.998
น้ำหนักสุดท้าย (กรัมต่อตัว) ^{ns}	153.13 ± 6.20	160.20 ± 4.90	161.11 ± 8.94	163.10 ± 4.12	0.415
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัมต่อตัว) ^{ns}	117.43 ± 5.94	124.52 ± 4.60	125.41 ± 8.60	127.39 ± 4.61	0.376
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัมต่อตัวต่อวัน) ^{ns}	2.10 ± 0.22	2.22 ± 0.10	2.24 ± 0.15	2.27 ± 0.04	0.189

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

จากการศึกษาผลของการใช้ແໜແດງທີ່เลี้ยงด้วยปຸຍມູລແພະ มาทำแห้งและบดป่น เสร็จลงในอาหารปลาตะเพียนขาว เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปลาตะเพียนขาว หลังได้รับอาหารเสริมແໜແດງจากปຸຍມູລແພະที่ระดับปริมาณ 0, 10, 20 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร พบว่า ค่าน้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 35.70 ± 0.67, 35.68 ± 0.42, 35.70 ± 0.34 และ 35.71 ± 0.67 กรัมต่อตัว ค่าน้ำหนักสุดท้ายเท่ากับ 153.13 ± 6.20, 160.20 ± 4.90, 161.11 ± 8.94 และ 163.10 ± 4.12 กรัมต่อตัว ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 117.43 ± 5.94, 124.52 ± 4.60, 125.41 ± 8.60 และ 127.39 ± 4.61 กรัมต่อตัว ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันเท่ากับ 2.10 ± 0.22, 2.22 ± 0.10, 2.24 ± 0.15 และ 2.27 ± 0.04 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับชุดการทดลอง ซึ่งในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ และอัตราการรอดตายของปลา

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง				p-value
	ควบคุม	ແໜແຈງ 10%	ແໜແຈງ 20%	ແໜແຈງ 30%	
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัมต่อตัวต่อวัน) ^{ns}	3.75 ± 0.10	3.88 ± 0.15	3.82 ± 0.16	3.78 ± 0.05	0.189
อัตราการเปลี่ยนอาหาร เป็นเนื้อ ^{ns}	1.91 ± 0.30	1.80 ± 0.11	1.78 ± 0.23	1.77 ± 0.20	0.774
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ^{ns}	96.67 ± 8.82	98.22 ± 3.85	98.22 ± 2.00	97.33 ± 5.80	0.989

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

จากการศึกษาผลของการใช้ແໜແຈງที่เลี้ยงด้วยปุยมูลแพะ มาทำแห้งและบดป่น เสริมลงในอาหารปลาตะเพียนขาว เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปลาตะเพียนขาว หลังได้รับอาหารเสริมແໜແຈງจากปุยมูลแพะที่ระดับปริมาณ 0, 10, 20 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร พบว่า ค่าปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 3.75 ± 0.10 , 3.88 ± 0.15 , 3.82 ± 0.16 และ 3.78 ± 0.05 กรัมต่อตัวต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 1.91 ± 0.30 , 1.80 ± 0.11 , 1.78 ± 0.23 และ 1.77 ± 0.20 และค่าอัตราการรอดตายของปลาดุกถูกผสมเท่ากับ 96.67 ± 8.82 , 98.22 ± 3.85 , 98.22 ± 2.00 และ 97.33 ± 5.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับชุดการทดลอง ในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

4.4 ผลการศึกษาต้นทุน

จากการพัฒนาสูตรอาหารปลาตะเพียนขาวเสริมแทนแดงป่นที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยมูลแพะ มีผลต่อต้นทุนค่าอาหาร ดังแสดงค่าในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนการผลิตอาหาร

วัตถุดิบ (ราคา/บาท/กิโลกรัม)	ราคาวัตถุดิบ			
	ควบคุม	แทนแดง 10%	แทนแดง 20%	แทนแดง 30%
ปลายข้าว	2.88	2.28	2.16	2.28
รำละเอียด	3.60	3.45	2.63	1.43
ปลาป่น 60%	6.72	6.24	5.76	5.76
กากถั่วเหลือง 44%	7.48	7.04	6.71	6.16
น้ำมันพืช	1.50	1.00	0.50	0.25
วิตามินแร่ธาตุพรีมิกซ์	2.40	2.40	2.40	2.40
แทนแดงป่น	-	0.69	1.38	2.08
รวม	24.58	23.10	21.54	20.35
รวมราคา บาท/ 1 กิโลกรัม	24.58 บาท	23.10 บาท	21.54 บาท	20.35 บาท

จากการศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการเสริมแทนแดงจากปุ๋ยมูลแพะ เพื่อเลี้ยงปลาตะเพียนขาว พบว่า ต้นทุนอาหารทั้ง 4 สูตร เท่ากับ 24.58, 23.10, 21.54 และ 20.35 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ชุดการทดลอง ดังตารางข้างต้น ต้นทุนการผลิตอาหารขึ้นอยู่กับสถานการณ์ราคาของวัตถุดิบในสูตรอาหาร ซึ่งการเลือกใช้วัตถุดิบท้องถิ่น หรือเศษเหลือจากการแปรรูปทางภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมมาเสริมในสูตรอาหารสัตว์น้ำ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารได้ ซึ่งการลดต้นทุนด้านอาหารลงได้ ถือว่าเป็นการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตสัตว์น้ำได้อย่างมาก เนื่องจากต้นทุนค่าอาหารถือเป็นต้นทุนหลักในการผลิตคิดเป็น 70 - 80 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิตรวมทั้งหมด ซึ่งการเสริมแทนแดงจากปุ๋ยมูลแพะในอาหารปลาตะเพียนขาว ทำให้ได้ต้นทุนที่ต่ำกว่าอาหารในชุดควบคุม และอาหารสำเร็จรูปที่มีขายโดยทั่วไปตามท้องตลาดที่มีราคาขายอยู่ระหว่าง 26 – 28 บาทต่อกิโลกรัม โดยต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำจะมีราคาต่ำลงเมื่อมีการใช้แทนแดงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

บทที่ 5

วิจารณ์ผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 วิจารณ์ผลการวิจัย

5.1.1 ผลของการศึกษาโภชนาที่เป็นองค์ประกอบในปุยมูลแพะ

พบว่า องค์ประกอบทางเคมีในปุยมูลแพะทั้ง 2 รูปแบบ ได้แก่ ปุยคอก และปุยหมักแบบกลับกอง มีค่าปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 2.30 และ 1.15 เปอร์เซ็นต์ มีค่าฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.49 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ มีค่าโพแทสเซียมเท่ากับ 4.35 และ 0.28 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแคลเซียมเท่ากับ 1.59 และ 0.82 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแมกนีเซียมเท่ากับ 0.43 และ 0.31 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 8.52 และ 7.25 ตามลำดับ เป็นปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบถ้วน โดยปุยมูลแพะในรูปแบบของปุยคอก มีค่าองค์ประกอบทางเคมีของธาตุอาหารต่าง ๆ สูงกว่าปุยมูลแพะในรูปแบบปุยหมักแบบกลับกอง และเมื่อเปรียบเทียบกับปุยมูลสัตว์ชนิดอื่น พบว่า ปุยมูลแพะมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าปุยมูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ ดังรายงานการวิจัยของ อรรถ งามพ่องใส และคณะ (2553) ที่ได้ศึกษาการใช้มูลแพะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตพริก และได้ตรวจวิเคราะห์ค่าอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารต่าง ๆ ของปุยหมักจากมูลแพะ ปุยมูลโค ปุยมูลแพะแห้ง และแกลบ พบว่า ปุยมูลแพะแห้งมีค่าอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด รองลงมาคือ ปุยหมักจากมูลแพะ และปุยมูลโค ส่วนปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ พบว่า ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ของปุยหมักจากมูลแพะน้อยกว่าปุยมูลแพะแห้ง และปุยมูลโค ซึ่งอาจเนื่องมาจากในปุยหมักมูลแพะมีแกลบเป็นส่วนประกอบ โดยแกลบมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอาหารอื่น ๆ ต่ำ จึงทำให้ปุยหมักจากมูลแพะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำไปด้วย

5.1.2 ผลของการศึกษารูปแบบของปุยมูลแพะต่อการเพิ่มผลผลิตของเหานแดง

พบว่า จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า รูปแบบของปุยมูลแพะที่แตกต่างกัน มีผลต่อปริมาณผลผลิตของเหานแดง โดยเมื่อทำการเลี้ยงเหานแดงเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า การใส่ปุยคอกจากมูลแพะส่งผลต่อปริมาณผลผลิตของเหานแดงมากที่สุด ทำให้เหานแดงมีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับการเลี้ยงเหานแดงแบบไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุยหมักจากมูลแพะ มีค่าผลผลิตเฉลี่ยเมื่อครบ 1 เดือน เท่ากับ 129.00 ± 5.57 , 496.67 ± 142.51 และ 217.33 ± 9.61 กรัม ตามลำดับชุดการทดลอง โดยส่วนมากแล้วการเพิ่มผลผลิตของเหานแดงนั้น จะใช้มูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่นิยมและได้ผลดีที่สุด คือ ปุยมูลสุกร ดังรายงานการวิจัยของ สายัณห์ คำรักษา (2553) ที่ได้ศึกษาการเพาะเลี้ยงและการประเมินคุณภาพเหานแดง โดยทำ

การทดลองเพาะเลี้ยงเห็ดแครงด้วยความแตกต่างของอัตราส่วนดินต่อน้ำ คือ มูลโค (1:0.5) มูลสุกร (1:0.5) กากตะกอนก๊าซชีวภาพ (1:0.5) มูลโค (1:1) มูลสุกร (1: 1) กากตะกอนก๊าซชีวภาพ (1:1) และกลุ่มควบคุม (1:0) พบว่า การเพาะเลี้ยงเห็ดแครงด้วยดินและปุ๋ยมูลสุกรที่อัตราส่วน 1:1 มีผลต่อปริมาณผลผลิตของเห็ดแครงสูงที่สุด เท่ากับ 688.09 กรัม/บ่อทดลอง และเห็ดแครงที่เลี้ยงด้วยดินและปุ๋ยมูลสุกรที่อัตราส่วน 1:1 มีค่าปริมาณโปรตีนและเยื่อใยสูงที่สุด เท่ากับ 20.50 เปอร์เซ็นต์ และ 15.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของพัชนี วิมูลชาติ (2563) ที่ได้ศึกษากระบวนการผลิตเห็ดแครง (*Azolla microphylla*) เพื่อใช้ในการเกษตร โดยศึกษาชนิดของมูลสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารของเห็ดแครง วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ได้แก่ T1: ไม่ใส่มูลสัตว์ (ควบคุม) T2: ใส่มูลโค 100 เปอร์เซ็นต์ T3: ใส่มูลสุกร 100 เปอร์เซ็นต์ และ T4-T6: ใส่มูลโค ร่วมกับมูลสุกรอัตราส่วน 25:75, 50:50 และ 75:25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ซึ่งพบว่า การใช้มูลสุกร 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เห็ดแครงมีการเจริญเติบโตสูงที่สุด และมีระยะเวลาที่เพิ่มเป็น 2 เท่าที่สั้นที่สุด อีกทั้งยังทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงที่สุด และศึกษาอัตราการใช้มูลสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและการสะสมธาตุอาหารของเห็ดแครง ได้แก่ T1: ไม่ใส่มูลสุกร (ควบคุม) และ T2-T4: ใส่มูลสุกร อัตรา 20.16, 30.16 และ 40.16 กรัมในโตรเจนต่อตารางเมตร ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า การใช้มูลสุกรทุกอัตรา ทำให้เห็ดแครงมีการเจริญเติบโต ระยะเวลาที่เพิ่มเป็น 2 เท่า น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง รวมไปถึงการสะสมธาตุอาหารไม่แตกต่างทางสถิติ และศึกษาการพรางแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเห็ดแครง โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย T1: ไม่มีการพรางแสง (ควบคุม) และ T2-T4: พรางแสงด้วยตาข่ายกรองแสง 20, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่า การพรางแสงที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เห็ดแครงมีการเจริญเติบโต ระยะเวลาที่เพิ่มเป็น 2 เท่า ปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง รวมไปถึงการสะสมธาตุไนโตรเจนที่สูงที่สุด แต่จากผลการทดลองในรายงานฉบับนี้ แสดงถึง ปุ๋ยมูลเพาะสามารถใช้เพิ่มผลผลิตของเห็ดแครงได้ เช่นเดียวกับปุ๋ยมูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ

5.1.3 ผลของการเสริมเห็ดแครงจากปุ๋ยมูลเพาะในอาหารปลาตะเพียนขาว

พบว่า การเสริมเห็ดแครงจากปุ๋ยมูลเพาะในอาหารปลาตะเพียนขาว ต่อค่าน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยปลาตะเพียนขาวที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมเห็ดแครงจากปุ๋ยมูลเพาะในทุกระดับปริมาณ ให้ผล

การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาเทียบเท่ากับชุดควบคุม เนื่องจากคุณสมบัติทางโภชนาการของແຮ່ແຂງແຂງนั้น ถือเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูง เท่ากับ 19.50 เปอร์เซ็นต์ แต่มีปริมาณเยื่อใยสูงด้วย เท่ากับ 12.90 เปอร์เซ็นต์ (ศิริลักษณ์และประไพ, 2557) ซึ่งเยื่อใยในอาหารเป็นสารขัดขวางโภชนะ มีผลต่อการย่อยได้ และการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ อาจเหมาะสมกับปลาบางชนิด ซึ่งรายงานการวิจัยฉบับนี้ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับงานวิจัยของราชิตเพ็งสีแสง (2565) ที่ได้ศึกษาการเสริมແຮ່ແຂງในอาหารปลาคูบักกอย ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ด้วยกระบวนการผสมสูตรอาหารที่ต่างกัน 4 ชุด การทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารชุดควบคุมที่เสริมແຮ່ແຂງที่ 0% ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารที่เสริมແຮ່ແຂງที่ 10% ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารที่เสริมແຮ່ແຂງที่ 20% และชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารที่เสริมແຮ່ແຂງที่ 30% ได้ผลการทดลองดังนี้ อัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ ร้อยละ 12.30 รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ ร้อยละ 12.20, 9.00 และร้อยละ 5.50 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลองพบว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อัตราความยาวเพิ่มขึ้น พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราความยาวเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ ร้อยละ 6.85 รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ ร้อยละ 6.52, 5.18 และร้อยละ 3.51 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อัตราการรอดตาย พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการรอดตายมากที่สุด คือ ร้อยละ 95.56 รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ ร้อยละ 94.44, 91.11 และร้อยละ 84.45 ตามลำดับ พบว่าชุดการทดลองที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด คือ 1.50 รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ 1.54, 1.72 และ 1.91 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลอง พบว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ต้นทุนค่าอาหาร พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีต้นทุนค่าอาหารต่อ 1 กิโลกรัมมากที่สุด คือ 18.33 บาท รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 คือ 17.00, 15.66 และ 14.33 บาท ตามลำดับ แต่ขัดแย้งกับการวิจัยของอนุรักษ์ เขียวจรเขต และคณะ (2555) ที่ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากແຮ່ແຂງอบแห้งในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ โดยใช้ปลานิลน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 10.24 กรัมต่อตัว เลี้ยงในตู้กระจกขนาด 150 ลิตร ให้อาหาร 6 ชนิด แบ่งออกเป็นชนิดละ 3 กลุ่ม อาหารทดสอบมีโปรตีน 30% ประกอบด้วย ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำข้าว ข้าวโพด และไวตามินแร่ธาตุ โดยมีແຮ່ແຂງแห้งในอาหารที่ระดับ 0, 8, 16, 26, 35, 40% หรือทดแทน 0, 10, 20, 30, 40 และ 50% ของโปรตีนจากปลาป่น ผลการทดลองพบว่า การใช้ແຮ່ແຂງในอาหารมีผลต่อ

น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม การเจริญเติบโตจำเพาะ ($P < 0.05$) ยกเว้นเมื่อใช้ในระดับที่ 16 และ 26% อย่างไรก็ตามปริมาณอาหารที่กินและอัตราการรอดชีวิต ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง ($P > 0.05$) ด้านต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัมของปลา เมื่อใช้แทนแดง 16, 26 และ 40% ในอาหาร ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ด้วยเหตุนี้ แทนแดงจึงสามารถเป็นอาหารที่ต้นทุนต่ำ มีคุณค่าทางอาหารสูงพอสำหรับปลา สามารถใช้ในอาหารปลานิลแปลงเพศได้ถึง 26%

5.1.4 ผลการศึกษาต้นทุน

พบว่า จากการศึกษาต้นทุนค่าอาหารในการเสริมแทนแดงจากปฏิมูลแพะเพื่อเลี้ยงปลาตะเพียนขาว พบว่า ต้นทุนอาหารทั้ง 4 สูตร เท่ากับ 24.58, 23.10, 21.54 และ 20.35 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับชุดการทดลอง ดังตารางที่ 4.5 ต้นทุนการผลิตอาหารขึ้นอยู่กับสถานการณ์ราคาของวัตถุดิบในสูตรอาหาร ซึ่งการเลือกใช้วัตถุดิบท้องถิ่น หรือเศษเหลือจากการแปรรูปทางภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมมาเสริมในสูตรอาหารสัตว์น้ำ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารได้ ซึ่งการลดต้นทุนด้านอาหารลงได้ ถือว่าเป็นการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตสัตว์น้ำได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากต้นทุนค่าอาหารถือเป็นต้นทุนหลักในการผลิตคิดเป็น 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิตรวมทั้งหมด (อรพินท์ จินตสถาพร, 2553) ซึ่งการเสริมแทนแดงจากปฏิมูลแพะเพื่อเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ทำให้ได้ต้นทุนที่ต่ำกว่าอาหารในชุดควบคุม และอาหารสำเร็จรูปที่มีขายโดยทั่วไป ตามท้องตลาดที่มีราคาขายอยู่ระหว่าง 26 - 28 บาทต่อกิโลกรัม โดยต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำจะมีราคาต่ำลงเมื่อมีการใช้แทนแดงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ซึ่งผลการศึกษาต้นทุนในครั้งนี้ มีผลการศึกษาที่สอดคล้องกับงานวิจัยของราชิต เฟิงสีแสง (2565) ที่ได้ศึกษาการเสริมแทนแดงในอาหารปลาดุกบักอู๋ พบว่าต้นทุนค่าอาหาร ในชุดการทดลองที่ 1 ที่ไม่มีการเสริมแทนแดง มีต้นทุนค่าอาหารต่อ 1 กิโลกรัมมากที่สุด คือ 18.33 บาท รองลงมา เป็นชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 มีการเสริมแทนแดงที่ระดับปริมาณ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารเท่ากับ 17.00, 15.66 และ 14.33 บาท ตามลำดับ

5.2 สรุปผลการวิจัย

การเสริมแทนแดงจากปฏิมูลแพะในอาหารปลาตะเพียนขาวที่ระดับต่างกัน ได้แก่ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาเทียบเท่ากับชุดควบคุม แต่ต้นทุนค่าอาหารที่มีการเสริมแทนแดงจากปฏิมูลแพะมีราคาต่ำกว่าชุดควบคุม โดยการเสริมแทนแดงจากปฏิมูลแพะในปริมาณที่สูงขึ้นจะยิ่งช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้มากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 แหนแดงเป็นพืชน้ำ มีความชื้นสูง จึงควรระมัดระวังในการเก็บรักษา ไม่ให้เกิดเชื้อราในอาหาร

5.3.2 ควรเพิ่มระยะเวลาทดลองเลี้ยงปลาให้นานขึ้น เพื่อให้ค่าเฉลี่ยผลการเจริญเติบโตของปลามีแนวโน้มที่เห็นได้ชัดเจนมากขึ้น

บรรณานุกรม

- กองวิจัยและพัฒนาข้าว. 2559. **ปุ๋ยอินทรีย์: ปุ๋ยหมัก**. [online]. การจัดการดินและปุ๋ยในนาข้าว. แหล่งที่เข้าถึง <http://www.ricethailand.go.th/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=005.htm> --> [27 กรกฎาคม 2566]
- กุลยาภัสร์ วุฒิจาริ อัจฉรา พวงน้ำอ่าง เทวินทร์ ทองมูล และวันดี ทาตระกูล. 2555. การใช้ประโยชน์จากเห็ดแครงอบแห้งในอาหารไก่เนื้อ. หน้า.262-267. ใน: การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10. วันที่ 24-29 กรกฎาคม 2555. มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.
- คมสัน นครศรี ประสาน วงศาโรจน์ และสำราญ อินแถลง. 2542. อัตราของเห็ดแครง (*Azolla pinnata* B.Br.) ต่อการควบคุมวัชพืชในนาหว่านน้ำตม. วารสารวิชาการเกษตร 17(3): 303-309.
- ณปภัช พิมพ์ดี. 2560. **ประเภทของปุ๋ย**. [online]. ปุ๋ย. แหล่งที่เข้าถึง <https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7124-2017-06-04-07-32-46> --/ [22 สิงหาคม 2566]
- เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2562. **เห็ดแครง พืชน้ำหมักจรรย เปรียบเหมือนโรงงานผลิตปุ๋ยใช้ปลูกข้าว เลี้ยงสัตว์ ทำเกษตรอินทรีย์ ช่วยลดต้นทุน**. [online]. การเกษตร-เทคโนโลยี. แหล่งที่เข้าถึง https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_108676 [22 กรกฎาคม 2566]
- เทอดพงษ์ วิริยะสมบัติ. 2566. **คำแนะนำเบื้องต้นสำหรับผู้ต้องการเลี้ยงแพะ**. [online]. องค์ความรู้-แพะ. แหล่งที่เข้าถึง <https://natres.psu.ac.th/km/?p=211/> [22 สิงหาคม 2566]
- ไทยเกษตรศาสตร์. 2556. **การเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนขาว**. [online]. การทำประมง. แหล่งที่เข้าถึง <https://www.thaikasetsart.com/การเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนขาว/> [15 สิงหาคม 2566]
- บ้านและสวน. 2564. **รู้จักปุ๋ยคอก ในมูลสัตว์มีประโยชน์อะไรต่อพืชผักในสวน**. [online]. Farming 101. แหล่งที่เข้าถึง <https://www.baanlaesuan.com/229342/garden-farm/farming-101/manure/> [22 สิงหาคม 2566]
- ประยูร สวัสดิ์, สมพร ชุนห้ลือชานนท์ และ นันทกร บุญเกิด. 2530. **การใช้เห็ดแครงเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว**. รายงานผลการวิจัย. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 28 น.

- พจน์ วิมูลชาติ. 2563. กระบวนการผลิตแหนแดง (*Azolla microphylla*) เพื่อใช้ในการเกษตร. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ็ก วิภา หอมหวาน ดำรงค์ศักดิ์ สุวรรณศรี และนุชนันท์ พลฤทธิ์. 2558. การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรด้วยแหนแดง (*Azolla microphylla*) ในระบบบำบัดน้ำเสียพืชลอยน้ำ. ว.วิทย.มข. 43(4): 698-714.
- พิรยุทธ สิริฐนกร อารยา อาจเจริญเทียนหอม สิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต กัลยาณี สุวิทวัส พิมพนิภา เพ็งช่าง เจนจิรา ชุมภูคำ และทักษิณ ยารุวัฒนพันธ์. 2559. ผลของไมคอร์ไรซาร่วมกับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพต่อการอยู่รอดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยน้ำว้าพันธุ์ปากช่อง 50 ในแปลงปลูก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ2): 357-360.
- ราชิต เพ็งสีแสง. 2565. ผลของการเสริมแหนแดงในอาหารปลาดุกบักอูย. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.
- วิมล จันทรโรทัย, ประเสริฐ สีตะสิทธิ์, ศิริมล ชุ่มสูงเนิน และสมฤกษ์ ชินมุข. 2535. อาหารที่ระดับโปรตีนต่างกันแต่พลังงานคงที่ต่อการเจริญเติบโตและไขมันสะสมในปลาสาวยงาม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 124. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2543. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิริภรณ์ ชื่นบาล และฐปน ชื่นบาล. 2562. การศึกษาการเจริญ การสะสม และการปลดปล่อยธาตุอาหารของแหนแดงที่เลี้ยงด้วยน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร. *RMUTI JOURNAL Science and Technology* 12(1): 86-96.
- ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต นิสารัตน์ ทวีนุต และประไพ ทองระอา. 2553. ศึกษาการสลายตัวและการปลดปล่อยไนโตรเจนของแหนแดงในการผลิตมะเขือเทศเชอร์รี่ในสภาพกระถางทดลอง. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา, สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และประไพ ทองระอา. 2557. การศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของแหนแดงที่ใช้เป็นวัสดุสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา, สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สนทยา มูลศรีแก้ว ฐานิสวรรค์ ชิตธนาเศรษฐ์ นิมิตร ขจรไชยกูล อดิชาติ ภูมิวนิชชา และสุรัตน์ บุญยวง. 2555. การศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลแพะ. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, พระนครศรีอยุธยา. 12 น.

- สายันห์ คำรักษา. 2553. การเพาะเลี้ยงและการประเมินคุณภาพแหนแดง (*Azolla microphylla*) เพื่อเป็นวัตถุดิบอาหารสุกร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำนักงานปศุสัตว์เขต 6. 2566. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์-แพะ-รายจังหวัด. [online]. ข้อมูลสถิติ/รายงานประจำปี 2566. แหล่งที่เข้าถึง <https://region6.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-menu/stat-report> [20 สิงหาคม 2566]
- สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์. 2560. คุณประโยชน์จากแพะ. บทความ (4/2560). สำนักงานเลขานุการกรม, กรุงเทพฯ.
- สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง. 2549. การเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนขาว. เอกสารเผยแพร่. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- อนรรักษ์ เขียวจระเข้เขต อมรรัตน์ วันอังคาร กุลยาภัสร์ วุฒิจาริ ณ์ฐมนตรี คงกระพันธ์ และณัฐพงศ์ วงศ์ใหญ่. 2555. การใช้ประโยชน์จากแหนแดงอบแห้งในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ. วารสารแก่นเกษตร. ฉบับพิเศษ 40(2): 518-521.
- อรพินท์ จินตสถาพร. 2553. วิชาอาหารสัตว์น้ำ (251371). เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรัญ งามพ่องใส เสาวนิต คูประเสริฐ วันวิศาฯ งามพ่องใส อภิชาติ หล่อเพชร อุษา ศรีใส และสุชน คุหาทอง. 2553. การใช้มูลแพะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในการผลิตพริก. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Akkataweewat, S. 2002. **Images of Fishes and Aquatic animals of Thailand**. 4th ed. Kurusapa Printing Ladphrao, Bangkok.
- Anitha, KC., Rajeshwari, YB., Prasanna, SB and Shilpa, Shree J. 2016. Nutritive evaluation of azolla as livestock feed. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences** 4(6): 670-674.
- Barus, Wan Arfiani, Khair, Hadrیمان and Fatrian. 2018. Growth response and production of broccoli (*Brassica oleracea*) with application of *Azolla* composting at several plant spacing. **Indonesian Journal of Agricultural Research** 1(2): 179-186.
- Fiogbe, E. D., J.C. Micha, and C. van Hove. 2004. Use of a natural aquatic fern, *Azolla microphylla*, as a main component in food for the omnivorous phytoplanktonophagous tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Journal of Applied Ichthyology** 20(6), 517–520.

- Khan, M.M. 1983. **A primer on *Azolla* production and utilization in agriculture**, UPLB, PCARRD and SEARCA, Los Banos.
- Pongthana, N. 2004. **Genetic Improvement of Silver Barb (*Babonimus gonionotus*)**. Pathum Thani Aquaculture Research and Development Center, Pathum Thani.
- Sachdeva, Sarita, and Sharma, Anita. 2012. *Azolla*: Role in phytoremediation of heavy metals. **In: Conference: Science in Media**. YMCA University of Science and Technology, Faridabad, Haryana, India.
- Sadeghi, R., Zarkami R., Sabetraftar, K. and Damme, P. Van. 2012. A review of some ecological factors affecting the growth of *Azolla* spp. **Caspian J. Env. Sci.** 11(1): 65-76.
- Syamsiyah, Jauhari, Sunarminto, Bambang Hendro, and Mujiyo. 2016. Changes in soil chemical properties of organic paddy field with *Azolla* application. **Journal of Soil Science and Agroclimatology** 13(1): 68-73.
- Tejaswini, G.S., Mahadevakumar, S. and janardhana, G.r. 2015. Effect of *Azolla pinnata* on Seed Germination, Vigour Index, Biomass and Yield of French Bean (*Phaseolus vulgaris*). **Current Agriculture Research Journal** 3(2): 137-141.
- Widiastuti, Dwi P., Davis, Jessica G. and Gafur, Sutarman. 2016. *Azolla* fertilizer as an alternative N source for red spinach production on alluvial and peat soils in West Kalimantan, Indonesia. 2016. **In: Proceedings of the 2016 International Nitrogen Initiative Conference**, "Solutions to improve nitrogen use efficiency for the world". 4 – 8 December 2016, Melbourne, Australia.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบงานวิจัย



รูปที่ ก-1 การเลี้ยงเห่นแดงโดยไม่ใส่ปุ๋ย



รูปที่ ก-2 การเลี้ยงเห่นแดงโดยใส่ปุ๋ยหมักมูลแพะ



รูปที่ ก-3 การเลี้ยงแหนแดงโดยใส่ปุ๋ยคอกมูลแพะ



รูปที่ ก-4 การเก็บเกี่ยวและศึกษาการเพิ่มผลผลิตของแหนแดง



รูปที่ ก-5 การอบแห้งเห็บแดง



รูปที่ ก-6 อาหารปลาตะเพียนขาวที่เสริมด้วยเห็บแดงจากปฏิกูลแพะ

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 โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการโครงการวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
 - 7.1 ผู้อำนวยการโครงการวิจัย : 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 การพัฒนาสูตรอาหารปลาจากเศษเหลือของการแปรรูปโคเนื้อ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัยปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

7.3.1 พรทิสาทองสนิทกานจน์ อรุณรัตน์ จินตสถาพร และเรืองวิชัย ชื่นพันธ์. 2556.

ผลของการเสริมโปรตีนไฮโดรไลเซตจากกุ้งไหมอีรี่ในอาหารกุ้งขาว ต่อการเจริญเติบโตและระบบภูมิคุ้มกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 72 หน้า.

7.3.2 พรทิสาทองสนิทกานจน์ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และชนภัทร วรปัสสุ.

2559. การเสริมโปรตีนเชรีซินในอาหารปลานิลต่อระบบภูมิคุ้มกัน. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 45 หน้า.

7.3.3 พรทิสาทองสนิทกานจน์ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และชนภัทร วรปัสสุ.

2560. การเสริมเมล็ดมะขามในอาหารปลานิล. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 56 หน้า.

7.3.4 พรทิสาทองสนิทกานจน์ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และชนภัทร วรปัสสุ.

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

7.3.5 พรทิสาทองสนิทกานจน์ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ ชนภัทร วรปัสสุ และ

ปิยพงศ์ บางใบ. 2563. การพัฒนาสูตรอาหารปลาจากเศษเหลือของการแปรรูปโคเนื้อ. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 53 หน้า.

7.3.6 ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ พรทิสาทองสนิทกานจน์ ชนภัทร วรปัสสุ และ

จิรภัทร หาระซอน. 2565. ผลของเอนไซม์โบรมิเลนและเอนไซม์ปาเปนในการย่อยวัตถุดิบเพื่อพัฒนาสูตรอาหารปลากุฏผสมแบบลดต้นทุน. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. 54 หน้า.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยคล่องแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

(-)